





Nº 07464

ŒUVRES COMPLÈTES

DE BUFFON

ŒUVRES COMPLÈTES

BUFFON

PRÉCÉDÉES

D'UNE ÉTUDE HISTORIQUE

ET D'UNE

INTRODUCTION SUR LES PROGRÈS DES SCIENCES NATURELLES

DEPUIS LE COMMENCEMENT DU XIX^e SIÈCLE

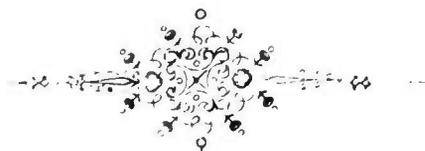
PAR M. ERNEST FAIVRE

Docteur ès-sciences et docteur en médecine, professeur d'histoire naturelle

SUIVIES DES CLASSIFICATIONS

DE LINNÉ, DE CUVIER, ET DE CELLES PLUS RÉCENTES D'IS. GEOFFROY SAINT HILAIRE,
DU PRINCE CH. BONAPARTE, ETC.

TOME QUATRIÈME



PARIS

DION-LAMBERT, LIBRAIRE-ÉDITEUR

12, RUE DE MADAME

1859

HISTOIRE NATURELLE

DE L'HISTOIRE DES MINÉRAUX

(SUITE)

DU PLOMB.

Le plomb, quoique le plus dense (1) des métaux après l'or, est le moins noble de tous ; il est mou, sans ductilité, et il a plus de poids que de valeur. Ses qualités sont nuisibles, et ses émanations funestes. Comme ce métal se calcine aisément, et qu'il est presque aussi fusible que l'étain, ils n'ont tous deux pu supporter l'action du feu primitif sans se convertir en chaux : aussi le plomb ne se trouve pas plus que l'étain dans l'état de métal ; leurs mines primordiales sont toutes en nature de chaux ou dans un état pyriteux : elles ont suivi le même ordre, subi les mêmes effets dans leur formation ; et la différence la plus essentielle de leurs minerais, c'est que celui du plomb est exempt d'arsenic, tandis que celui de l'étain en est toujours mêlé ; ce qui semble indiquer que la formation des mines d'étain est postérieure à celle des mines de plomb.

La galène de plomb est une vraie pyrite qui peut se décomposer à l'air comme les autres pyrites, et dans laquelle est incorporée la chaux du plomb primitif qu'il faut revivifier par notre art pour la réduire en métal : on peut même imiter artificiellement cette pyrite ou galène en fondant du soufre avec le plomb ; le mélange s'enflamme sur le feu, et laisse après la combustion une litharge en écailles qui ne

(1) Selon M. Brisson, le pied cube de plomb fondu, écroui ou non écroui, pèse également 794 livres 40 onces 4 gros 41 grains ; ainsi ce métal n'est susceptible d'aucune compression, d'aucun écrouissement, par la percussion.

fond qu'après avoir rougi, et se réunit par la fusion en une masse noirâtre, disposée en lames minces et à facettes, semblables à celles de la galène naturelle : le foie de soufre convertit aussi la chaux de plomb en galène. Ainsi l'on ne peut guère douter que les galènes en général n'aient originairement été des chaux de plomb, auxquelles l'action des principes du soufre aura donné cette forme de minéralisation.

Cette galène ou ce minerai de plomb affecte une figure hexaèdre presque cubique ; sa couleur est à peu près la même que celle du plomb terni par l'air, seulement elle est un peu plus foncée et plus luisante ; sa pesanteur approche aussi de celle de ce métal ; mais la galène en diffère en ce qu'elle est cassante et feuilletée assez irrégulièrement ; elle ne se présente que rarement en petites masses isolées (1), mais presque toujours en groupes de cubes appliqués assez régulièrement les uns contre les autres. Ces pyrites cubiques de plomb varient pour la grandeur ; il y en a de si petites dans certaines mines, qu'on ne les aperçoit qu'à la loupe ; et dans d'autres on en voit qui ont plus d'un demi-pouce en toutes dimensions. Il y a de ces mines dont les filons sont si minces, qu'on a peine à les apercevoir et à les suivre, tandis qu'il s'en trouve d'autres qui ont plusieurs pieds d'épaisseur ; et c'est dans les cavités de ces larges filons que la galène est en groupes plus uniformes et en cubes plus réguliers. Le quartz est ordinairement mêlé avec ces galènes de première formation ; c'est leur gangue naturelle, parce que la substance du plomb en état de chaux a primitivement été déposée dans les fentes du quartz, où l'acide est ensuite venu la saisir et la minéraliser. Souvent cette substance du plomb s'est trouvée mêlée avec d'autres minerais métalliques ; car les galènes contiennent communément du fer et une petite quantité d'argent (2), et dans leurs groupes on voit souvent de petites masses interposées qui sont purement pyriteuses et ne contiennent point de plomb.

Comme ce métal se convertit en chaux, non-seulement par le feu, mais aussi par les éléments humides, on trouve quelquefois dans le sein de la terre des mines en céruse, qui n'est qu'une chaux de plomb produite par l'acide de l'humidité. Ces mines en céruse ne sont point pyriteuses comme la galène ; presque toujours on les trouve mêlées de plusieurs autres matières métalliques qui ont été décomposées en même temps, et qui, toutes sont de troisième fondation ; car, avant cette décomposition du plomb en céruse, on peut compter plusieurs degrés et nuances par lesquels la galène passe de son premier état à des formes successives ; d'abord, elle devient chatoyante à sa surface, et à mesure qu'elle avance dans sa décomposition, elle perd de son brillant et prend des couleurs rougeâtres et verdâtres. Nous parlerons, dans la suite, de ces différentes espèces de mines, qui toutes sont d'un temps

(1) M. de Grignon m'a dit avoir observé dans le Limousin une mine de plomb qui est en cristaux octaèdres, isolés ou groupés par une ou deux faces ; cette mine gît dans du sable quartzueux légèrement agglutiné.

(2) On ne connaît guère que la mine de Willach en Carinthie qui ne contienne point d'argent, et on a remarqué qu'assez ordinairement plus les grains de la galène sont petits, et plus le minerai est riche en argent.

bien postérieur à celui de la formation de la galène, qu'on doit regarder comme la mère de toutes les autres mines de plomb.

La manière de traiter ces mines en galène, quoique assez simple, n'est peut-être pas encore assez connue. On commence par concasser le minerai; on le grille ensuite en ne lui donnant d'abord que peu de feu; on l'étend sur l'aire d'un fourneau qu'on chauffe graduellement; on remue la matière de temps en temps, et d'autant plus souvent qu'elle est en plus grande quantité. S'il y en a vingt quintaux, il faut un feu gradué de cinq ou six heures; on jette de la poudre de charbon sur le minerai, afin d'opérer la combustion des parties sulfureuses qu'il contient; ce charbon, en s'enflammant, emporte aussi l'air fixe de la chaux métallique; elle se réduit dès lors en métal coulant à mesure qu'on remue le minerai et qu'on augmente le feu: on a soin de recueillir le métal dans un bassin, où l'on doit le couvrir aussi de poudre de charbon pour préserver sa surface de toute calcination. On emploie ordinairement quinze heures pour tirer tout le plomb contenu dans vingt quintaux de mine, et cela se fait à trois reprises différentes. Le métal provenant de la première coulée, qui se fait au bout de neuf heures de feu, se met à part lorsque la mine de plomb contient de l'argent; car alors le métal qu'on recueille à cette première coulée, en contient plus que celui des coulées subséquentes. La seconde coulée se fait après trois autres heures de feu; elle est moins riche en argent que la première. Enfin la troisième et dernière, qui est aussi la plus pauvre en argent, se fait encore trois heures après; et cette manière d'extraire le métal à plusieurs reprises est très-avantageuse dans les travaux en grand, parce que l'on concentre pour ainsi dire, par cette pratique, tout l'argent dans la première coulée, surtout lorsque la mine n'en contient qu'une petite quantité: ainsi on n'est pas obligé de rechercher l'argent dans la masse entière du plomb, mais seulement dans la portion de cette masse qui est fondue la première.

Nous avons en France plusieurs mines de plomb, dont quelques-unes sont fort abondantes et en pleine exploitation. Celles de La Croix en Lorraine donnent du plomb, de l'argent et du cuivre. Celle de Hargenthen, dans la Lorraine allemande, est remarquable en ce qu'elle se trouve mêlée avec du charbon de terre: cette circonstance démontre assez que c'est une mine de seconde formation. Au *val Sainte-Marie* la mine a les couleurs de l'iris, et est en grains assez gros. Celles de Sainte-Marie-aux-Mines et celles de Steinbaeh, en Alsace, contiennent de l'argent; celles du village d'Auxelles n'en contiennent que peu; et enfin les mines de Saint-Nicolas et d'Asteinbach sont de plomb et de cuivre.

Dans la Franche-Comté, on a reconnu un filon de plomb à Ternan, à trois lieues de Château-Lambert; d'autres à Fresnes, à Planche-les-Mines, à Baudy, etc.

En Dauphiné, on exploite une mine de plomb dans la montagne de Vienne; on en a abandonné une autre au village de La Pierre, diocèse de Gap, parce que les filons sont devenus trop petits. Il s'en trouve une à deux lieues du Bourgd'Oisans, qui a donné cinquante-neuf livres de plomb et quinze deniers d'argent par quintal.

En Provence on en connaît trois ou quatre, et plusieurs dans le Vivarais, le Languedoc, le Roussillon et le comté de Foix, le pays de Comminges. On trouve aussi plusieurs mines de plomb dans le Bigorre, le Béarn et la Basse-Navarre.

Ces provinces ne sont pas les seules en France dans lesquelles on ait découvert et travaillé des mines de plomb : il s'en trouve aussi, et même de très-bonnes, dans le Lyonnais, le Beaujolais, le Rouergue, le Limousin, l'Auvergne, le Bourbonnais, l'Anjou, la province de Normandie et la Bretagne, où celles de Pompéan et de Poullaouen sont exploitées avec succès ; on peut même dire que celle de Pompéan est la plus riche qui soit en France, et peut-être en Europe. Nous en avons au Cabinet du Roi un très-gros et très-pesant morceau qui m'a été donné par feu M. le chevalier d'Arcy, de l'Académie des Sciences.

M. de Gensanne, l'un de nos plus habiles minéralogistes, a fait de bonnes observations sur la plupart de ces mines : il dit que dans le Gévaudan on en trouve en une infinité d'endroits : que celle d'Alène, qui est à grosses mailles, est connue dans le pays sous le nom de *vernis*, parce que les habitants la vendent aux potiers pour vernisser leurs terreries : il ajoute que les veines de cette mine sont, pour la plupart, horizontales, et dispersées sans suite dans une pierre calcaire fort dure. On trouve aussi de cette mine à vernis en grosses lames auprès de Combette, paroisse d'Ispagnac. Le docteur Astruc avait parlé, plusieurs années auparavant, d'une semblable mine près de Durfort, dans le diocèse d'Alais, qu'on employait aussi pour vernisser les poteries. M. de Gensanne a observé dans les mines de plomb de Pierre-Latte, diocèse d'Uzès, que l'un des filons donne quelquefois de l'argent pur en filigranes, et qu'en général ces mines rendent quarante livres de plomb et deux ou trois onces d'argent par quintal ; mais il dit que le minéral est de très-difficile fusion, parce qu'il est intimement mêlé avec de la *Pierre cornée*.

Dans la montagne de Mat-Imbert il y a deux gros filons de mine de plomb riches en argent : ces filons, qui ont aujourd'hui trois à quatre toises d'épaisseur d'un très-beau spath piqueté de minéral, traversent deux montagnes, et paraissent sur plus d'une lieue de longueur ; il y a des endroits où leur gangue s'élève au-dessus du terrain de cinq à six toises de hauteur. Cet habile minéralogiste cite encore un grand nombre d'autres mines de plomb dans le Languedoc, dont plusieurs contiennent un peu d'argent, et dont le minéral paraît presque partout à la surface de la terre. « Près des bains de la Malon, diocèse de Béziers, on ramasse, dit-il, presque à la surface du terrain, des morceaux de mine de plomb dispersés et enveloppés dans une ocre jaunâtre. Il règne tout le long de ce vallon une quantité de veines de plomb, d'argent et de cuivre : ces veines sont la plupart recouvertes par une espèce de minéral ferrugineux d'un rouge de cinabre, et tout à fait semblable à de la mine de mercure.

Dans le Vivarais, M. de Gensanne indique les mines de plomb de l'Argentière, celles des montagnes voisines de la rivière de la Douce, celles de Saint-Laurent-Bains, du vallon de Mayres, et plusieurs autres qui méritent également d'être

remarquées; il en a aussi reconnu quelques autres dans différents endroits de la province du Velay.

En Franche-Comté, à Planches-les-Mines, dans la *grande montagne*, les mines sont de plomb et d'argent; elles sont ouvertes de temps immémorial, et on y a fait des travaux immenses. On voit à Baudy, près de Château-Lambert, un filon qui règne tout le long d'une petite plaine sur le sommet de la montagne. Cette veine de plomb est sous une roche de *granite* d'environ trois toises d'épaisseur, et qui ressemble à une voûte en pierres sèches qu'on aurait faite exprès; elle s'étend sur toute la longueur de la plaine, en forme de crête. Nous observerons sur cela que cette roche ne doit pas être de granite primitif, mais seulement d'un granite formé par alluvion, ou peut-être même d'un grès à gros grains, que les observateurs confondent souvent avec le vrai granite.

Et ce qui confirme ma présomption, c'est que les mines ne se trouvent jamais dans les montagnes de granite primitif, mais toujours dans les schistes ou dans les pierres calcaires qui leur sont adossées. M. Jaskewisch dit, en parlant des mines de plomb qui sont à quelque distance de Fribourg en Brisgaw, que ces mines se trouvent des deux côtés de la montagne de granite, et qu'il n'y en a aucune trace dans le granite même.

En Espagne, M. Bowles a observé plusieurs mines de plomb, dont quelques-unes ont donné un très grand produit, et jusqu'à quatre-vingts livres par quintal.

En Angleterre, celle de Mendip est une galène en masse, sans gangue, et presque pure. Il y a aussi de très-riches mines de ce métal dans la province de Darby, ainsi que dans les montagnes des comtés de Cardigan et de Cumberland, et l'on en connaît encore d'aussi pures que celle de Mendip, dans quelques endroits de l'Ecosse.

M. Guettard a reconnu des indices de mines de plomb en Suisse, et il a observé de bonnes mines de ce métal en Pologne: elles sont, dit-il, abondantes et riches en argent. Il dit aussi que la mine d'Olkuskow, diocèse de Cracovie, est sans matière étrangère.

Il y a dans la Carinthie des mines de plomb qui sont en pleine exploitation; elles gisent dans des montagnes calcaires, et l'on en tire par année vingt mille quintaux de plomb. Les mines de plomb que l'on trouve dans le Palatinat, en Allemagne, sous la forme d'une pierre cristallisée, sont exemptes de même de toute matière étrangère; ce sont des mines en chaux, qui, comme celle de plomb blanche, ne contiennent en effet que du plomb, de l'air et de l'eau, sans mélange d'aucune autre matière métallique.

On voit, par cette énumération, qu'il se trouve un grand nombre de mines de plomb dans presque toutes les provinces de l'Europe; les plus remarquables, ou plutôt les mieux connues, sont celles qui contiennent une quantité considérable d'argent: il y en a de toute espèce en Allemagne, de même qu'en Suède et jusqu'en Norwége.

On ne peut guère douter qu'il n'ait tout autant de mines de plomb en Asie

qu'en Europe; mais nous ne pouvons indiquer que le petit nombre de celles qui ont été remarquées par les voyageurs, et il en est de même de celles de l'Afrique et de l'Amérique. En Arabie, selon Niebuhr, il y a tant de mines de plomb dans l'Oman, et elles sont si riches, qu'on en exporte beaucoup. A Siam, les voyageurs disent qu'on travaille depuis longtemps des mines de plomb et d'étain. En Perse, dit Tavernier, on n'avait ni plomb, ni étain que celui qui arrivait des pays étrangers; mais on a découvert une mine de plomb auprès de la ville d'Yerde. M. Peyssonnel a vu une mine de plomb dans l'île de Crète, dont il a tiré neuf onces de plomb sur une livre, et une très-petite quantité d'argent: il dit qu'en creusant un peu plus profondément on découvre quelquefois des veines d'un minerai de couleur grise, taillé à facettes brillantes, mêlé de soufre et d'un peu d'arsenic, et qu'il a tiré d'une livre de ce minerai sept onces de plomb et une draehme d'argent. En Sibérie il se trouve aussi nombre de mines de plomb, dont quelques-unes sont fort riches en argent.

Nous avons peu de connaissance des mines de plomb de l'Afrique; seulement le docteur Shaw fait mention de celles de Barbarie, dont quelques-unes, dit-il, donnent quatre-vingts livres de métal par quintal.

Dans l'Amérique septentrionale, on trouve de bonnes mines de plomb aux Illinois, au Canada, en Virginie; il y en a aussi beaucoup au Mexique et quelques-unes au Pérou.

Toutes les mines de plomb en galène affectent une figure hexaèdre en lames écailleuses ou en grains anguleux, et c'est en effet sous cette forme que la nature a établi les mines *primordiales* de ce métal; toutes celles qui se présentent sous d'autres formes ne proviennent que de la décomposition de ces premières mines, dont les détriments, saisis par les sels de la terre, et mêlés d'autres minéraux, ont formé les mines secondaires de céruse, de plomb blanc, de plomb vert, de plomb rouge, etc., qui sont si connues des naturalistes: mais M. de Gensanne fait mention d'une mine singulière qui renferme des grains de plomb tout à fait pur; voici l'extrait de ce qu'il dit à ce sujet: « Entre Pradel et Vairreau il y a une mine de plomb dans des couches d'une pierre calcaire fauve, et souvent rouge; le filon n'a qu'un pouce et demi ou deux pouces d'épaisseur, et s'étend presque tout le long de la forêt des Châtaigniers. C'est en général une vraie mine de plomb blanche et terreuse; mais ce qu'il y a de singulier, c'est que cette substance terreuse renferme dans son intérieur de véritables grains de plomb tout faits, ce qui était inconnu jusqu'ici. Cette terre minérale, qui renferme ces grains, rend jusqu'au delà de quatre-vingt-dix livres de plomb par quintal, et les grains de plomb qu'elle renferme sont très-purs et très-doux; ils n'affectent point une configuration régulière, il y en a de toutes sortes de figures; on en voit qui forment de petites veines au travers du minéral en forme de filigrane, et qui ressemblent aux taches des dendrites. On trouve du minéral semblable, et qui contient encore plus de plomb natif, près du village de Fayet, et de même près de Villeneuve-de-Berg, et encore dans la montagne qui est à droite du chemin qui conduit à Aubenas, à une petite

lieue de Villeneuve-de-Berg : les deux endroits de ces montagnes où l'on trouve ce minéral sont à plus de trois lieues de distance l'un de l'autre sur un même alignement, et la ligne entière a plus de huit lieues de longueur. Les plus gros grains de plomb pur sont comme des marrons, ou de la grosseur d'une petite noix ; il y en a d'aplatis, d'autres plus épais et tout bicornus ; la plupart sont de la grosseur d'un petit pois, et il y en a qui sont presque imperceptibles. La terre métallique qui les renferme est de la même couleur que la litharge réduite en poussière impalpable : cette terre se coupe au couteau, mais il faut le marteau pour la casser ; elle renferme aussi de véritables scories de plomb, et quelquefois une matière semblable à de la litharge : cependant ce minéral ne provient point d'anciennes fonderies ; d'ailleurs il est répandu dans une très-grande étendue de terrain ; on en trouve sur un espace de plus d'un quart de lieue, sans rencontrer de scories dans le voisinage, où l'on n'a pas mémoire qu'il y ait jamais eu de fonderies (1). »

Ces derniers mots semblent indiquer que M. de Gensanne soupçonne avec raison que le feu a eu part à la formation de cette mine singulière : s'il n'y a pas eu de fonderies dans ces lieux, il y a eu des forêts, et très-probablement des incendies ; ou bien on doit supposer quelque ancien volcan, dont le feu aura calciné la plus grande partie de la mine, et l'aura réduite en chaux blanche, en scories, en litharge, dans lesquelles certaines parties se seront revivifiées en métal, au moyen des matières inflammables qui servaient d'aliment à l'incendie : cette mine est donc de dernière formation. Comme elle gît en grande partie sous la pierre calcaire, elle n'a pas été produite par le feu primitif, qui d'ailleurs l'aurait entièrement réduite en chaux, et n'y aurait pas laissé du métal ; ce n'est donc qu'une mine ordinaire, qui a seulement été dénaturée accidentellement par le feu souterrain d'un ancien volcan, ou par de grands incendies à la surface du terrain.

Et non-seulement le feu a pu former ces mines de plomb en chaux blanche, mais l'eau peut aussi les produire. La céruse, que nous voyons se former à l'air sur les plombs qui y sont exposés, est une vraie chaux de ce métal, qui, étant entraînée, transportée et déposée en certains endroits de l'intérieur de la terre par la stillation des eaux, s'accumule en masse ou en veines, sous une forme plus ou moins concrète. La mine de plomb blanche n'est qu'une céruse cristallisée, également produite par l'eau ; il n'y a de différence qu'en ce que la céruse naturelle est plus mêlée de parties terreuses : ces mines de céruse, les plus nouvelles

(1) M. de Virly, président à la chambre des comptes de Dijon, a eu la bonté de m'apporter un morceau de cette mine mêlée de plomb tout pur, qu'il a trouvé à l'Argentière en Vivarais, sur l'une des montagnes entre lesquelles cette ville est située ; il en a rapporté des morceaux gros comme le poing, et communément il y en a de la grosseur d'un œuf : les uns ont l'apparence d'une terre métallique ; ils ressemblent au niassicot, et sont un peu transparents ; d'autres, plus légers, sont en état de verre, et renferment des globules de métal plus ou moins gros qui se laissent entamer au couteau, et sont réellement du plomb. Il y a beaucoup de mines de plomb en galène aux environs de l'Argentière : elles ont été exploitées dans le temps des croisades comme mines d'argent ; c'est même, à ce que l'on dit, ce qui a donné le nom à la ville. Il n'y a point de vestiges d'anciens volcans dans ces deux montagnes, et ces matières de plomb, qui ont évidemment éprouvé l'action du feu, sont peut-être les restes d'anciennes exploitations, ou le produit de la fusion des mines de galène par l'incendie des forêts qui couvraient ces montagnes.

de toutes, se forment tous les jours comme celles du fer en rouille, par les détri-
ments de ces métaux.

Les mines de plomb vitreuses et cristallisées, qui proviennent de la décompo-
sition des galènes, prennent différentes couleurs par le contact ou l'union des dif-
férentes substances métalliques qu'elles rencontrent : le fer leur donne une cou-
leur rouge; et, selon M. Monnet, il les colore aussi quelquefois en vert. Cet observa-
teur dit avoir remarqué, dans les mines de plomb de La Croix en Lorraine, un
grand nombre de cristaux de plomb vert dans les cavités de la gangue de cette
mine, qui n'est qu'une mine de fer grisâtre; d'où il conclut que les cristaux verts
de plomb peuvent être formés de la décomposition de la galène par le fer. La ga-
lène elle-même peut se régénérer dans les mines de plomb qui sont en état de
céruse ou de chaux blanche : on peut le démontrer tant par la forme fistuleuse de
ces galènes qu'on appelle *plomb noir*, que par plusieurs morceaux de mine dans
lesquels la base des cristaux est encore de plomb blanc, seulement un peu rou-
geâtre, et dont la partie supérieure est convertie en galène.

En général, les mines de plomb tiennent presque toutes une petite quantité
d'argent; elles sont aussi très-souvent mêlées de fer et d'antimoine, et quelquefois
de cuivre : mais l'on n'a qu'un seul exemple de mine de plomb tenant du zinc; et
de même que l'on trouve de l'argent dans presque toutes les mines de plomb, on
trouve aussi du plomb dans la plupart des mines d'argent : mais, dans les filons
de ces mines, le plomb, comme plus pesant, descend au-dessous de l'argent, et il
arrive presque toujours que les veines les plus riches en argent se changent en
plomb à mesure qu'elles s'étendent en profondeur.

Pour connaître la quantité de métal qu'une mine de plomb peut contenir, il faut
la griller en ne lui donnant d'abord que peu de feu, la bien laver ensuite, et l'es-
sayer avec le flux noir, et quelquefois y ajouter de la limaille de fer, pour absor-
ber le soufre que le grillage n'aurait pas tout enlevé : mais quoique par ces moyens
on obtienne la quantité de plomb assez juste, l'essai par la voie humide est encore
plus fidèle. Voici le procédé de M. Bergman : on pulvérise la galène; on la fait di-
gérer dans l'acide nitreux ou dans l'acide marin, jusqu'à ce que tout le plomb soit
dissous, et alors le soufre minéral se précipite; on s'assure que ce soufre est pur
en le faisant dissoudre dans l'alcali caustique; on précipite le plomb par l'alcali
cristallisé, et cent trente-deux parties de précipité indiquent cent parties de plomb.
Si le plomb tient argent, on le sépare du précipité par l'alcali volatil; et s'il y a de
l'antimoine, on le calcine par l'acide nitreux concentré : si la galène tient du fer,
on précipite le plomb et l'argent qui peuvent y être unis, ainsi que la quantité de
fer qui se trouve dans l'acide, en mettant une lame de fer dans la dissolution; celle
que la lame de fer a produite indique exactement la quantité de ce métal conte-
nue dans la galène.

Le plomb extrait de sa mine par la fonte, demande encore des soins tant qu'il
est en métal coulant; car si on le laisse exposé à l'action de l'air, sa surface se
couvre d'une poudre grise, dont la quantité augmente à mesure que le feu conti-

nue, en sorte que tout le métal se convertit en chaux, et acquiert, par cette conversion, une augmentation de volume très-considérable (1). Cette chaux grise, exposée de nouveau à l'action du feu, y prend bientôt, en la remuant avec une spatule de fer, une assez belle couleur jaune, et dans cet état on lui donne le nom de *massicot* : et si l'on continue de la remuer en la tenant toujours exposée à l'air, à un certain degré de feu, elle prend une belle couleur rouge, et dans cet état on lui donne le nom de *minium* : je dis à un certain degré de feu, car un feu plus fort ou plus faible ne changerait pas le massicot en minium ; et ce feu constant et nécessaire pour lui donner une belle couleur rouge est de cent vingt degrés (2) ; car si l'on donne à ce même minium une chaleur plus grande ou moindre, il perd également son beau rouge, redevient jaune, et ne reprend cette couleur rouge qu'au feu de cent vingt degrés de chaleur. C'est à M. Geoffroy qu'est due cette intéressante observation, et c'est à M. Jars que nous devons la connaissance des pratiques usitées en Angleterre pour faire le minium en grande quantité, et par conséquent à moindres frais qu'on ne le fait ordinairement.

Les Anglais ne se servent que de charbon de terre pour faire le minium, et ils prétendent même qu'on ne réussirait pas avec le charbon de bois : cependant, dit M. Jars, il n'y aurait d'autre inconvénient que celui des éclats de charbon qui pourraient revivifier quelques parties de la chaux de plomb, ce qu'il est très-aisé d'éviter. Je ne pense pas, avec M. Jars, que ce soit là le seul inconvénient. Le charbon de bois ne donne pas une chaleur aussi forte ni aussi constante que le charbon de terre ; et d'ailleurs l'acide sulfureux qui s'en exhale, et la fumée de bitume qu'il contient, peuvent contribuer à donner à la chaux de plomb la belle couleur rouge.

Toutes ces chaux de plomb blanches, grises, jaunes et rouges, sont non-seulement très-aisées à vitrifier, mais même elles déterminent promptement et puissamment la vitrification de plusieurs autres matières : seules, elles ne donnent que de la litharge ou du verre jaune très-peu solide ; mais fondues avec le quartz, elles forment un verre très-solide, assez transparent, et d'une belle couleur jaune.

Considérant maintenant les propriétés particulières du plomb dans son état de métal, nous verrons qu'il est le moins dur et le moins élastique de tous les métaux ; que, quoiqu'il soit très-mou, il est aussi le moins ductile ; qu'il est encore le moins tenace, puisqu'un fil d'un dixième de pouce de diamètre ne peut soutenir un poids de trente livres sans se rompre : mais il est, après l'or, le plus pesant ; car je ne mets pas le mercure ni la platine au nombre des vrais métaux. Son poids spécifique est à celui de l'eau distillée comme 113523 sont à 10000, et le pied cube de plomb pur pèse sept cent quatre-vingt-quatorze livres dix onces quatre gros quarante-quatre grains (3). Son odeur est moins forte que celle du cuivre ; cependant elle se fait

(1) M. Dehaute dit que cette augmentation de volume ou de pesanteur est comme de 113 à 100.

(2) Division du thermomètre de Beaumont.

(3) Voyez la table des pesanteurs spécifiques, par M. Brisson.

sentir désagréablement lorsqu'on le frotte. Il est d'un assez beau blanc quand il vient d'être fondu, ou lorsqu'on l'entame et le coupe : mais l'impression de l'air ternit en peu de temps sa surface, qui se décompose en une rouille légère, de couleur obscure et bleuâtre. Cette rouille est assez adhérente au métal ; elle ne s'en détache pas aussi facilement que le vert-de-gris se détache du cuivre : c'est une espèce de chaux qui se revivifie aussi aisément que les autres chaux de plomb ; c'est une céruse commencée. Cette décomposition par les éléments humides se fait plus promptement lorsque ce métal est exposé à de fréquentes alternatives de sécheresse et d'humidité.

Le plomb, comme l'on sait, se fond très-facilement ; et lorsqu'on le laisse refroidir lentement, il forme des cristaux qu'on peut rendre très-apparens par un procédé qu'indique M. l'abbé Mongez : c'est en formant une géode dans un creuset dont le fond est environné de charbon, et qu'on perce dès que la surface du métal fondu a pris de la consistance. On obtient de cette manière des cristaux bien formés en pyramides trièdres isolées, et de trois à quatre lignes de longueur. Je me suis servi du même moyen pour cristalliser la fonte de fer.

Le plomb exposé à l'air, dans son état de fusion, se combine avec cet élément, qui non-seulement s'attache à sa surface, mais se fixe dans sa substance, la convertit en chaux et en augmente le volume et le poids : cet air fixé dans le métal est la seule cause de sa conversion en chaux ; le phlogistique ne fait rien ici, et il est étonnant que nos chimistes s'obstinent à vouloir expliquer par l'absence et la présence de ce phlogistique les phénomènes de la calcination et de la revivification des métaux, tandis qu'on peut démontrer que le changement du métal en chaux, et son augmentation de volume ou pesanteur absolue, ne viennent que de l'air qui y est entré, puisqu'on en retire cet air en même quantité, et que rien n'est plus simple et plus aisé à concevoir que la réduction de cette chaux en métal, puisqu'on peut également démontrer que l'air ayant plus d'affinité avec les matières inflammables qu'avec le métal, il l'abandonne dès qu'on lui présente quelque-une de ces matières, et laisse par conséquent le métal dans l'état où il l'avait trouvé. La réduction de la chaux des métaux n'est donc au vrai qu'une sorte de précipitation, aussi aisée à entendre, aussi facile à démontrer que toute autre.

Nous observerons en particulier que le plomb et l'étain sont les deux métaux avec lesquels l'air se fixe et se combine le plus promptement dans leur état de fusion, mais que l'étain le retient bien plus puissamment. La chaux de plomb se réduit beaucoup plus aisément en métal que celle de l'étain par l'addition des matières inflammables : ainsi l'affinité de l'air s'exerce d'une manière plus intime avec l'étain qu'avec le plomb.

Si nous comparons encore ces deux métaux par d'autres propriétés, nous trouverons que le plomb approche de l'étain, non-seulement par la facilité qu'il a de se calciner, mais encore par la fusibilité, la mollesse, la couleur, et qu'il n'en diffère qu'en ce que, comme nous venons de le dire, la chaux du plomb est plus aisément réductible ; et quoique ces deux chaux soient d'abord de la même couleur grise,

la chaux d'étain, par une plus forte calcination, devient blanche et reste blanche, tandis que celle de plomb devient jaune, puis rouge par une calcination continuée : de plus, celle de l'étain ne se vitrifie que très-difficilement, au lieu que celle du plomb se change en un vrai verre transparent et pesant, et qui devient au feu si fluide et si actif, qu'il perce les creusets les plus compactes. Ce verre de plomb, dans lequel l'air fixe de sa chaux s'est incorporé, peut encore se réduire facilement en métal coulant ; il suffit de le broyer et de le refondre en y ajoutant une matière inflammable, avec laquelle l'air ayant plus d'affinité qu'avec le plomb, se dégagera en saisissant cette matière inflammable qui l'emporte, et il laissera par conséquent le plomb dans son premier état de métal coulant.

Le plomb peut s'allier avec tous les métaux, à l'exception du fer, avec lequel il ne paraît pas qu'il puisse contracter d'union intime ; cependant on peut les réunir de très-près en faisant auparavant fondre le fer. M. de Morveau a dans son cabinet un culot formé d'acier fondu et de plomb, dans lequel, à la vérité, ces deux métaux ne sont pas alliés, mais simplement adhérents de si près, que la ligne de séparation n'est presque pas sensible.

La chaux de cuivre et celle de plomb mélangées s'incorporent et se vitrifient toutes deux ensemble ; le plomb entraîne le cuivre dans sa vitrification, et il rejette le fer sur les bords de la coupelle. C'est par cette propriété particulière qu'il purge l'or et l'argent de toute matière métallique étrangère. Personne n'a mieux décrit tout ce qui se passe dans les coupellations que notre savant académicien M. Sage, dans ses *Mémoires sur les essais*.

On a observé que le plomb et l'étain mêlés ensemble se calcinent plus promptement et plus profondément que l'un ou l'autre ne se calcine seul. C'est de cette chaux, mi-partie d'étain et de plomb, que se fait l'émail blanc des faïences communes ; et c'est avec le verre de plomb seul qu'on vernit les poteries de terre encore plus communes.

Le plomb semble approcher de l'argent par quelques propriétés : non-seulement il lui est presque toujours uni dans ses mines, mais, lors même qu'il est pur et dans son état de métal, il présente les mêmes phénomènes dans ses dissolutions par les acides ; il forme, comme l'argent, avec l'acide nitreux, un sel plus caustique que les sels des autres métaux.

Le plomb a aussi de l'affinité avec le mercure ; ils s'amalgament facilement, et ils forment ensemble des cristaux : cet amalgame de plomb a la propriété singulière de décrépiter très-vivement sur le feu.

L'ordre des affinités du plomb avec les autres métaux, suivant M. Gellert, est l'argent, l'or, l'étain, le cuivre. Cette grande affinité de l'argent et du plomb, que l'art nous démontre, est bien indiquée par la nature ; car l'on trouve l'argent uni au plomb dans toutes les mines de première comme de dernière formation. Ce sont les poudres des mines primitives de l'argent qui se sont unies et mêlées avec la chaux de plomb, et ont formé les galènes ou premiers minerais de ce métal ; mais les affinités du plomb avec l'or, l'étain et le cuivre, que l'art nous a fait re-

connaître, ne se manifestent que par de légers indices dans le sein de la terre. Ce n'est point avec ces métaux que le plomb s'y combine ; mais c'est avec les sels, et surtout avec les acides, qu'il prend des formes différentes : la galène, qu'on doit regarder comme le plomb de première formation, n'est qu'une espèce de pyrite composée de chaux et de plomb et de l'acide uni à la substance du feu fixe. L'air et les sels de la terre ont ensuite décomposé ces galènes comme ils décomposent toutes les autres pyrites, et c'est de leurs détriments que se sont formées toutes les mines de seconde et de troisième formation. Cette marche de la nature est uniforme : le feu primitif a fondu, sublimé ou calciné les métaux ; après quoi les éléments humides, les sels, et surtout les acides, les ont attaqués, corrodés, dissous ; et s'incorporant avec eux par une union intime, leur ont donné les nouvelles formes sous lesquelles ils se présentent.

Tous les acides minéraux ou végétaux peuvent entamer ou dissoudre le plomb : les huiles et les graisses agissent aussi sur ce métal en raison des acides qu'elles contiennent ; elles l'attaquent surtout en son état de chaux, et dissolvent la céruse, le minium et la litharge, à l'aide d'une médiocre chaleur.

L'acide vitriolique doit être concentré et aidé de la chaleur pour dissoudre le plomb réduit en poudre métallique ou en chaux, et cette dissolution produit un sel qu'on appelle *vitriol de plomb*. On a remarqué que le minium résiste plus que les autres chaux de plomb à cet acide, qui ne se dissout qu'en partie, et qu'il perd seulement sa belle couleur rouge et devient d'un brun presque noir. Les sels neutres qui contiennent de l'acide vitriolique agissent sur les chaux de plomb ; ils les précipitent de leur dissolution dans l'acide nitreux et forment avec elles un vitriol de plomb.

L'acide nitreux, loin d'être concentré comme le vitriolique, doit au contraire être affaibli pour bien dissoudre le plomb ; et la dissolution, après l'évaporation, donne des cristaux qui, comme tous les autres sels produits par ce même métal, ont plutôt une saveur sucrée que saline : au reste, cet acide dissout également le plomb dans son état de métal et dans son état de chaux, c'est-à-dire les céruses, le massicot, le minium, et même les mines de plomb blanches, vertes et rouges, etc.

L'acide marin ne dissout le plomb qu'à l'aide d'une forte chaleur : cette dissolution donne un sel dont les cristaux sont brillants et en petites aiguilles ; cet acide, ainsi que les sels qui en contiennent, précipite le plomb de sa dissolution dans l'acide nitreux, et forme un sel métallique auquel les chimistes ont donné le nom de *plomb corné*, comme ils ont aussi nommé *argent corné* ou *lune cornée* les cristaux de la dissolution de l'argent par le même acide marin.

Le soufre s'unit aisément avec le plomb par la fusion ; et lorsqu'on laisse ce mélange exposé à l'action du feu libre, il se brûle en partie, et le reste qui est calciné forme une espèce de pyrite ou mine de plomb semblable à la galène.

Les acides végétaux, et en particulier celui du vinaigre attaquent et dissolvent le plomb ; c'est en l'exposant à la vapeur du vinaigre qu'on le convertit en chaux

blanche, et c'est de cette manière que l'on fait la céruse qui est dans le commerce : cette chaux ou céruse se dissout parfaitement dans le vinaigre concentré ; elle y produit même une grande quantité de cristaux dont la saveur est sucrée : on a souvent abusé de cette propriété de la céruse et des autres chaux ou sels de plomb, pour adoucir le vin au détriment de la santé de ceux qui le boivent. Au reste, l'on ne doit pas regarder la céruse comme une chaux de plomb parfaite, mais comme une matière dans laquelle le plomb n'est qu'à demi-dissous ou calciné par l'acide aérien, et reste encore plutôt dans l'état métallique que dans l'état salin, en sorte qu'elle n'est pas soluble dans l'eau comme les sels.

Le plomb se dissout aussi dans l'acide du tartre, à l'aide de la chaleur et d'une longue digestion : si l'on fait évaporer cette dissolution, elle prend une consistance visqueuse, et donne un sel cristallisé en lames carrées. Enfin, les acerbés ne laissent pas d'avoir aussi quelque action sur le plomb ; car la noix de galle le précipite de sa dissolution dans l'acide nitreux, et la surface de la liqueur se couvre en même temps d'une pellicule à reflets rouges et verts.

Les alcalis fixes et volatils, non plus que les terres absorbantes, ne font pas des effets bien sensibles sur le plomb dans quelque état qu'il soit : néanmoins, ils ont avec ce métal une affinité bien marquée dans certaines circonstances ; par exemple, ils le précipitent de sa dissolution dans l'acide marin, sous la forme d'une poudre blanche, qui se ternit bientôt à l'air comme le métal même.

En comparant les mines primordiales des six métaux, nous voyons que l'or seul se trouve presque toujours en état de métal dans le sein de la terre ; que, quoiqu'il n'y soit jamais pur, mais allié de plus ou moins d'argent ou de cuivre, il ne se présente que rarement sous une forme minéralisée, et qu'il recouvre et défend l'argent de toute altération. On assure cependant que l'or est vraiment minéralisé dans la mine de Najac (1), et dans quelques pyrites nouvellement trouvées en Dauphiné ; mais ce métal ne doit néanmoins subir aucun changement, aucune altération, que par des combinaisons qui ne peuvent se trouver que très-rarement dans la nature, et nous verrons, en traitant de la platine, que l'or, qui fait le fond de sa substance, y est encore plus altéré et presque dénaturé. Ces deux exemples sont les seuls qu'on puisse donner d'un changement d'état dans l'or, et l'on ne doit pas les regarder comme des opérations ordinaires de la nature, mais comme des accidents si rares qu'ils n'ôtent rien à la vérité du fait général, que l'or se présente partout dans l'état de métal, et seulement plus ou moins divisé et non minéralisé.

L'argent se trouve assez souvent, comme l'or, dans l'état pur ; mais il est encore plus souvent mêlé avec le plomb ou minéralisé, c'est-à-dire altéré par les sels de la terre. Le cuivre résiste beaucoup moins à l'impression des éléments humides ; et quoiqu'il se trouve quelquefois en état de métal, il se présente ordinairement

(1) M. Bergman, à qui M. Thunberg a envoyé un morceau de cette mine de Najac, s'est assuré qu'il contenait du quartz blanc, une pierre arénaire blanchâtre, se coupant au couteau, faisant effervescence avec les acides, et de la manganèse. La formation de cette mine ne doit donc être regardée que comme accidentelle.

sous des formes minéralisées et variées pour ainsi dire à l'infini. Ces trois métaux, l'or, l'argent et le cuivre, sont les seuls qui aient pris, dès les premiers temps, et conservé plus ou moins jusqu'à ce jour, leur état métallique. Le fer, le plomb et l'étain ne se trouvent nulle part, et même n'ont jamais été dans cet état métallique, le feu primitif les a fondus ou calcinés : le fer, par sa fusion, s'est mêlé à la roche vitreuse, et le plomb et l'étain, après leur calcination, ont été saisis par l'acide et réduits en minerais pyriteux, ainsi que les cuivres qui n'ont pas conservé leur état de métal. Tous ces métaux ont été mêlés les uns avec les autres, et, dans les mines primordiales comme dans les mines secondaires, on les trouve quelquefois tous réunis ensemble.

DU MERCURE.

Rien ne ressemble plus à l'étain ou au plomb dans leur état de fusion que le mercure dans son état naturel : aussi l'a-t-on regardé comme un métal fluide, auquel on a cherché, mais vainement, les moyens de donner de la solidité; on a seulement trouvé que le froid extrême pouvait le coaguler sans lui donner une solidité constante, ni même aussi permanente, à beaucoup près, que celle de l'eau glacée; et par ce rapport unique et singulier, le mercure semble se rapprocher de la nature de l'eau autant qu'il approche du métal par d'autres propriétés, et notamment par sa densité, la plus grande de toutes après celle de l'or (1) : mais il diffère de tout métal, et même de tout minéral métallique, en ce qu'il n'a nulle ténacité, nulle dureté, nulle solidité, nulle fixité; et il se rapproche encore de l'eau par sa volatilité, puisque, comme elle, il se volatilise et s'évapore à une médiocre chaleur. Ce liquide minéral est-il donc un métal, ou n'est-il pas une eau qui ressemble aux métaux parce qu'elle est chargée des parties les plus denses de la terre, avec lesquelles elle s'est plus intimement unie que dans aucune autre matière? On sait qu'en général, toute fluidité provient de la chaleur, qu'en particulier le feu agit sur les métaux comme l'eau sur les sels, puisqu'il les liquéfie, et qu'il les tiendrait dans une fluidité constante s'il était toujours au même degré de violente chaleur, tandis que les sels ne demandent que celui de la température actuelle pour demeurer liquides. Tous les sels se liquéfiant dans l'eau comme les métaux dans le feu, la fluidité du mercure tient, ce me semble, plus au premier élément qu'au dernier; car le mer-

(1) La pesanteur spécifique de l'or à 24 karats est 192381, et celle du plomb, de 413523. Le pesanteur spécifique du mercure coulant est de 135681; et celle du cinabre d'Amaden est de 102185. Voyez les *Notes de M. Bri son*.

cure ne se solidifie qu'en se glaçant comme l'eau : il lui faut même un bien plus grand degré de froid, parce qu'il est beaucoup plus dense. Le feu est ici en quantité presque infiniment petite, au lieu que ce même élément ne peut agir sur les métaux comme liquéfiant, comme dissolvant, que quand il leur est appliqué en quantité infiniment grande, en comparaison de ce qu'il en faut au mercure pour demeurer liquide.

De plus, le mercure se réduit en vapeurs par l'effet de la chaleur, à peu près comme l'eau, et ces deux vapeurs sont également incoëreibles, même par les résistances les plus fortes : toutes les deux font éclater ou fendre les vaisseaux les plus solides avec explosion : enfin, le mercure mouille les métaux comme l'eau mouille les sels ou les terres, à proportion des sels qu'elles contiennent. Le mercure ne peut-il donc pas être considéré comme une eau dense et pesante, qui ne tient aux métaux que par ce rapport de densité ? et cette eau, plus dense que tous les liquides connus, n'a-t-elle pas dû se former après la chute des autres eaux et des matières également volatiles et reléguées dans l'atmosphère pendant l'incandescence du globe ? Les parties métalliques, terrestres, aqueuses ou salines, alors sublimées ou réduites en vapeurs se seront combinées ; et tandis que les matières fixes du globe se vitrifieraient ou se déposaient sous la forme de métal ou de chaux métallique, tandis que l'eau encore pénétrée de feu produisait les acides et les sels, les vapeurs de ces substances métalliques, combinées avec celles de l'eau et des principes acides, n'ont-elles pas pu former cette substance de mercure presque aussi volatile que l'eau et dense comme le métal ? Cette substance liquide qui se glace comme l'eau, et qui n'en diffère essentiellement que par sa densité, n'a-t-elle pas dû se trouver dans l'ordre des combinaisons de la nature, qui a produit non-seulement des métaux et des demi-métaux, mais aussi des terres métalliques et salines telles que l'arsenic ? Or, pour compléter la suite des opérations n'a-t-elle pas dû produire aussi des eaux métalliques telles que le mercure ? L'échelle de la nature, dans ses productions métalliques, commence par l'or, qui est le métal le plus inaltérable, et par conséquent, le plus parfait : ensuite l'argent, qui étant sujet à quelques altérations, est moins parfait que l'or ; après quoi le cuivre, l'étain et le plomb, qui sont susceptibles, non-seulement d'altération, mais de décomposition, sont des métaux imparfaits en comparaison des deux premiers : enfin, le fer fait la nuance entre les métaux imparfaits et les demi-métaux ; car le fer et le zinc ne présentent aucun caractère essentiel qui doive réellement les faire placer dans deux classes différentes. La ductilité du fer est une propriété que l'art lui donne ; il se brûle comme le zinc : il faut seulement un feu plus fort, etc. On pourrait donc également prendre le fer pour le premier des demi-métaux, ou le zinc pour le dernier des métaux ; et cette échelle se continue par l'antimoine, le bismuth, et finit par les terres métalliques et par le mercure, qui n'est qu'une substance métallique liquide.

On se familiarisera avec l'idée de cette possibilité en pesant les considérations que nous venons de présenter, en se rappelant que l'eau, dans son essence, doit être

regardée comme un sel insipide et fluide ; que la glace, qui n'est que ce même sel rendu solide, le devient d'autant plus que le froid est plus grand ; que l'eau, dans son état de liquidité, peut acquérir de la densité à mesure qu'elle dissout les sels ; que l'eau, purgée d'air, est incompressible, et composée dès lors de parties très-solides et très-dures ; que par conséquent elle deviendrait très-dense si ces mêmes parties s'unissaient de plus près : et quoique nous ne connaissions pas au juste le moyen que la nature a employé pour faire ce rapprochement des parties dans le mercure, nous en voyons néanmoins assez pour être fondés à présumer que ce minéral fluide est plutôt une eau métallique qu'un vrai métal, de la même manière que l'arsenic, auquel on donne le nom de *demi-métal*, n'est qu'une terre plutôt saline que métallique, et non pas un vrai demi-métal.

On pourra me reprocher que j'abuse ici des termes en disant que le mercure mouille les métaux, puisqu'il ne mouille pas les autres matières, au lieu que l'eau et les autres liquides mouillent toutes les substances qu'on leur offre, et que, par conséquent, ils ont seuls la faculté de mouiller. Mais, en faisant attention à la grande densité du mercure et à la forte attraction qui unit entre elles ses parties constituantes, on sentira aisément qu'une eau dont les parties s'attireraient aussi fort que celles du mercure, ne mouillerait pas plus que le mercure, dont les parties ne peuvent se désunir que par la chaleur, ou par une puissance plus forte que celle de leur attraction réciproque, et que dès lors ces mêmes parties ne peuvent mouiller que l'or, l'argent et les autres substances qui les attirent plus puissamment qu'elles ne s'attirent entre elles : on sentira de même que si l'eau paraît mouiller indifféremment toutes les matières, c'est que ces parties intégrantes n'ayant qu'une faible adhérence entre elles, tout contact suffit pour les séparer ; et plus l'attraction étrangère surpassera l'action réciproque mutuelle de ces parties constituantes de l'eau, plus les matières étrangères l'attireront puissamment et se mouilleront profondément. Le mercure, par sa très-grande fluidité, mouillerait et pénétrerait tous les corps solides de la nature, si la force d'attraction qui s'exerce entre ses parties en proportion de leur densité ne les tenait pour ainsi dire en masse, et ne les empêchait, par conséquent, de se séparer et de se répandre en molécules assez petites pour pouvoir entrer dans les pores des substances solides. La seule différence entre le mercure et l'eau dans l'action de mouiller, ne vient donc que du plus ou moins de cohérence dans l'agrégation de toutes les parties constituantes, et ne consiste qu'en ce que celles de l'eau se séparent les unes des autres bien plus facilement que celles du mercure.

Ainsi ce minéral, fluide comme l'eau, se glaçant comme elle par le froid, se réduisant comme elle en vapeurs par le chaud, mouillant les métaux comme elle mouille les sels et les terres, pénétrant même la substance des huiles et des graisses, et entrant avec elles dans le corps des animaux comme l'eau entre dans les végétaux, a de plus avec elle un rapport qui suppose quelque chose de commun dans leur essence ; c'est de répandre comme l'eau une vapeur qu'on peut regarder comme humide : c'est par cette vapeur que le mercure blanchit et pénètre l'or sans le tou-

cher, comme l'humidité de l'eau répandue dans l'air pénètre les sels. Tout concourt donc, ce me semble, à prouver que le mercure n'est point un vrai métal, ni même un demi-métal, mais une eau chargée des parties les plus denses de la terre, comme les demi-métaux ne sont que des terres chargées de même d'autres parties denses et pesantes qui les rapprochent de la nature des métaux.

Après avoir exposé les rapports que le mercure peut avoir avec l'eau, nous devons aussi présenter ceux qu'il a réellement avec les métaux. Il en a la densité, l'opacité, le brillant métallique; il peut de même être dissous par les acides, précipité par les alcalis : comme eux, il ne contracte aucune union avec les matières terreuses, et, comme eux encore, il en contracte avec les autres métaux, et, si l'on veut qu'il soit métal, on pourrait même le regarder comme un troisième métal parfait, puisqu'il est presque aussi inaltérable que l'or et l'argent par les impressions des éléments humides. Ces propriétés relatives et communes le rapprochent donc encore plus de la nature du métal qu'elles ne l'éloignent de celle de l'eau, et je ne puis blâmer les alchimistes qui, voyant toutes ces propriétés dans un liquide, l'ont regardé comme l'eau des métaux, et particulièrement comme la base de l'or et de l'argent, dont il approche par sa densité, et auxquels il s'unit avec un empressement qui tient du magnétisme; et encore parce qu'il n'a, comme l'or et l'argent, ni odeur, ni saveur. Enfin on n'est pas encore bien assuré que ce liquide si dense n'entre pas comme principe dans la composition des métaux, et qu'on ne puisse le retirer d'aucun minéral métallique. Recherchons donc sans préjugé quelle peut être l'essence de ce minéral amphibie, qui participe de la nature du métal et de celle de l'eau; rassemblons les principaux faits que la nature nous présente, et ceux que l'art nous a fait découvrir sur ces différentes propriétés, avant de nous arrêter à notre opinion.

Mais ces faits paraissent d'abord innombrables; aucune matière n'a été plus essayée, plus maniée, plus combinée : les alchimistes surtout, persuadés que le mercure, ou la terre mercurielle, était la base des métaux, et voyant qu'il avait la plus grande affinité avec l'or et l'argent, ont fait des travaux immenses pour tâcher de le fixer, de le convertir, de l'extraire; ils l'ont cherché non-seulement dans les métaux et minéraux, mais dans toutes les substances et jusque dans les plantes : ils ont voulu anoblir par son moyen les métaux imparfaits; et quoiqu'ils aient presque toujours manqué le but de leurs recherches, ils n'ont pas laissé de faire plusieurs découvertes intéressantes. Leur objet principal n'était pas absolument chimérique, mais peut-être moralement impossible à atteindre; car rien ne s'oppose à l'idée de la transmutation ou de l'anoblissement des métaux, que le peu de puissance de notre art, en comparaison des forces de la nature; et puisqu'elle peut convertir les éléments, n'a-t-elle pas pu, ne pourrait-elle pas encore transmuter les substances métalliques? Les chimistes ont cru, pour l'honneur du nom, devoir rejeter toutes les idées des alchimistes : ils ont même dédaigné d'étudier et de suivre leurs procédés; ils ont cependant adopté leur langue, leurs caractères, et même quelques-unes des obscurités de leurs principes : le phlogistique, si ce n'est pas le

feu fixe animé par l'air, le minéralisateur, si ce n'est pas encore le feu contenu dans les pyrites et dans les acides, me paraissent aussi précaires que la terre mercurielle et l'eau des métaux. Nous croyons devoir rejeter également tout ce qui n'existe pas, comme tout ce qui ne s'entend pas, c'est-à-dire tout ce dont on ne peut avoir une idée nette; nous tâcherons donc, en faisant l'histoire du mercure, d'en écarter les fables autant que les chimères.

Considérant d'abord le mercure tel que la nature nous l'offre, nous voyons qu'il ne se trouve que dans les couches de la terre formées par le dépôt des eaux; qu'il n'occupe pas, comme les métaux, les fentes perpendiculaires de la roche du globe; qu'il ne gît pas dans le quartz, et n'en est même jamais accompagné; qu'il n'est point mêlé dans les minerais des autres métaux; que sa mine, à laquelle on donne le nom de *cinabre*, n'est point un vrai minerai, mais un composé, par simple juxtaposition, de soufre et de mercure réunis, qui ne se trouve que dans les montagnes à couches, et jamais dans les montagnes primitives; que par conséquent la formation de ces mines de mercure est postérieure à celle des mines primordiales des métaux, puisqu'elle suppose le soufre déjà formé par la décomposition des pyrites: nous verrons de plus que ce n'est que très-rarement que le mercure se présente dans un état coulant, et que, quoiqu'il ait moins d'affinité que la plupart des métaux avec le soufre, il ne s'est néanmoins incorporé qu'avec les pierres ou les terres qui en sont surchargées; que jamais il ne leur est assez intimement uni pour n'en pas être aisément séparé; qu'il n'est même entré dans ces terres sulfureuses que par une sorte d'imbibition, comme l'eau entre dans les autres terres, et qu'il a dû les pénétrer toutes les fois qu'il s'est trouvé réduit en vapeurs; qu'enfin il ne se trouve qu'en quelques endroits particuliers, où le soufre s'est lui-même trouvé en grande quantité, et réduit en foie de soufre par des alcalis ou des terres calcaires, qui lui ont donné l'affinité nécessaire à son union avec le mercure: il ne se trouve, en effet, en quantité sensible que dans ces seuls endroits; partout ailleurs il n'est que disséminé en particules si ténues qu'on ne peut les rassembler, ni même les apercevoir, que dans quelques circonstances particulières. Tout cela peut se démontrer en comparant attentivement les observations et les faits, et nous allons en donner les preuves dans le même ordre que nous venons de présenter ces assertions.

Des trois grandes mines de mercure, et dont chacune suffirait seule aux besoins de tout l'univers, deux sont en Europe, et une en Amérique; toutes trois se présentent sous la forme solide de cinabre: la première de ces mines est celle d'Idria dans la Carniole; elle est dans une ardoise noire, surmontée de rochers calcaires: la seconde est celle d'Almaden, en Espagne, dont les veines sont dans des bancs de grès; la troisième est celle de Guancavelica, petite ville à soixante lieues de Piseo au Pérou. Les veines du cinabre y sont ou dans une argile dure et blanchâtre, ou dans de la pierre dure. Ainsi ces trois mines de mercure gisent également dans des ardoises ou des grès, c'est-à-dire dans des collines ou montagnes à couches formées par le dépôt des eaux, et toutes trois sont si abondantes en cinabre,

qu'il semble que tout le mercure du globe y soit accumulé; car les petites mines de ce minéral que l'on a découvertes en quelques autres endroits ne peuvent leur être comparées, ni pour l'étendue, ni pour la quantité de la matière, et nous n'en ferons ici mention que pour démontrer qu'elles se trouvent toutes dans des couches déposées par les eaux de la mer, et jamais dans les montagnes de quartz ou des rochers vitreux qui ont été formés par le feu primitif.

En France, on a reconnu en 1739, à deux lieues de Bourbonne-les-Bains, deux espèces de terre qui rendirent une trois-centième partie de leur poids en mercure; elles gisaient à quinze ou seize pieds de profondeur sur une couche de terre glaise. A cinq lieues de Bordeaux, près de Langon, il y a une fontaine au fond de laquelle on trouve assez souvent du mercure coulant. En Normandie, au village de La Chapelle, élection de Saint-Lô, il y a eu quelques travaux commencés pour exploiter une mine de mercure; mais le produit n'était pas équivalent à la dépense, et cette mine a été abandonnée. Enfin, dans quelques endroits du Languedoc, particulièrement à Montpellier, on a vu du mercure dans l'argile à de petites profondeurs, et même à la surface de la terre.

En Allemagne, il se trouve quelques mines de mercure dans les terres du Palatinat et du duché des Deux-Ponts; et en Hongrie, les mines du cinabre, ainsi que celles d'Almaden, en Espagne, sont souvent accompagnées de mines de fer en rouille; et quelquefois le mercure et le soufre y sont tellement mêlés qu'ils ne font qu'un même corps.

Cette mine d'Almaden est si riche, qu'elle a fait négliger toutes les autres mines de mercure en Espagne; cependant on en a reconnu quelques-unes près d'Alicante et de Valence. On a aussi exploité une mine de ce minéral en Italie, à six mille de Valle-Imperina, près de Feltrino; mais cette mine est actuellement abandonnée. On voit de même des indices de mines de mercure en plusieurs endroits de la Pologne.

En Asie, les voyageurs ne font mention de mines de mercure qu'à la Chine et aux Philippines, et ils ne disent pas qu'il y en ait une seule en Afrique. Mais en Amérique, outre la grande et riche mine de Guancavelica du Pérou, on en connaît quelques autres; on en a même exploité une près d'Azogue, dans la province de Quito. Les Péruviens travaillaient depuis longtemps aux mines de cinabre sans savoir ce que c'était que le mercure; ils n'en connaissaient que la mine, dont ils faisaient du vermillon pour se peindre le corps ou faire des images; ils avaient fait beaucoup de travaux à Guancavelica dans cette seule vue, et ce ne fut qu'en 1564 que les Espagnols commencèrent à travailler le cinabre pour en tirer le mercure. On voit, par le témoignage de Pline, que les Romains faisaient aussi grand cas du vermillon, et qu'ils tiraient d'Espagne, chaque année, environ dix mille livres de cinabre tel qu'il sort de la mine, et qu'ils le préparaient ensuite à Rome. Théophraste, qui vivait quatre cents ans avant Pline, fait mention du cinabre d'Espagne. Ces traits historiques semblent prouver que les mines d'Idria, bien plus voisines de Rome que celles d'Espagne, n'étaient pas encore connues; et de fait l'Es-

pagne était policée et commerçante, tandis que la Germanie était encore inculte.

On voit, par cette énumération des mines de mercure des différentes parties du monde, que toutes gisent dans les couches de la terre remuée et déposée par les eaux, et qu'aucune ne se trouve dans les montagnes produites par le feu primitif, ni dans les fentes du quartz : on voit de même qu'on ne trouve point le cinabre mêlé avec les mines des autres métaux, à l'exception de celles de fer en rouille, qui, comme l'on sait, sont de dernière formation. L'établissement des mines primordiales d'or, d'argent et de cuivre, dans la roche quartzreuse, est donc bien antérieur à celui des mines de mercure; et dès lors on n'en doit pas conclure que ces métaux fondus ou sublimés par le feu primitif n'ont pu saisir ni s'assimiler une matière qui, par sa volatilité, était alors, comme l'eau, reléguée dans l'atmosphère; que dès lors il n'est pas possible que ces métaux contiennent un seul atome de cette matière volatile, et que par conséquent on doit renoncer à l'idée d'en tirer le mercure ou le principe mercuriel, qui ne peut s'y trouver. Cette idée du mercure, principe existant dans l'or et l'argent, était fondée sur la grande affinité et l'attraction très-forte qui s'exerce entre le mercure et ces métaux, mais on doit considérer que toute attraction, toute pénétration qui se fait entre un solide et un liquide est généralement proportionnelle à la densité des deux matières et que celle du mercure étant très-grande, et ses molécules infiniment petites, il peut aisément pénétrer les pores de ces métaux, et les humecter comme l'eau humecte la terre.

Mais suivons mes assertions : j'ai dit que le cinabre n'était point un vrai minéral, mais un simple composé de mercure saisi par le foie de soufre, et cela me paraît démontré par la composition du cinabre artificiel fait par la voie humide; il ne faut que le comparer avec la mine de mercure pour être convaincu de leur identité de substance. Le cinabre naturel en masse est d'un rouge très-foncé : il est composé d'aiguilles luisantes appliquées longitudinalement les unes sur les autres, ce qui seul suffit pour démontrer la présence réelle du soufre. On en fait en Hollande de tout pareil et en grande quantité. Nous en ignorons la manipulation, mais nos chimistes l'ont à peu près devinée : ils font du cinabre artificiel par le moyen du feu, en mêlant du mercure au soufre fondu; ils en font aussi par la voie humide, en combinant le mercure avec le foie de soufre. Ce dernier procédé paraît être celui de la nature : le foie de soufre n'étant que le soufre lui-même combiné avec les matières alcalines, c'est-à-dire avec toutes les matières terrestres, à l'exception de celles qui ont été produites par le feu primitif, on peut concevoir aisément que dans les lieux où le foie de soufre et le mercure se sont trouvés ensemble, comme dans les argiles, les grès, les pierres calcaires, les terres limoneuses et autres matières formées par le dépôt des eaux, la combinaison du mercure, du soufre et de l'alcali, se sera faite, et le cinabre aura été produit. Ce n'est pas que la nature n'ait pu former aussi dans certaines circonstances du cinabre par le feu des volcans; mais en comparant les deux procédés par lesquels nous avons su l'imiter dans cette production du cinabre, on voit que celui de la

sublimation par le feu exige un bien plus grand nombre de combinaisons que celui de la simple union du foie de soufre au mercure par la voie humide.

Le mercure n'a par lui-même aucune affinité avec les matières terreuses, et l'union qu'il contracte avec elles par le moyen du foie de soufre, quoique permanente, n'est point intime; car on le retire aisément des masses les plus dures de cinabre en les exposant au feu (1). Ce n'est donc que par des accidents particuliers, et notamment par l'action des feux souterrains, que le mercure peut se séparer de sa mine, et c'est par cette raison qu'on le trouve si rarement dans son état coulant. Il n'est donc entré dans les matières terreuses que par imbibition comme tout autre liquide, et il s'y est uni au moyen de la combinaison de leurs alcalis avec le soufre; et cette imbibition ou humectation paraît bien démontrée, puisqu'il suffit de faire chauffer le cinabre pour le dessécher (2), c'est-à-dire pour enlever le mercure, qui dès lors s'exhale en vapeurs, comme l'eau s'exhale par le dessèchement des terres humectées.

Le mercure a beaucoup moins d'affinité que la plupart des métaux avec le soufre, et il ne s'unit ordinairement avec lui que par l'intermède des terres alcalines: c'est par cette raison qu'on ne le trouve dans aucune mine pyriteuse, ni dans les minerais d'aucun métal, non plus que dans le quartz et autres matières vitreuses produites par un feu primitif; car les alcalis ni le soufre n'existaient pas encore dans le temps de la formation des matières vitreuses; et quoique les pyrites, étant d'une formation postérieure, contiennent déjà les principes du soufre, c'est-à-dire l'acide et la substance du feu, ce soufre n'était ni développé ni formé, et ne pouvait par conséquent se réunir à l'alcali, qui lui-même n'a été produit qu'après la formation des pyrites, ou tout au plus tôt en même temps.

Enfin, quoiqu'on ait vu, par l'énumération que nous avons faite de toutes les mines connues, que le mercure ne se trouve en grande quantité que dans quelques endroits particuliers, où le soufre tout formé s'est trouvé réuni aux terres alcalines, il n'en faut cependant pas conclure que ces seuls endroits contiennent toute la quantité de mercure existante: on peut et même on doit croire au contraire qu'il y en a beaucoup à la surface et dans les premières couches de la terre; mais que ce minéral fluide étant, par sa nature, susceptible d'une division presque infinie, il s'est disséminé en molécules si ténues, qu'elles échappent à nos yeux, et même à toutes les recherches de notre art, à moins que, par hasard, comme dans les exemples que nous avons cités, ces molécules ne se trouvent en assez grand nombre pour pouvoir les recueillir ou les réunir par la sublimation. Quelques auteurs ont avancé qu'on a tiré du mercure coulant des racines d'une certaine plante

(1) Il est aisé de reconnaître si une pierre contient du mercure; il suffit de la faire chauffer et de la mettre toute rouge sous une cloche de verre, car alors la fumée qu'elle exhalera se convertit en petites gouttelettes de mercure coulant.

(2) Ceci est exactement vrai pour tout cinabre qui contient une base terreuse capable de retenir le soufre; cependant on doit excepter le cinabre qui ne serait uniquement composé que de soufre et de mercure, car il se sublimerait plutôt que de se décomposer; mais ce cinabre sans base terreuse ne se trouve guère dans la nature.

semblable au doronic; qu'à la Chine on en tirait du pourpier sauvage: je ne veux pas garantir ces faits; mais il ne me paraît pas impossible que le mercure disséminé en molécules très-petites soit pompé avec la sève par les plantes, puisque nous savons qu'elles pompent les particules du fer contenu dans la terre végétale.

En faisant subir au cinabre l'action du feu dans des vaisseaux clos, il se sublimera sans changer de nature, c'est-à-dire sans se décomposer; mais en l'exposant au même degré de feu dans des vaisseaux ouverts, le soufre du cinabre se brûle, le mercure se volatilise et se perd dans les airs: on est donc obligé, pour le retenir, de le sublimer en vaisseaux clos; et afin de le séparer du soufre qui se sublime en même temps, on mêle avec le cinabre, réduit en poudre, de la limaille de fer: ce métal ayant beaucoup plus d'affinité que le mercure avec le soufre, s'en empare à mesure que le feu se transmet par cet intermède, le mercure s'élève seul en vapeurs, qu'il est aisé de recueillir en petites gouttes coulantes, dans un récipient à demi plein d'eau. Lorsqu'on ne veut que s'assurer si une terre contient du mercure ou n'en contient pas, il suffit de mêler de la poudre de cette terre avec de la limaille de fer sur une brique que l'on couvre d'un vase de verre, et de mettre du feu sous cette brique, si la terre contient du mercure, on le verra s'élever en vapeurs qui se condenseront au haut du vase en petites gouttes de mercure coulant.

Après avoir considéré le mercure dans sa mine, où il fait partie du solide de la masse, il faut maintenant l'examiner dans son état fluide. Il a le brillant métallique plus peut-être qu'aucun autre métal, la même couleur ou plutôt le même blanc que l'argent; sa densité est entre celle du plomb et celle de l'or: il ne perd qu'un quatorzième de son poids dans une eau dont le pied cube est supposé peser soixante-douze livres, et par conséquent le pied cube de mercure pèse mille huit livres. Les éléments humides ne font sur le mercure aucune impression sensible: sa surface même ne se ternit à l'air que par la poussière qui la couvre, et qu'il est aisé d'en séparer par un simple et léger frottement: il paraît se charger de même de l'humidité répandue dans l'air; mais, en l'essuyant, sa surface reprend son premier brillant.

On a donné le nom de *mercure vierge* à celui qui est le plus pur et le plus coulant, et qui se trouve quelquefois dans le sein de la terre après s'être écoulé de sa mine par la seule commotion, ou par un simple mouvement d'agitation, sans le secours du feu. Celui que l'on obtient par la sublimation est moins pur, et l'on pourra reconnaître sa grande pureté à un effet très-remarquable; c'est qu'en le secouant dans un tuyau de verre, son frottement produit alors une lumière sensible et semblable à l'éclair électrique: l'électricité est en effet la cause de cette apparence lumineuse.

Le mercure, répandu sur la surface polie de toute matière avec laquelle il n'a point d'affinité, forme, comme tous les autres liquides, de petites gouttes globuleuses par la seule force de l'attraction mutuelle de ses parties. Les gouttes de mercure se forment non-seulement avec plus de promptitude, mais en plus petites masses, parce qu'étant douze ou quinze fois plus dense que les autres liqui-

des, sa force d'attraction est bien plus grande et produit des effets plus apparents.

Il ne paraît pas qu'une chaleur modérée, quoique très-longtemps appliquée, change rien à l'état du mercure eoulant; mais lorsqu'on lui donne un degré de chaleur beaucoup plus fort que celui de l'eau bouillante, l'attraction réciproque de ses parties n'est plus assez forte pour les tenir réunies: elles se séparent et se volatilisent, sans néanmoins changer d'essence ni même s'altérer; elles sont seulement divisées et lancées par la force de la chaleur: on peut les recueillir en arrêtant cet effet par la condensation, et elles se représentent alors sous la même forme et telles qu'elles étaient auparavant.

Quoique la surface du mercure se charge des poussières de l'air, et même des vapeurs de l'eau qui flottent dans l'atmosphère, il n'a aucune affinité avec l'eau, et il n'en prend avec l'air que par le feu de calcination: l'air s'attache alors à sa surface, et se fixe entre ses pores, sans s'unir bien intimement avec lui, et même sans se corrompre ni s'altérer; ce qui semble prouver qu'il n'y a que peu ou point de feu fixe dans le mercure, et qu'il ne peut en recevoir à cause de l'humidité qui fait partie de sa substance; et même l'on ne peut y attacher l'air qu'au moyen d'un feu assez fort, et soutenu pendant plusieurs mois. Le mercure, par cette très-longue digestion dans des vaisseaux qui ne sont pas exactement clos, prend peu à peu la forme d'une espèce de chaux, qui néanmoins est différente des chaux métalliques; car, quoiqu'elle en ait l'apparence, ce n'est cependant que du mercure chargé d'air pur, et elle diffère des autres chaux métalliques en ce qu'elle se revivifie d'elle-même et sans addition d'aucune matière inflammable ou autre qui ait plus d'affinité avec l'air qu'il n'en a avec le mercure; il suffit de mettre cette prétendue chaux dans un vaisseau bien clos, et de la chauffer à un feu violent, pour qu'en se volatilisant, le mercure abandonne l'air avec lequel il n'était uni que par la force d'une longue contrainte et sans intimité, puisque l'air qu'on en retire est pur, et n'a contracté aucune des qualités du mercure; que d'ailleurs, en pesant cette chaux, on voit qu'elle rend par sa réduction la même quantité, c'est-à-dire autant d'air qu'elle en avait saisi: mais lorsqu'on réduit les autres chaux métalliques, c'est l'air que l'on emporte en lui offrant des matières inflammables, au lieu que, dans celle-ci, c'est le mercure qui est emporté et séparé de l'air, par sa seule volatilité (1).

(1) Ayant communiqué cet article à mon savant ami M. de Morveau, aux lumières duquel j'ai la plus grande confiance, je dois avouer qu'il ne s'est pas trouvé de mon avis; voici ce qu'il m'écrivit à ce sujet. Il paraît que la chaux de mercure est une vraie chaux métallique dans le sens des chimistes *italiens*, c'est-à-dire à laquelle il manque le feu fixe ou phlogistique. En voici trois preuves directes entre bien d'autres: 1° L'acide vitriolique devient sulfureux avec le mercure; il n'acquiert cette propriété qu'en prenant du phlogistique; il ne peut en prendre qu'où il y en a: le mercure contient donc du phlogistique. Le précipité *per se* de même avec l'acide vitriolique ne le rend pas sulfureux; il est donc privé de ce principe inflammable.

» 2° L'acide nitreux forme de l'air nitreux avec toutes les matières qui peuvent lui fournir du phlogistique: cela arrive avec le mercure, non avec le précipité *per se*: l'un tient donc ce principe, et l'autre en est privé.

» 3° Les métaux imparfaits traités au feu en vaisseaux clos avec la chaux du mercure se calcinent pendant qu'il se détruit: ainsi l'un reçoit ce que l'autre perd. Avant l'opération, le métal imparfait pouvait fournir au nitre le phlogistique nécessaire à sa déflagration; il ne le peut plus après l'opération: n'est-il pas évident qu'il en a été privé pendant cette opération? » Je conviens avec M. de Morveau de tous ces faits, et je conviendrai aussi de la

Cette union de l'air avec le mercure n'est donc que superficielle ; et quoique celle du soufre avec le mercure dans le cinabre ne soit pas bien intime, cependant elle est beaucoup plus forte et plus profonde : car en mettant le cinabre en vaisseaux clos, comme la chaux de mercure, le cinabre ne se décompose pas ; il se sublime sans changer de nature et sans que le mercure se sépare, au lieu que, par le même procédé, sa chaux se décompose et le mercure quitte l'air.

Le foie de soufre paraît être la matière avec laquelle le mercure a plus de tendance à s'unir, puisque, dans le sein de la terre, le mercure ne se présente que sous la forme de cinabre. Le soufre seul, et sans mélange de matières alcalines, n'agit pas aussi puissamment que le mercure : il s'y mêle à peu près comme les graisses lorsqu'on les triture ensemble ; et ce mélange, où le mercure disparaît, n'est qu'une poudre pesante et noire à laquelle les chimistes ont donné le nom d'*éthiops minéral*. Mais, malgré ce changement de couleur, et malgré l'apparence d'une union assez intime entre le mercure et le soufre dans ce mélange, il est encore vrai que ce n'est qu'une union de contact et très-superficielle ; car il est aisé d'en retirer sans perte et précisément la même quantité de mercure sans la moindre altération ; et comme nous avons vu qu'il en est de même lorsqu'on revivifie le mercure du cinabre, il paraît démontré que le soufre, qui altère la plupart des métaux, ne cause aucun changement intérieur dans la substance du mercure.

Au reste, lorsque le mercure, par le moyen du feu et par l'addition de l'air, prend la forme d'une chaux ou d'une terre en poudre, cette poudre est d'abord noire, et devient ensuite d'un beau rouge en continuant le feu ; elle offre même quelquefois de petits cristaux transparents et d'un rouge de rubis.

Comme la densité du mercure est très-grande, et qu'en même temps ses parties constituantes sont presque infiniment petites, il peut s'appliquer mieux qu'aucun autre liquide aux surfaces de tous les corps polis. La force de son union par simple contact avec une glace de miroir a été mesurée par un de nos plus savants physiciens, et s'est trouvée beaucoup plus forte qu'on ne pourrait l'imaginer. Cette expérience prouve encore, comme je l'ai dit à l'article de l'étain, qu'il y a entre la feuille d'étain et la glace une couche de mercure pur, vif et sans mélange d'aucune partie d'étain, et que cette couche de mercure coulant n'est adhérente à la glace que par simple contact.

Le mercure ne s'unit donc pas plus avec le verre qu'avec aucune autre matière terreuse ; mais il s'amalgame avec la plupart des substances métalliques. Cette union par amalgame est une humectation qui se fait souvent à froid et sans pro-

conséquence qu'il en tire, pourvu qu'on ne la rende pas générale. Je suis bien éloigné de nier que le mercure ne contienne pas du feu fixe et de l'air fixe, puisque toutes les matières métalliques ou terreuses en contiennent ; mais je persiste à penser qu'une explication où l'on n'emploie qu'un de ces deux éléments est plus simple que toutes les autres où l'on a recours à deux ; et c'est le cas de la chaux du mercure, dont la formation et la réduction s'expliquent très-clairement par l'union et la séparation de l'air, sans qu'il soit nécessaire de recourir au phlogistique ; et nous croyons avoir très-suffisamment démontré que l'accession ou la récession de l'air fixe suffirait pleinement pour opérer et expliquer tous les phénomènes de la formation et de la réduction des chaux métalliques.

duire de chaleur ni d'effervescence, comme cela arrive dans les dissolutions : c'est une opération moyenne entre l'alliage et la dissolution ; car la première suppose que les deux matières soient liquéfiées par le feu, et la seconde ne se fait que par la fusion ou la calcination du métal par le feu contenu dans le dissolvant, ce qui produit toujours de la chaleur : mais dans les amalgames il n'y a qu'humectation, et point de fusion ni de dissolution ; et même un de nos plus habiles chimistes (1) a observé que non-seulement les amalgames se font sans produire de chaleur, mais qu'au contraire ils produisent un froid sensible qu'on peut mesurer en y plongeant un thermomètre.

On objectera peut-être qu'il se produit du froid pendant l'union de l'alkali minéral avec l'acide nitreux, du sel ammoniac avec l'eau, de la neige avec l'eau, et que toutes ces unions sont bien de vraies dissolutions : mais cela même prouve qu'il ne se produit du froid que quand la dissolution commence par l'humectation ; car la vraie cause de ce froid est l'évaporation de la chaleur de l'eau, ou des liqueurs en général, qui ne peuvent mouiller sans s'évaporer en partie.

L'or s'amalgame avec le mercure par le simple contact ; il le reçoit à sa surface, le retient dans ses pores, et ne peut en être séparé que par le moyen du feu. Le mercure colore en entier les molécules de l'or ; leur couleur jaune disparaît : l'amalgame est d'un gris tirant sur le brun si le mercure est saturé. Tous ces effets proviennent de l'attraction de l'or, qui est plus forte que celle des parties du mercure entre elles, et qui par conséquent les sépare les unes des autres, et les divise assez pour qu'elles puissent entrer dans les pores et humecter la substance de l'or ; car en jetant une pièce de ce métal dans du mercure, il en pénétrera toute la masse avec le temps, et perdra précisément en quantité ce que l'or aura gagné, c'est-à-dire ce qu'il aura saisi par l'amalgame. L'or est donc de tous les métaux celui qui a la plus grande affinité avec le mercure, et on a employé très-utilement le moyen de l'amalgame pour séparer ce métal précieux de toutes les matières étrangères avec lesquelles il se trouve mêlé dans ses mines. Au reste, pour amalgamer promptement l'or ou d'autres métaux, il faut les réduire en feuilles minces ou en poudre, et les mêler avec le mercure par la trituration.

L'argent s'unit aussi avec le mercure par le simple contact, mais il ne le retient pas aussi puissamment que l'or, leur union est moins intime ; et comme la couleur de l'argent est à peu près la même que celle du mercure, sa surface devient seulement plus brillante lorsqu'elle en est humectée : c'est ce beau blanc brillant qui a fait donner au mercure le nom de *vif argent*.

Cette grande affinité du mercure avec l'or et l'argent semblerait indiquer qu'il doit se trouver dans le sein de la terre des amalgames naturels de ces métaux ; cependant, depuis qu'on recherche et recueille des minéraux, à peine a-t-on un exemple d'or natif amalgamé, et l'on ne connaît en argent que quelques morceaux tirés des mines d'Allemagne, qui contiennent une quantité assez considé-

(1) M. Demachy, 17

nable de mercure pour être regardés comme de vrais amalgames. Il est aisé de concevoir que cette rareté des amalgames naturels vient de la rareté même du mercure dans son état coulant; et ce n'est pour ainsi dire qu'entre nos mains qu'il est dans cet état, au lieu que dans celles de la nature il est en masses solides de cinabre, et dans des endroits particuliers très-différents, très-éloignés de ceux où se trouvent l'or et l'argent primitifs, puisque ce n'est que dans les fentes du quartz et dans les montagnes produites par le feu que gisent ces métaux de première formation, tandis que c'est dans les couches formées par le dépôt des eaux que se trouve le mercure.

L'or et l'argent sont les seules matières qui s'amalgament à froid avec le mercure : il ne peut pénétrer les autres substances métalliques qu'au moyen de leur fusion par le feu; il s'amalgame aussi très-bien par ce même moyen avec l'or et l'argent. L'ordre de la facilité de ces amalgames est l'or, l'argent, l'étain, le plomb, le bismuth, le zinc et l'arsenic : mais il refuse de s'unir et de s'amalgamer avec le fer, ainsi qu'avec les régules d'antimoine et de cobalt. Dans ces amalgames, qui ne se font que par la fusion, il faut chauffer le mercure jusqu'au degré où il commence à s'élever en vapeurs, et en même temps faire rougir au feu la poudre des métaux qu'on veut amalgamer pour la triturer avec le mercure chaud. Les métaux qui, comme l'étain et le plomb, se fondent avant de rougir, s'amalgament plus aisément et plus promptement que les autres; car ils se mêlent avec le mercure qu'on projette dans leur fonte, et il ne faut que la remuer légèrement pour que le mercure s'attache à toutes leurs parties métalliques. Quant à l'or, l'argent et le cuivre, ce n'est qu'avec leurs poudres rougies au feu que l'on peut amalgamer le mercure, car si l'on en versait sur ces métaux fondus, leur chaleur trop forte dans cet état de fusion non-seulement le sublimerait en vapeurs, mais produirait des explosions dangereuses.

Autant l'amalgame de l'or et de l'argent se fait aisément, soit à chaud, soit à froid, autant l'amalgame du cuivre est difficile et lent : la manière la plus sûre et la moins longue de faire cet amalgame est de tremper des lames de cuivre dans la dissolution du mercure par l'acide nitreux; le mercure dissous s'attache au cuivre et en blanchit les lames. Cette union du mercure et du cuivre ne se fait donc que par le moyen de l'acide, comme celle du mercure et du soufre se fait par le moyen de l'alcali.

On peut verser du mercure dans du plomb fondu sans qu'il y ait explosion, parce que la chaleur qui tient le plomb en fusion est fort au-dessous de celle qui est nécessaire pour y tenir l'or et l'argent : aussi l'amalgame se fait très-aisément avec le plomb fondu; il en est de même de l'étain : mais il peut aussi se faire à froid avec ces deux métaux en les réduisant en poudre et en les triturant longtemps avec le mercure; c'est avec cet amalgame de plomb qu'on lute les bocaux ou vases de verre dans lesquels on conserve les animaux dans l'esprit-de-vin.

L'amalgame avec l'étain est d'un très-grand et très-agréable usage pour l'étagage des glaces : ainsi, des six métaux, il y en a quatre, l'or, l'argent, le plomb

et l'étain, avec lesquels le mercure s'amalgame naturellement, soit à chaud, soit à froid ; il ne se joint au cuivre que par intermède ; enfin il refuse absolument de s'unir au fer ; et nous allons trouver les mêmes différences dans les demi-métaux.

Le bismuth et le mercure s'unissent en les triturant ensemble ; ils s'amalgament encore mieux lorsque le bismuth est en fusion, et ils forment des cristaux noirs assez réguliers, et qui ont peu d'adhérence entre eux : mais cette cristallisation du bismuth n'est pas un effet qui lui soit propre et particulier ; car l'on est également parvenu à obtenir par le mercure une cristallisation de tous les métaux avec lesquels il peut s'unir.

Lorsqu'on mêle le mercure avec le zinc en fusion, il se fait un bruit de *grésillement* semblable à celui de l'huile bouillante dans laquelle on trempe un corps froid ; cet amalgame prend d'abord une sorte de solidité, et redevient fluide par la simple trituration. Le même effet arrive lorsqu'on verse du mercure dans l'huile bouillante ; il prend même une solidité plus durable que dans le zinc fondu. Néanmoins cette union du zinc et du mercure paraît être un véritable amalgame ; car l'un de nos plus savants chimistes, M. Sage, a reconnu qu'il se cristallise comme les autres amalgames ; et d'ailleurs, le mercure semble dissoudre à froid quelque portion du zinc : cependant, cette union du zinc et du mercure paraît être incomplète ; car il faut agiter le bain, qui est toujours gluant et pâteux.

On ne peut pas dire non plus qu'il se fasse un amalgame direct et sans intermède entre le mercure et le régule d'arsenic, lors même qu'il est en fusion. Enfin, le mercure ne peut s'amalgamer d'aucune manière avec l'antimoine et le cobalt. Ainsi, de tous les demi-métaux, le bismuth est le seul avec lequel le mercure s'amalgame naturellement : et qui sait si cette résistance à s'unir avec ces substances métalliques, et la facilité de s'amalgamer avec d'autres, et particulièrement avec l'or et l'argent, ne proviennent pas de quelque qualité commune dans leur tissu qui leur permet de s'humecter de cette eau métallique, laquelle a tant de rapports avec eux par sa densité ?

Quoi qu'il en soit, on voit, par ces différentes combinaisons du mercure avec les matières métalliques, qu'il n'a réellement d'affinité bien sensible qu'avec l'or et l'argent, et que ce n'est pour ainsi dire que par force et par des affinités préparées par le feu, qu'il se joint aux autres métaux, et que même il s'unit plus facilement et plus intimement avec les substances animales et végétales qu'avec toutes les matières minérales, à l'exception de l'or et de l'argent.

Au reste, ce n'est point un amalgame ; mais un onguent que forme le mercure mêlé par la trituration avec les huiles végétales et les graisses animales : elles agissent sur le mercure comme le foie de soufre ; elles le divisent en particules presque infiniment petites ; et par cette division extrême, cette matière si dense pénètre tous les pores des corps organisés, surtout ceux où elle se trouve aidée de la chaleur, comme dans le corps des animaux, sur lequel elle produit des effets salutaires ou funestes, selon qu'elle est administrée. Cette union des graisses avec le mercure

paraît même être plus intime que celle de l'amalgame qui se fait à froid avec l'or et l'argent, parce que deux fluides qui ont ensemble quelque affinité se mêleront toujours plus aisément qu'un solide avec un fluide, quand même il y aurait entre eux une plus forte attraction ; ainsi les graisses agissent peut-être plus puissamment que ces métaux sur la substance du mercure, parce qu'en se raneissant, elles saisissent l'acide aérien qui doit agir sur le mercure, et la preuve en est qu'on peut le retirer sans aucune perte de tous les amalgames, au lieu qu'en fondant la graisse on ne le retire pas entier, surtout si l'onguent a été gardé assez longtemps pour que la graisse ait exercé toute son action sur le mercure.

Considérant maintenant les effets des dissolvants sur le mercure, nous verrons que les acides ne le dissolvent pas également comme ils dissolvent les métaux, puisque le plus puissant de tous, l'acide vitriolique, ne l'attaque qu'au moyen d'une forte chaleur. Il en est à peu près de même de l'acide marin : pour qu'il s'unisse intimement avec le mercure, il faut que l'un et l'autre soient réduits en vapeurs, et de leur combinaison résulte un sel d'une qualité très-funeste, qu'on a nommé *sublimé corrosif*. Dans cet état forcé, le mercure ne laisse pas de conserver une si grande attraction avec lui-même, qu'il peut se surcharger des trois quarts de son poids de mercure nouveau ; et c'est en chargeant ainsi le sublimé corrosif de nouveau mercure, qu'on en diminue la qualité corrosive, et qu'on en fait une préparation salutaire qu'on appelle *mercure doux*, qui contient en effet si peu de sel marin, qu'il n'est pas dissoluble dans l'eau. On peut donc dire que le mercure oppose une grande résistance à l'action de l'acide vitriolique et de l'acide marin ; mais l'acide nitreux le dissout avec autant de promptitude que d'énergie : lorsque cet acide est pur, il a la puissance de le dissoudre sans le secours de la chaleur ; cette dissolution produit un sel blanc qui peut se cristalliser, et qui est corrosif comme celui de la dissolution d'argent par cet acide. Dans cette dissolution le mercure est en partie calciné ; car, après la formation des cristaux, il se précipite en poudre d'un jaune citrin qu'on peut regarder comme une chaux de mercure. Au reste, l'acide nitreux, qui dissout si puissamment le mercure coulant, n'attaque point le cinabre, parce que le mercure y est défendu par le soufre qui l'enveloppe, et sur lequel cet acide n'a point d'action. Cette différence entre le mercure et le soufre semble indiquer qu'autant le soufre contient de feu fixe, autant le mercure en est privé ; et cela confirme l'idée que l'essence du mercure tient plus à l'élément de l'eau qu'à celui du feu.

Des acides végétaux, celui du tartre est le seul qui agisse sensiblement sur le mercure ; le vinaigre ne l'attaque pas dans son état coulant, et ne s'unit qu'avec sa chaux : mais en triturant longtemps la crème de tartre avec le mercure coulant, on vient à bout de les unir en y ajoutant néanmoins un peu d'eau ; on pourrait donc dire qu'aucun acide végétal n'agit directement et sans intermède sur le mercure. Il en est de même des acides qu'on peut tirer des animaux : ils ne dissolvent ni n'attaquent le mercure, à moins qu'ils ne soient mêlés d'huile ou de graisse ; en sorte que, à tout considérer, il n'y a que l'acide aérien qui agisse à la longue par

l'intermède des graisses sur le mercure et l'acide nitreux qui le dissout d'une manière directe et sans intermède : car les alcalis fixes ou volatils n'ont aucune action sur le mercure coulant, et ne peuvent se combiner avec lui que quand ils le saisissent en vapeurs ou en dissolutions; ils le précipitent alors sous la forme d'une poudre ou chaux, mais que l'on peut toujours revivifier sans addition de matière carbonneuse ou inflammable : on produit cet effet par les seuls rayons du soleil au foyer d'un verre ardent.

Une preuve particulière de l'impuissance des acides végétaux ou animaux pour dissoudre le mercure, c'est que l'acide des fourmis, au lieu de dissoudre sa chaux, la revivifie; il ne faut pour cela que les tenir ensemble en digestion.

Le mercure n'étant par lui-même ni acide, ni alcalin, ni salin, ne me paraît pas devoir être mis au nombre des dissolvants, quoiqu'il s'attache à la surface et pénètre les pores de l'or, de l'argent et de l'étain : ces trois métaux sont les seules matières auxquelles il s'unit dans son état coulant, et c'est moins une dissolution qu'une humectation; ce n'est que par addition aux surfaces et par juxtaposition, et non par pénétration intime et décomposition de la substance de ces métaux, qu'il se combine avec eux.

Non-seulement tous les alcalis, ainsi que les terres absorbantes, précipitent le mercure de ses dissolutions et le font tomber en poudre noire ou grise, qui prend avec le temps une couleur rouge, mais certaines substances métalliques le précipitent également : le cuivre, l'étain et l'antimoine ne décomposent pas ces dissolutions : et ces précipités, tous revivifiés, offrent également du mercure coulant.

On détruit en quelque sorte la fluidité du mercure en l'amalgamant avec les métaux, ou en l'unissant avec les graisses : on peut même lui donner une demi-solidité en le jetant dans l'huile bouillante; il y prend assez de consistance pour qu'on puisse le manier, l'étendre et en faire des anneaux et d'autres petits ouvrages; le mercure reste dans cet état de solidité, et ne reprend sa fluidité qu'à l'aide d'une chaleur assez forte.

Il y a donc deux circonstances, bien éloignées l'une de l'autre, dans lesquelles néanmoins le mercure prend également de la solidité, et ne reprend de la fluidité que par l'accession de la chaleur : la première est celle du très-grand froid, qui ne lui donne qu'une solidité presque momentanée, et que le moindre degré de diminution de ce froid, c'est-à-dire la plus petite augmentation de chaleur, liquéfie; la seconde au contraire n'est produite que par une très-grande chaleur, puisqu'il prend cette solidité dans l'huile bouillante ou dans le zinc en fusion, et qu'il ne peut ensuite se liquéfier que par une chaleur encore plus grande. Quelle conséquence directe peut-on tirer de la comparaison de ces deux mêmes effets dans des circonstances si opposées, sinon que le mercure participant de la nature de l'eau et de celle du métal, il se gèle, comme l'eau, par le froid, d'une part, et, de l'autre, se consolide, comme fait un métal en fusion, par la température actuelle, en ne reprenant sa fluidité, comme tout autre métal, que par une forte chaleur? Néanmoins cette conséquence n'est peut-être pas vraie, et il se peut que cette solidité

qu'acquiert le mercure dans l'huile bouillante et dans le zinc fondu provienne du changement brusque d'état que la forte chaleur occasionne dans ses parties intégrantes, et peut-être aussi de la combinaison réelle des parties de l'huile ou du zinc qui en font un amalgame solide.

Quoi qu'il en soit, on ne connaît aucun autre moyen de fixer le mercure : les alchimistes ont fait de vains et immenses travaux pour atteindre ce but : l'homme ne peut transmuier les substances, ni d'un liquide de nature en faire un solide par l'art ; il n'appartient qu'à la nature de changer les essences (1) et de convertir les éléments, et encore faut-il qu'elle soit aidée de l'éternité du temps, qui, réunie à ses hautes puissances, amène toutes les combinaisons possibles, et toutes les formes dont la matière peut devenir susceptible.

Il en est à peu près de même des grandes recherches et des longs travaux que l'on a faits pour tirer le mercure des métaux ; nous avons vu qu'il ne peut pas exister dans les mines primordiales formées par le feu primitif ; dès lors il serait absurde de s'obstiner à le rechercher dans l'or, l'argent et le cuivre primitif, puisqu'ils ont été produits et fondus par ce feu : il semblerait plus raisonnable d'essayer de le trouver dans les matières dont la formation est contemporaine ou peu antérieure à la sienne ; mais l'idée de ce projet s'évanouit encore lorsqu'on voit que le mercure ne se trouve dans aucune mine métallique, même de seconde formation, et que le seul fer décomposé et réduit en rouille l'accompagne quelquefois dans sa mine, où étant toujours uni au soufre et à l'alcali, ce n'est et ne peut même être que dans les terres grasses et chargées des principes du soufre par la décomposition des pyrites, qu'on pourra se permettre de le rechercher avec quelque espérance de succès.

Cependant plusieurs artistes, qui même ne sont pas alchimistes, prétendent avoir tiré du mercure de quelques substances métalliques : car nous ne parlerons pas du prétendu mercure des prétendus philosophes, qu'ils disent être plus pesant, moins volatil, plus pénétrant, plus adhérent aux métaux que le mercure ordinaire, et qui leur sert de base comme fluide ou solide ; ce mercure philosophique n'est qu'un être d'opinion, un être dont l'existence n'est fondée que sur l'idée assez spécieuse que le fond de tous les métaux est une matière commune, une terre que Becher a nommée *terre mercurielle*, et que les autres alchimistes ont regardée comme la base des métaux : or il me paraît qu'en retranchant l'excès de ces idées, et les examinant sans préjugé, elles sont aussi fondées que celles de quelques autres actuellement adoptées dans la chimie. Ces êtres d'opinion dont on fait des principes portent également sur l'observation de plusieurs qualités communes, qu'on voudrait expliquer par un même agent doué d'une propriété générale : or, comme les mé-

(1) Je ne puis donner une entière confiance à ce qui est rapporté dans les *Récréations chimiques*, par M. Parmentier, tome I, pages 339 et suivantes. C'est néanmoins ce que nous avons de plus authentique sur la transmutation des métaux : on y donne un procédé pour convertir le mercure en or résistant à toute épreuve, et ce, par le moyen de l'acide du tartre : ce procédé, qui est de Constantin, a été répété par Mayer et vérifié par M. Parmentier, qui a soin d'avancer qu'il n'est pas fait pour enrichir.

taux ont évidemment plusieurs qualités communes, il n'est pas déraisonnable de chercher quelle peut être la substance active ou passive qui, se trouvant également dans tous les métaux, sert de base générale à leurs propriétés communes ; on peut même donner un nom à cet être idéal pour pouvoir en parler et s'étendre sur ses propriétés supposées : c'est là tout ce qu'on doit se permettre ; le reste est un excès, une source d'erreurs, dont la plus grande est de regarder ces êtres d'opinion comme réellement existants, et de les donner pour des substances matérielles, tandis qu'ils ne représentent que par abstraction des qualités communes de ces substances.

Nous avons présenté dans le premier volume de cette histoire la grande division des matières qui composent le globe de la terre : la première classe contient la matière vitreuse fondue par le feu ; la seconde, les matières calcaires formées par les eaux ; la troisième, la terre végétale provenant du détriment des végétaux et des animaux : or il ne paraît pas que les métaux soient expressément compris dans ces trois classes, car ils n'ont pas été réduits en verre par le feu primitif ; ils tirent encore moins leur origine des substances calcaires ou de la terre végétale. On doit donc les considérer comme faisant une classe à part, et certainement ils sont composés d'une matière plus dense que celle de toutes les autres substances : or quelle est cette matière si dense ? est-ce une terre solide, comme leur dureté l'indique ? est-ce un liquide pesant, comme leur affinité avec le mercure semble aussi l'indiquer ? est-ce un composé de solide et de liquide tel que la prétendue terre mercurielle ? ou plutôt n'est-ce pas une matière semblable aux autres matières vitreuses, et qui n'en diffère essentiellement que par sa densité et sa volatilité ? car on peut aussi la réduire en verre. D'ailleurs les métaux, dans leur état de nature primitive, sont mêlés et incorporés dans les matières vitreuses ; ils ont seuls la propriété de donner au verre des couleurs fixes que le feu même ne peut changer. Il me paraît donc que les parties les plus denses de la matière terrestre étant douées, relativement à leur volume, d'une plus forte attraction réciproque, elles se sont, par cette raison, séparées des autres, et réunies entre elles sous un plus petit volume ; la substance des métaux prise en général ne présente donc qu'un seul but à nos recherches, qui serait de trouver, s'il est possible, les moyens d'augmenter la densité de la matière vitreuse au point d'en faire un métal, ou seulement d'augmenter celle des métaux qu'on appelle imparfaits, autant qu'il serait nécessaire pour leur donner la pesanteur de l'or. Ce but est peut-être placé au delà des limites de la puissance de notre art ; mais au moins il n'est pas absolument chimérique, puisque nous avons déjà reconnu une augmentation considérable de pesanteur spécifique dans plusieurs alliages métalliques.

Le chimiste Juncker a prétendu transmuier le cuivre en argent, et il a recueilli les procédés par lesquels on a voulu tirer du mercure des métaux ; je suis persuadé qu'il n'en existe dans aucun métal de première formation, non plus que dans aucune mine primordiale, puisque ces métaux et le mercure n'ont pu être produits ensemble. M. Grosse, de l'Académie des Sciences, s'est trompé sur le plomb dont

il a dit avoir tiré du mercure; car son procédé a été plusieurs fois répété, et toujours sans succès, par les plus habiles chimistes: mais quoique le mercure n'existe pas dans les métaux produits par le feu primitif, non plus que dans leurs mines primordiales, il peut se trouver dans les mines métalliques de dernière formation, soit qu'elles aient été produites par le dépôt et la stillation des eaux, ou par le moyen du feu et par la sublimation dans les terrains volcanisés.

Plusieurs auteurs célèbres, et entre autres Becher et Lancelot, ont écrit qu'ils avaient tiré du mercure de l'antimoine; quelques-uns même ont avancé que ce demi-métal n'était que du mercure fixé par une vapeur arsenicale. M. de Souhey, ci-devant médecin consultant du roi, a bien voulu me communiquer un procédé par lequel il assure aussi avoir tiré du mercure de l'antimoine (1). D'autres chimistes disent avoir augmenté la quantité du mercure en traitant le sublimé corrosif avec le cinabre d'antimoine; d'autres, par des préparations plus combinées, prétendent avoir converti quelques portions d'argent en mercure; d'autres enfin assurent en avoir tiré de la limaille de fer, ainsi que de la chaux, du cuivre, et même de l'argent et du plomb, à l'aide de l'acide marin.

4) « Le mercure, dit M. de Souhey, est un mixte aqueux et terreux, dans lequel il entre une portion du principe inflammable et sulfureux, et qui est chargé jusqu'à l'excès de la troisième terre de Becher; voilà, dit-il, la meilleure définition qu'on puisse donner du mercure. Il m'a paru si avide du principe constituant les métaux et les demi-métaux, que je suis parvenu à précipiter ceux-ci avec le mercure ordinaire sous une forme de chaux réductible, sans addition, avec le secours de l'eau et avec celui du feu; j'ai ainsi calciné tous les métaux, même les plus parlais, d'une manière aussi irréductible, avec du mercure tiré des demi-métaux.

» L'affinité du mercure est si grande avec les métaux et les demi-métaux, qu'on pourrait, pour ainsi dire, assurer que le mercure est au règne minéral et que l'eau est aux deux autres règnes. Pour prouver cette assertion, j'ai fait des essais sur les demi-métaux, et j'expose seulement ici le procédé fait sur le régule d'antimoine. En fondant une partie de ce régule avec deux parties d'argent (qui sert ici d'intermédiaire et qu'on sépare l'opération finie), on réduira cette matière en poudre qu'on amalgamera avec cinq ou six parties de mercure; on triturera le mélange avec de l'eau de fontaine pendant douze à quinze heures, jusqu'à ce qu'elle en sorte blanche; l'amalgame sera longtemps brun, et, par les lotions répétées, l'eau entraînera peu à peu avec elle le régule sous une forme de chaux noire entièrement fusible; cette chaux recueillie avec soin, séchée et mise au feu dans une cornue, on en sépare le mercure qui s'y était mêlé; en décantant l'eau qui a servi à nettoyer l'amalgame, on ne trouvera que les deux tiers du poids du régule qui avait été fondu et ensuite amalgamé avec le mercure; on sépare aussi par la sublimation celui qui était resté avec l'argent: alors, si l'opération a été bien faite, l'argent sera dégagé de tout alliage, et très-blanc; le mercure aura augmenté sensiblement de poids, en tenant compte de celui qui était mêlé avec la chaux du régule qu'on suppose avoir été séparé par la distillation. On peut conclure que le mercure s'est approprié le tiers du poids qui manque sur la totalité du régule, et que ce tiers s'est réduit en mercure, ne pouvant plus s'en séparer; les deux tiers restants quittent l'état de chaux si on les rétablit par les procédés ordinaires avec le flux noir ou autre fondant, et l'expérience peut être répétée jusqu'à ce que le régule d'antimoine soit en entier réduit en mercure.

» Si l'on fait évaporer jusqu'à siccité l'eau qui a servi aux lotions, après l'avoir laissé déposer, il restera une terre grisâtre ayant un goût salin, et rougissant un peu au feu; cette terre appartenait au mercure, qui l'a déposée dans l'eau qui la tenait en dissolution.

» Le mercure, dans l'opération ci-dessus, fait la fonction du feu, et produit les mêmes effets: il a fait disparaître du régule d'antimoine son aspect brillant; il lui a fait perdre une partie de son poids en le calcinant d'une manière irréductible, sans addition, avec le secours de l'eau et de la trituration, aussi complètement que pourrait le faire le feu.

On peut remarquer, dans cet exposé de M. de Souhey, que son idée sur l'essence du mercure, qu'il regarde comme une eau métallique, s'accorde avec les miennes: mais j'observerai qu'il n'est pas étonnant que les métaux traités avec le mercure se calcinent même par la simple trituration; on sait que le métal fixe retient un peu de mercure au feu de distillation; on sait aussi que le mercure emporte à la distillation un peu des métaux fixes: ainsi tant qu'on n'aura pas purifié le mercure, que l'on croit avoir augmenté par le régule d'antimoine, ce fait ne sera pas démontré.

C'est par l'acide marin, et même par les sels qui en contiennent, que le mercure est précipité plus abondamment de ses dissolutions, et ses précipités ne sont point en poudre sèche, mais en mucilage ou gelée blanche, qui a quelque consistance ; c'est une sorte de sel mercuriel, qui, néanmoins, n'est guère soluble dans l'eau. Les autres précipités du mercure par l'alcali et par les terres absorbantes sont en poudre de couleurs différentes : tous ces précipités détonent avec le soufre ; et M. Bayen a reconnu qu'ils retiennent tous quelques portions de l'acide dissolvant et des substances qui ont servi à la précipitation.

On connaît en médecine les grands effets du mercure mêlé avec les graisses, dans lesquelles néanmoins on le croirait éteint : il suffit de se frotter la peau de cette pommade mercurielle pour que ce fluide si pesant soit saisi par intus-susception et entraîné dans toutes les parties intérieures du corps, qu'il pénètre intimement et sur lesquelles il exerce une action violente, qui se porte particulièrement aux glandes, et se manifeste par la salivation : le mercure, dans cet état de pommade ou d'union avec la graisse, a donc une très-grande affinité avec les substances vivantes, et son action paraît cesser avec la vie ; elle dépend, d'une part, de la chaleur et du mouvement des fluides du corps, et d'autre part, de l'extrême division de ses parties, qui, quoique très-pesantes en elles-mêmes, peuvent, dans cet état de petitesse extrême, nager avec le sang et même le surnager, comme il surnage les acides dans sa dissolution en formant une pellicule au-dessus de la liqueur dissolvante. Je ne vois donc pas qu'il soit nécessaire de supposer au mercure un état salin pour rendre raison de ses effets dans les corps animés, puisque son extrême division suffit pour les produire, sans addition d'aucune autre matière étrangère que celle de la graisse, qui en a divisé les parties et leur a communiqué son affinité avec les substances animales : car le mercure en masse coulante et même en cinabre, appliqué sur le corps ou pris intérieurement, ne produit aucun effet sensible, et ne devient nuisible que quand il est réduit en vapeurs par le feu, ou divisé en particules infiniment petites par les substances qui, comme les graisses, peuvent rompre les liens de l'attraction réciproque de ses parties.

 DE L'ANTIMOINE.

De même que le mercure est plutôt une eau métallique qu'un métal, l'antimoine et les autres substances auxquelles on a donné le nom de *demi-métaux* ne sont dans la réalité que des terres métalliques et non pas des métaux. L'antimoine dans sa mine est uni aux principes du soufre, et les contient en grande quantité, comme le mercure dans sa mine est de même abondamment mêlé avec le soufre

et l'alcali : il a donc pu se former, comme le cinabre, par l'intermède du foie de soufre dans les terres calcaires et limoneuses qui contiennent de l'alcali; et en général il me paraît que le foie de soufre a souvent aidé plus qu'aucun autre agent à la minéralisation de tous les métaux. De plus, l'antimoine et le cinabre, quoique si différents en apparence, ont néanmoins plusieurs rapports ensemble, et une grande tendance à s'unir. L'esprit de sel a autant d'affinité avec le mercure qu'avec le régule d'antimoine. D'ailleurs, quoique le cinabre diffère beaucoup de l'antimoine cru par la densité (1), ils se ressemblent par la quantité de soufre qu'ils contiennent : et cette quantité de soufre est même plus grande dans l'antimoine, relativement à son régule, que dans le cinabre, relativement au mercure coulant. L'antimoine cru contient ordinairement plus d'un tiers de parties sulfureuses sur moins de deux tiers de parties qu'on appelle *métalliques*, quoiqu'elles ne se réduisent point en métal, mais en un simple régule auquel on ne peut donner ni la ductilité ni la fixité, qui sont deux propriétés essentielles aux métaux. La plupart des mines d'antimoine, ainsi que celles de cinabre, se trouvent donc également dans les montagnes à couches : mais quelques-unes gisent aussi, comme les galènes de plomb, dans les fentes du quartz en état pyriteux ; ce qui leur est commun avec plusieurs minerais formés secondairement par l'action des principes minéralisateurs : aussi les gangues qui accompagnent le minerai de l'antimoine sont-elles de diverse nature, selon la position de la mine dans des couches de matières différentes ; ce sont ou des pierres vitreuses et schisteuses, ou des terres argileuses, calcaires, etc. ; et il est toujours aisé d'en séparer la mine d'antimoine par une première fusion, parce qu'il ne lui faut pas un grand feu pour la fondre, et qu'en la mettant dans des vaisseaux percés de petits trous, elle coule avec son soufre, et tombe dans d'autres vases en laissant dans les premiers toute la pierre ou la terre dont elle était mêlée. Cet antimoine de première fusion, et qui contient encore son soufre, s'appelle *antimoine cru*, et il est déjà bien différent de ce qu'il était dans sa mine, où il se présente sans aucune forme régulière ni structure distincte, et souvent en masses informes, qu'on reconnaît néanmoins pour des matières minérales à leur tissu serré, à leur grain fin comme celui de l'acier, et au poli qu'on peut leur donner, ou qu'elles ont naturellement, mais qui s'éloigne en même temps de l'essence métallique, en ce qu'elles sont cassantes comme le verre, et même beaucoup plus friables. Le minerai d'antimoine se présente aussi en petites masses composées de lames minces comme celles de la galène de plomb, mais presque toujours disposées d'une manière assez confuse. Toutes ces mines d'antimoine se fondent sans se décomposer, c'est-à-dire sans se séparer des principes minéralisateurs avec lesquels ce minéral est uni ; et dans cet état, qu'on obtient aisément par la liquation, l'antimoine a déjà pris une forme plus régulière et des caractères plus décidés ; il

(1) La pesanteur spécifique de l'antimoine cru est de 40643, et celle du régule d'antimoine est de 67021 : et de même la pesanteur spécifique du cinabre est de 402185, et celle du mercure coulant est de 133681.

est alors d'un gris bleuâtre et brillant, et son tissu est composé de longues aiguilles fines très-distinctes, quoique posées les unes sur les autres encore assez irrégulièrement.

Lorsqu'on a obtenu par la fonte cet antimoine cru, ce n'est encore, pour ainsi dire qu'un minerai d'antimoine qu'il faut ensuite séparer de son soufre; pour cela on le réduit en poudre qu'on met dans un vaisseau de terre évasé; on le chauffe par degrés en le remuant continuellement; le soufre s'évapore peu à peu, et l'on ne cesse le feu que quand il ne s'élève plus de vapeurs sulfureuses. Dans cette calcination, comme dans toutes les autres, l'air s'attache à la surface des parties du minéral, qui, par cette addition de l'air, augmente de volume, et prend la forme d'une chaux grise. Pour obtenir l'antimoine en régule, il faut débarrasser cette chaux de l'air qu'elle a saisi, en lui présentant quelque matière inflammable avec laquelle l'air ayant plus d'affinité laisse l'antimoine dans son premier état, et même plus pur et plus parfait qu'il ne l'était avant la calcination: mais si l'on continue le feu sur la chaux d'antimoine sans y mêler des substances inflammables, on n'obtient, au lieu de régule, qu'une matière compacte et cassante d'un jaune rougeâtre plus ou moins foncé, quelquefois transparente, quelquefois opaque et noire si la calcination n'a été faite qu'à demi; les chimistes ont donné le nom de *foie d'antimoine* à cette matière opaque, et celui du verre d'antimoine à la première qui est transparente. On fait ordinairement passer l'antimoine cru par l'un de ces trois états de chaux, de foie, ou de verre, pour avoir son régule: mais on peut aussi tirer ce régule immédiatement de l'antimoine cru (1), en le réduisant en poudre, et le faisant fondre en vaisseaux clos avec addition de quelques matières qui ont plus d'affinité avec le soufre qu'avec l'antimoine, en sorte qu'après cette réduction, ce n'est plus de l'antimoine cru mêlé de soufre, mais de l'antimoine épuré, perfectionné par les mêmes moyens que l'on perfectionne le fer pour le convertir en acier (2). Ce régule d'antimoine ressemble à un métal par son opacité, sa dureté, sa densité: mais il n'a ni ductilité, ni ténacité, ni fixité, et n'en peut même acquérir par aucun moyen; il est cassant, presque friable, et composé de facettes d'un blanc brillant, quoiqu'un peu brun. Ce régule est un produit de notre art, qui ne doit se trouver dans la nature que par accident, et dans le voisinage des feux souterrains; c'est un état foré, différent de celui de l'antimoine naturel, et on peut lui rendre ce premier état en lui rendant le soufre dont on l'a

(1) « Ce régule se tire également de l'antimoine cru par une sorte de précipitation par la voie sèche: on le mêle pour cela avec des matières qui ont plus d'affinité avec le soufre; le mélange étant dissous par le feu, la fluidité met en jeu ces affinités, et le régule plus pesant que les scories sulfureuses, forme au fond du creuset un beau culot cristallisé, que les alchimistes ont pris pour l'étoile des mages. » (*Éléments de chimie*, par M. de Morveau, tome I, page 254.) Ce nom de *régule* ou *petit roi* a été donné par eux à ce culot métallique de l'antimoine qui semblaient, au gré de leur espérance, annoncer l'arrivée du grand roi, c'est-à-dire de l'or.

(2) Cette comparaison est d'autant plus juste que quand on convertit par la cémentation le fer en acier, il s'élève à la surface du fer un grand nombre de petites boursouffures qui ne sont remplies que de l'air fixe qu'il contenait, et dont le feu fixe prend la place: car sa pesanteur, qui serait diminuée par cette perte si rien ne la compensait, est au contraire augmentée; ce qui ne peut provenir que de l'addition du feu fixe qui s'incorpore dans la substance de ce fer converti en acier.

dépouillé; car il suffit de fondre ce régule avec du soufre pour en faire un antimoine artificiel, que les chimistes ont appelé *antimoine ressuscité*, parce qu'il ressemble à l'antimoine cru, et qu'il est composé, dans son intérieur, des mêmes matières également disposées en aiguilles.

Le régule d'antimoine diffère encore des métaux par la manière dont il résiste aux acides; ils le calcinent plutôt qu'ils ne le dissolvent, et ils n'agissent sur ce régule que par des affinités combinées. Il diffère encore des métaux par sa grande volatilité, car si on l'expose au feu libre, il se calcine, à la vérité, comme les métaux, en se chargeant d'air fixe, mais il perd en même temps une partie de sa substance, qui s'exhale en fumée que l'on peut condenser et recueillir en aiguilles brillantes, auxquelles on a donné le nom de *fleurs argentines d'antimoine*. Néanmoins, ce régule paraît participer de la nature des métaux par la propriété qu'il a de pouvoir s'allier avec eux; il augmente la densité du cuivre et du plomb, et diminue celle de l'étain et du fer; il rend l'étain plus cassant et plus dur; il augmente aussi la fermeté du plomb; et c'est de cet alliage de régule d'antimoine et de plomb qu'on se sert pour faire les caractères d'imprimerie: mêlé avec le cuivre et l'étain, il en rend le son plus agréable à l'oreille et plus argentin; mêlé avec le zinc, il le rend spécifiquement plus pesant, et de toutes les matières métalliques, le bismuth, et peut-être le mercure, sont les seuls avec lesquels le régule peut s'allier ou s'amalgamer.

Considérant maintenant ce minéral tel qu'il existe dans le sein de la terre, nous observerons qu'il se présente dans des états différents, relatifs aux différents temps de la formation de ces mines et aux différentes matières dont elles sont mélangées. La première et la plus ancienne formation de ce minéral date du même temps que celle du plomb ou de l'étain, c'est-à-dire du temps de la calcination de ces métaux par le feu primitif et de la production des pyrites après la chute des eaux: aussi les mines primordiales d'antimoine sont en filons et en minerais comme celles de plomb; mais on en trouve qui sont mélangées de matières ferrugineuses, et qui paraissent être d'une formation postérieure. Le minerai d'antimoine, comme les galènes du plomb, est composé de lames minces plus longues ou plus courtes, plus étroites ou plus larges, convergentes ou divergentes, mais toutes lisses et brillantes d'un beau blanc d'argent: quelquefois ces premières mines d'antimoine contiennent, comme celles du plomb, une quantité considérable d'argent; et de la décomposition de cette mine d'antimoine tenant argent, il s'est formé des mines par la stillation des eaux, qui ne sont dès lors que de troisième formation. Ces mines qu'on appelle *mines en plumes*, à cause de leur légèreté, pourraient avoir été sublimées par l'action de quelque feu souterrain. Elles sont composées de petits filets solides et élastiques, quoique très-déliés et assez courts, dont la couleur est ordinairement d'un bleu noirâtre, et souvent variée de nuances vives, ou plutôt de reflets de couleurs irisées, comme cela se voit sur toutes les substances demi-transparentes et très-minces: telle est cette belle mine d'antimoine de *Felsobania*, si recherchée par les amateurs pour les cabinets d'histoire naturelle. Il y a aussi de

ces mines dont les filets sont tous d'une belle couleur rouge, et qui, selon M. Bergman, contiennent de l'arsenic. Toutes ces mines secondaires d'antimoine, grises, rouges ou variées, sont de dernière formation, et proviennent de la décomposition des premières.

Nous avons en France quelques bonnes mines d'antimoine ; mais nous n'en tirons pas tout le parti qu'il serait aisé d'en tirer, puisque nous faisons venir de l'étranger la plupart des préparations utiles de ce minéral. M. Le Monnier, premier médecin ordinaire du roi, a particulièrement observé les mines d'antimoine de la Haute-Auvergne. « Celle de Mercœur, à deux lieues de Brioude, était, dit-il, en pleine exploitation en 1739, et l'on sentait de loin l'odeur du soufre qui s'exhale des fours dans lesquels on fait fondre la mine d'antimoine. La mine s'annonce par des veines plombées qu'on aperçoit sur des bancs de rochers qui courent à fleur de terre... Cette mine de Mercœur fournit une très-grande quantité d'antimoine. Mais il y a encore une autre mine beaucoup plus riche au Puy de La Fage, qui n'est qu'à une lieue de Mercœur : elle est extrêmement pure, et rend souvent soixante-quinze pour cent ; les aiguilles sont toutes formées dans les filons de cette mine, et l'antimoine qu'on en tire est aussi beau que le plus bel antimoine de Hongrie... Un des plus petits filons, mais des plus riches, de la mine de Mercœur, et qui n'a que deux pouces de large, est uni du côté du nord à un rocher franc, qui est une gangue très-dure, parsemée de veines de marcassite ; et du côté du midi, il est contigu à une pierre assez tendre et graveleuse... Après cette pierre, suivent différents lits d'une terre savonneuse, légère, capable de s'effeuilleter à l'air, et dont la couleur est d'un jaune citron : cette terre, mise sur une pelle à feu, exhale une forte odeur de soufre ; mais elle ne s'embrase pas. » M. Le Monnier a bien voulu nous envoyer, pour le Cabinet du Roi, un morceau tiré de ce filon, et dans lequel on peut voir ces différentes matières. Il rapporte, dans ce même Mémoire, les procédés fort simples qu'on met en pratique pour fondre la mine d'antimoine en grand, et finit par observer qu'indépendamment de ces deux mines de La Fage et de Mercœur, il y en a plusieurs autres dans cette même province, qui, pour la plupart, sont négligées. MM. Hellot et Guettard font mention de celles de Langeac, de Chassignol, de Pradot, de Montel, de Brioude, et de quelques autres endroits. Il y a aussi des mines d'antimoine en Lorraine, en Alsace, en Poitou, en Bretagne, en Angoumois et en Languedoc.

Enfin M. de Gensanne a observé dans le Vivarais un gros filon de mine d'antimoine mêlé dans une veine de charbon de terre ; ce qui prouve, aussi bien que la plupart des exemples précédents, que ce minéral se trouve presque toujours dans les couches de la terre remuée et déposée par les eaux.

L'antimoine ne paraît pas affecter des lieux particuliers comme l'étain et le mercure ; il s'en trouve dans toutes les parties du monde : en Europe, celui de Hongrie est le plus fameux et le plus recherché.

On en trouve aussi dans plusieurs endroits de l'Allemagne : et l'on prétend avoir vu de l'antimoine natif en Italie, dans le canton de Sainte-Flore, proche Mana ; ce

qui ne peut provenir que de l'effet de quelques feux souterrains qui auraient liquéfié la mine de ce demi-métal.

En Asie, les voyageurs font mention de l'antimoine de Perse et de celui de Siam. En Afrique, il s'en trouve, au rapport de Léon l'Africain, au pied du mont Atlas. Enfin Alphonse Barba dit qu'au Pérou les mines d'antimoine sont en grand nombre, et quelques voyageurs en ont remarqué à Saint-Domingue et en Virginie.

On fait grand usage en médecine des préparations de l'antimoine, quoiqu'on l'ait d'abord regardé comme poison plutôt que comme remède. Ce minéral, pris dans sa mine, et tel que la nature le produit, n'a que peu ou point de propriétés actives ; elles ne sont pas même développées après sa fonte en antimoine cru, parce qu'il est encore enveloppé de son soufre : mais dès qu'il en est dégagé par la calcination ou la vitrification, ses qualités se manifestent ; la chaux, le foie et le verre d'antimoine sont tous de puissants émétiques ; la chaux est même un violent purgatif, et le régule se laisse attaquer par tous les sels et par les huiles ; l'alcali dissout l'antimoine cru, tant par la voie sèche que par la voie humide, et le kermès minéral se tire de cette dissolution. Toutes les substances salines ou huileuses développent dans l'antimoine les vertus émétiques ; ce qui semble indiquer que ce régule n'est pas un demi-métal pur, et qu'il est combiné avec une matière saline qui lui donne cette propriété active, d'où l'on peut aussi inférer que le foie de soufre a souvent eu part à sa minéralisation.

DU BISMUTH OU ÉTAÏN DE GLACE.

Dans le règne minéral, rien ne se ressemble plus que le régule d'antimoine et le bismuth, par la structure de leur substance ; ils sont intérieurement composés de lames minces d'une texture et d'une figure semblables, et appliquées de même les unes contre les autres : néanmoins, le régule d'antimoine n'est qu'un produit de l'art, et le bismuth est une production de la nature. Tous deux, lorsqu'on les fond avec le soufre, perdent leur structure en lames minces, et prennent la forme d'aiguilles appliquées les unes sur les autres : mais il est vrai que le cinabre du mercure et la plupart des autres substances dans lesquelles le soufre se combine, prennent également cette forme aiguillée, parce que c'est la forme propre du soufre qui se cristallise toujours en aiguilles.

Le bismuth se trouve presque toujours pur dans le sein de la terre ; il n'est pas d'un blanc aussi éclatant que le blanc de régule d'antimoine ; il est un peu jaunâtre, et il prend une teinte rougeâtre et des nuances irisées par l'impression de l'air.

Ce demi-métal est plus pesant que le cuivre, le fer et l'étain (1); et, malgré sa grande densité, le bismuth est sans ductilité : il a même moins de ténacité que le plomb, ou plutôt, il n'en a point du tout; car il est cassant et presque aussi friable qu'une matière qui ne serait pas métallique.

De tous les métaux et demi-métaux, le bismuth est le plus fusible; il lui faut moins de chaleur qu'à l'étain, et il communique de la fusibilité à tous les métaux avec lesquels on veut l'unir par la fusion. L'alliage le plus fusible que l'on connaisse est, suivant M. Darcet, de huit parties de bismuth, cinq de plomb et trois d'étain; et l'on a observé que ce mélange se fondait dans l'eau bouillante, et même à quelques degrés de chaleur au-dessous.

Exposé à l'action du feu, le bismuth se volatilise en partie et donne des fleurs comme le zinc, et la portion qui ne se volatilise pas se calcine à peu près comme le plomb. Cette chaux de bismuth, prise intérieurement, produit les mêmes mauvais effets que celle du plomb; elle se réduit aussi de même en litharge et en verre. Enfin, on peut se servir de ce demi-métal comme du plomb pour purifier l'or et l'argent; l'un de nos plus habiles chimistes assure même « qu'il est préférable au plomb, parce qu'il atténue mieux les métaux imparfaits et accélère la vitrification des terres et des chaux. » Cependant, il rapporte dans le même article une opinion contraire. « Le bismuth, dit-il, peut servir comme le plomb à la purification de la coupelle, quoique moins bien que le plomb, suivant M. Perner. » Je ne sais si cette dernière assertion est fondée : l'analogie semble nous indiquer que le bismuth doit purifier l'or et l'argent mieux et non pas *moins bien* que le plomb; car le bismuth atténue plus que le plomb les autres métaux, non-seulement par la purification de l'or et de l'argent par la fonte, mais même dans les amalgames avec le mercure, puisqu'il divise et atténue l'étain, et surtout le plomb, au point de le rendre, comme lui-même, aussi fluide que le mercure; en sorte qu'ils passent ensemble en entier à travers la toile la plus serrée ou la peau de chamois, et que le mercure ainsi amalgamé a besoin d'être converti en cinabre, et ensuite revivifié, pour reprendre sa première pureté. Le bismuth avec le mercure forment ensemble un amalgame coulant; et c'est ainsi que les droguistes de mauvaise foi falsifient le mercure, qui ne paraît pas moins coulant, quoique mêlé d'une assez grande quantité de bismuth.

L'impression de l'air se marque assez promptement sur le bismuth par les couleurs irisées qu'elle produit à sa surface, et bientôt succèdent à ces couleurs de petites efflorescences qui annoncent la décomposition de sa substance. Ces efflorescences sont une sorte de rouille ou de céruse assez semblable à celle du plomb; cette céruse est seulement moins blanche et presque toujours jaunâtre. C'est par ces efflorescences en rouille ou céruse que s'annoncent les minières de bismuth. L'air a produit cette décomposition à la superficie du terrain qui les recèle: mais,

(1) La pesanteur spécifique du bismuth natif est de 90202; celle du régule de bismuth de 98227; tandis que la pesanteur spécifique du cuivre passé à la filière, c'est-à-dire du cuivre le plus comprimé, n'est que de 88785. Voyez la Table de M. Brisson.

dans l'intérieur, le bismuth n'a communément subi que peu ou point d'altération; on le trouve pur ou seulement recouvert de cette céruse, et ce n'est que dans cet état de rouille qu'il est minéralisé; et néanmoins, dans sa mine comme dans sa rouille, il n'est presque jamais altéré en entier (1); car on y voit toujours des points ou des parties très-sensibles de bismuth pur, et tel que la nature le produit.

Or cette substance, la plus fusible de toutes les matières métalliques, et en même temps si volatile, et qui se trouve dans son état de nature en substance pure, n'a pu être produite, comme le mercure, que très-longtemps après les métaux et autres minéraux plus fixes et bien plus difficiles à fondre : la formation du bismuth est donc à peu près contemporain à celle du zinc, de l'antimoine et du mercure. Les matières métalliques plus ou moins volatiles les unes que les autres, et toutes reléguées dans l'atmosphère par la violence de la chaleur, n'ont pu tomber que successivement et peu de temps avant la chute des eaux : le bismuth en particulier n'est tombé que longtemps après les autres, et peu de temps avant le mercure; aussi tous deux ne se trouvent pas dans les montagnes vitreuses ni dans les matières produites par le feu primitif, mais seulement dans les couches de la terre formées par le dépôt des eaux.

Si l'on tient le bismuth en fusion à l'air libre, et qu'on le laisse refroidir très-lentement, il offre à sa surface de beaux cristaux cubiques et qui pénètrent à l'intérieur. Si au lieu de le laisser refroidir en repos, on le remue en soutenant le feu, il se convertit bientôt en une chaux grise, qui devient ensuite jaune et même un peu rouge par la continuité d'un feu modéré; et en augmentant le feu au point de faire fondre cette chaux, elle se convertit en un verre jaune rougeâtre, qui devient brun lorsqu'on le fond avec du verre blanc; et ce verre de bismuth, sans être aussi actif, lorsqu'il est fondu, que le verre de plomb, ne laisse pas d'attaquer les creusets.

Ce demi-métal s'allie avec tous les métaux : mais il ne s'unit que très-difficilement par la fusion avec les autres demi-métaux et terres métalliques; l'antimoine et le zinc, le cobalt et l'arsenic se refusent tous à cette union : il a en particulier si peu d'affinité avec le zinc, que quand on les fond ensemble ils ne peuvent se mêler; le bismuth, comme plus pesant, descend au fond du creuset, et le zinc reste au-dessus et le recouvre. Si on mêle le bismuth en égale quantité avec l'or fondu, il le rend très-aigre, et lui donne sa couleur blanche. Il ne rend pas l'argent si cassant que l'or, quoiqu'il lui donne aussi de l'aigreur sans changer sa couleur; il diminue le rouge du cuivre; il perd lui-même sa couleur blanche avec le plomb, et ils forment ensemble un alliage qui est d'un gris sombre; le bismuth mêlé en petite quantité avec l'étain lui donne plus de brillant et de dureté; enfin il peut s'unir au fer par un feu violent.

(1) Quoiqu'on n'ait pas trouvé en Allemagne de bismuth uni au soufre, il est cependant certain, dit M. Bergman, qu'il y en a dans quelques montagnes de Saède, et particulièrement à Riddarhywari en Westmanie.

Le soufre s'unit aussi avec le bismuth par la fusion, et leur composé se présente, comme le cinabre et l'antimoine eru, en aiguilles cristallisées.

L'acide vitriolique ne dissout le bismuth qu'à l'aide d'une forte chaleur, et c'est par cette résistance à l'action des acides qu'il se conserve dans le sein de la terre sans altération, car l'acide marin ne l'attaque pas plus que le vitriolique; il faut qu'il soit fumant, et encore il ne l'entame que faiblement et lentement. L'acide nitreux seul peut le dissoudre à froid : cette dissolution, qui se fait avec chaleur et effervescence, est transparente et blanche quand le bismuth est pur; mais elle se colore de vert s'il est mêlé de nickel, et elle devient rouge de rose et éramoisie s'il est mélangé de cobalt. Toutes ces dissolutions donnent un sel en petits cristaux au moment qu'on les laisse refroidir.

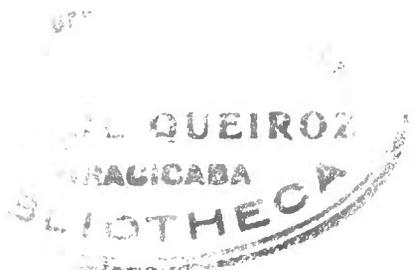
C'est en précipitant le bismuth de ses dissolutions qu'on l'obtient en poudre blanche, douce et luisante; et c'est avec cette poudre qu'on fait le fard qui s'applique sur la peau. Il faut laver plusieurs fois cette poudre pour qu'il n'y reste point d'acide, et la mettre ensuite dans un flacon bien bouché; car l'air la noircit en assez peu de temps, et les vapeurs du charbon ou les mauvaises odeurs des égouts, des latrines, etc., changent presque subitement ce beau blanc de perle en gris obscur, en sorte qu'il est souvent arrivé aux femmes qui se servent de ce fard de devenir tout à coup aussi noires qu'elles voulaient paraître blanches.

Les acides végétaux du vinaigre ou du tartre, non plus que les acerbés, tels que la noix de galle, ne dissolvent pas le bismuth, même avec le secours de la chaleur, à moins qu'elle ne soit poussée jusqu'à produire l'ébullition; les alcalis ne l'attaquent aussi que quand on les fait bouillir; en sorte que, dans le sein de la terre, ce demi-métal paraît être à l'abri de toute injure, et par conséquent de toute minéralisation, à moins qu'il ne rencontre de l'acide nitreux, qui seul a la puissance de l'entamer: et comme les sels nitreux ne se trouvent que très-rarement dans les mines, il n'est pas étonnant que le bismuth, qui ne peut être attaqué que par cet acide du nitre ou par l'action de l'air, ne se trouve que si rarement minéralisé dans le sein de la terre.

Je ne suis point informé des lieux où ce demi-métal peut se trouver en France; tous les morceaux que j'ai eu occasion de voir venaient de Saxe, de Bohême et de Suède; il s'en trouve aussi à Saint-Domingue, et vraisemblablement dans plusieurs autres parties du monde: mais peu de voyageurs ont fait mention de ce demi-métal, parce qu'il n'est pas d'un usage nécessaire et commun; cependant nous l'employons non-seulement pour faire du blanc de fard, mais aussi pour rendre l'étain plus dur et plus brillant. On s'en sert encore pour polir le verre, et même pour l'étamer; et c'est de cet usage qu'il a reçu le nom d'*étain de glace*.

Les expériences que l'on a faites sur ces propriétés relatives à la médecine n'ont découvert que des qualités nuisibles; et sa chaux prise intérieurement produit des effets semblables à ceux des chaux de plomb, et aussi dangereux: on en abuse de même pour adoucir les vins trop acides et désagréables au goût.

Quelques minéralogistes ont écrit que la mine de bismuth pouvait servir, comme celle du cobalt, à faire le verre bleu d'azur : « Elle laisse, disent-ils, suinter aisément une substance semi-métallique que l'on nomme *bismuth* ou *étain de glace*, et ensuite elle laisse une terre grise et fixe, qui, par sa vitrification, donne le bleu d'azur. » Mais cela ne prouve pas que le bismuth fournisse ce bleu ; car, dans sa mine, il est très-souvent mêlé de cobalt, et ce bleu provient sans doute de cette dernière matière. La *terre grise et fixe* n'est pas une terre de bismuth, mais la terre du cobalt qui était mêlé dans cette mine, et auquel même le bismuth n'était pas intimement lié, parce qu'il s'en sépare à la première fonte et à un feu très-modéré : et nous verrons qu'il n'y a aucune affinité entre le cobalt et le bismuth ; car quoiqu'ils se trouvent très-souvent mêlés ensemble dans leurs mines, chacun y conserve sa nature ; et au lieu d'être intimement uni, le bismuth n'est qu'interposé dans les mines de cobalt, comme dans presque toutes les autres où il se trouve, parce qu'il conserve toujours son état de pureté native.



DU ZINC (1).

Le zinc ne se trouve pas, comme le bismuth, dans un état natif de minéral pur, ni même, comme l'antimoine, dans une seule espèce de mine ; car on le tire également de la calamine ou pierre calaminaire et de la blende, qui sont deux matières différentes par leur composition et leur formation, et qui n'ont de commun que de renfermer du zinc. La calamine se présente en veines continues comme les autres minéraux ; la blende se trouve, au contraire, dispersée et en masses séparées dans presque toutes les mines métalliques. La calamine est principalement composée de zinc et de fer (2) ; la blende contient ordinairement d'autres minéraux avec le zinc (3). La calamine est d'une couleur jaune ou rougeâtre, et assez aisée à distinguer des autres minéraux ; la blende, au contraire, tire son nom de son apparence trompeuse et de sa forme équivoque (4) : il y a des blends qui res-

(1) Paracelse est le premier qui ait employé le nom de zinc. Agricola le nomme *contre-feyn* ; on l'a appelé *stannum indicum*, parce qu'il a été apporté des Indes en assez grande quantité dans le siècle dernier ; les auteurs arabes n'en font aucune mention, quoique l'art de tirer le zinc de sa mine existe depuis longtemps aux Indes orientales.

(2) M. Bergman a soumis à l'analyse la calamine de Hongrie, et il a trouvé qu'elle tenait au quintal quatre-vingt-quatre livres de chaux de zinc, trois livres de chaux de fer, douze de silice, et une d'argile ; sur quoi j'observerai que la matière de l'argile et celle du silice ne sont qu'une seule et même substance, puisque le silice se réduit en argile en se décomposant par les éléments humides.

(3) Bergman a trouvé que la blende noire de *Danemora* tenait au quintal quarante-cinq livres de zinc, neuf de fer, six de plomb, une de régule d'arsenic, vingt-neuf de soufre, quatre de silice et six d'eau.

(4) Ce mot *blende* signifie, dans le langage des mineurs allemands, une substance trompeuse, parce qu'il y en a

semblent à la galène de plomb ; d'autres qui ont l'apparence de la corne, et que les mineurs allemands appellent *horn-blende* ; et d'autres qui sont noires et luisantes comme la poix, auxquelles ils donnent le nom de *pitch-blende* ; et d'autres encore qui sont de différentes couleurs, grises, jaunes, brunes, rougeâtres, quelquefois cristallisées et même transparentes, mais plus souvent opaques et sans figure régulière. Les blendes noires, grises et jaunâtres sont mêlées d'arsenic ; les rougeâtres doivent cette couleur au fer ; celles qui sont transparentes et cristallisées sont chargées de soufre et d'arsenic ; enfin toutes contiennent une plus ou moins grande quantité de zinc.

Non-seulement ce demi-métal se trouve dans la pierre calaminaire et dans les blendes, mais il existe aussi en assez grande quantité dans plusieurs mines de fer concrètes ou en grains, et de dernière formation ; ce qui prouve que le zinc est disséminé presque partout en molécules insensibles qui se sont réunies avec le fer dans la pierre calaminaire et dans les mines secondaires de ce métal, et qui se sont aussi mêlées dans les blendes avec d'autres minéraux et avec des matières pyriteuses.

Ce demi-métal ne peut donc être que d'une formation postérieure à celle des métaux, et même postérieure à leur décomposition, puisque c'est presque toujours avec le fer décomposé qu'on le trouve réuni. D'ailleurs, comme il est très-volatil, il n'a pu se former qu'après les métaux et les minéraux plus fixes, dans le même temps à peu près que l'antimoine, le mercure et l'arsenic : ils étaient tous relégués dans l'atmosphère avec les eaux et les autres substances volatiles pendant l'incandescence du globe, et ils n'en sont descendus qu'avec ces mêmes substances : aussi le zinc ne se trouve dans aucune mine primordiale des métaux, mais seulement dans les mines secondaires produites par la décomposition des premières.

Pour tirer le zinc de la calamine ou des blendes, il suffit de les exposer au feu de calcination ; ce demi-métal se sublime en vapeurs, qui, par leur condensation, forment de petits flocons blancs et légers auxquels on a donné le nom de *fleurs de zinc*.

Dans la calamine, ou pierre calaminaire, le zinc est sous la forme de chaux : en faisant griller cette pierre, elle perd près d'un tiers de son poids ; elle s'effleurit à l'air, et se présente ordinairement en masses irrégulières, et quelquefois cristallisées ; elle est presque toujours accompagnée ou voisine des terres alumineuses : mais quoique la substance du zinc soit disséminée partout, ce n'est qu'en quelques endroits qu'on trouve de la pierre calaminaire. Nous citerons tout à l'heure les mines les plus fameuses de ce minéral en Europe ; et nous savons d'ailleurs que le *toutenague* qu'on nous apporte des Indes orientales est un zinc, même plus pur que celui d'Allemagne : ainsi l'on ne peut douter qu'il y ait des mines de pierres

qui ressemble à la galène de plomb. (*Dictionnaire d'Histoire naturelle*, par M. de Bomare, article *Blende*, *blind* éblouir, tromper les yeux.)

calaminaires dans plusieurs endroits des régions orientales, puisque ce n'est que de cette pierre qu'on peut tirer du zinc d'une grande pureté.

La mine la plus fameuse de pierre calaminaire est celle de Calmsberg près d'Aix-la-Chapelle; elle est mêlée avec une mine de fer en ocre : il y en a une autre qui est mêlée de mine de plomb au-dessous de Namur. On prétend que le mot de *calamine* est le nom d'un territoire d'assez grande étendue, près des confins du duché de Limbourg, qui est plein de ce minéral. « Tout le terrain, dit Lémery, à plus de vingt lieues à la ronde, est si rempli de pierres calaminaires, que les grosses pierres, dont on se sert pour paver, étant exposées au soleil, laissent voir une grande quantité de parcelles métalliques et brillantes. » M. de Gensanne en a reconnu une mine de plus de quatre toises de largeur au-dessous du château de Montalet, diocèse d'Uzès; on y trouve des pierres calaminaires ferrugineuses comme à Aix-la-Chapelle, et d'autres mêlées de mine de plomb comme à Namur, et l'on y voit aussi des terres alumineuses : on en trouve encore dans le Berri près de Bourges, et dans l'Anjou et le territoire de Saumur, qui sont également mêlées de parties ferrugineuses.

En Angleterre, on exploite quelques mines de pierre calaminaire dans le comté de Somerset. La pierre de cette mine est rougeâtre à sa surface, et d'un jaune verdâtre à l'intérieur; elle est très-pesante, quoique trouée et comme cellulaire; elle est aussi très-dure, et donne des étincelles lorsqu'on la choque contre l'acier : elle est soluble dans les acides. Celle du comté de Nottingham en diffère en ce qu'elle n'est pas soluble et qu'elle ne fait point feu contre l'acier, quoiqu'elle soit compacte, opaque et cellulaire, comme celle de Somerset; elle en diffère encore par la couleur, qui est ordinairement blanche et quelquefois d'un vert clair cristallisé. Ces différences indiquent assez que la calamine en général est une pierre composée de différents minéraux, et que sa nature varie suivant la quantité ou la qualité des matières qui en constituent la substance. Le zinc est la seule matière qui soit commune à toutes les espèces de calamine : celle qui en contient le plus est ordinairement jaune; mais on peut se servir de toutes pour jaunir le cuivre rouge : c'est pour cet usage qu'on les recherche et qu'on les travaille, plutôt que pour en faire du zinc, qui ne s'emploie que rarement pur, et qui même n'est pas aussi propre à faire du cuivre jaune que la pierre calaminaire; d'ailleurs on ne peut en tirer le zinc que dans des vaisseaux clos, parce que non-seulement il est très-volatil, mais encore parce qu'il s'enflamme à l'air libre; et c'est par la cémentation du cuivre rouge avec la calamine que la vapeur du zinc contenu dans cette pierre entre dans le cuivre, lui donne la couleur jaune, et le convertit en laiton.

La calamine est souvent parsemée de petites veines ou filets de mines de plomb; elle se trouve même fréquemment mêlée dans les mines de ce métal comme dans celles de fer de dernière formation : et lorsqu'elle y est très-abondante, comme dans la mine de Rammelsberg, près Goslar, on en tire le zinc en même temps que le plomb, en faisant placer dans le fourneau de fusion un vaisseau presque clos à

l'endroit où l'ardeur du feu n'est pas assez forte pour enflammer le zinc, et on le reçoit en substance coulante ; mais quelque précaution que l'on prenne en le travaillant, même dans des vaisseaux bien clos, le zinc n'acquiert jamais une pureté entière, ni même telle qu'il doit l'avoir pour faire d'aussi bon laiton qu'on en fait avec la pierre calaminaire, dont la vapeur fournit les parties les plus pures du zinc ; et le laiton fait avec cette pierre est ductile, au lieu que celui qu'on fait avec le zinc est toujours aigre et cassant.

Il en est de même de la blende : elle donne, comme la calamine, par la cémentation, du plus beau et du meilleur laiton qu'on ne peut en obtenir par le mélange immédiat du zinc avec le cuivre ; toutes deux même n'ont guère d'autre usage, et ne sont recherchées et travaillées que pour faire du cuivre jaune : mais, comme je l'ai déjà dit, ce ne sont pas les deux seules matières qui contiennent du zinc ; car il est très-généralement répandu et en assez grande quantité dans plusieurs mines de fer, on le trouve aussi quelquefois sous la forme d'un sel ou vitriol blanc : et dans la blende il est toujours combiné avec le fer et le soufre.

Il se forme assez souvent dans les grands fourneaux, des concrétions qui ont paru à nos chimistes (1) toutes semblables aux blendes naturelles ; cependant il y a toute raison de croire que les moyens de leur formation sont bien différents ; ces blendes artificielles, produites par l'action du feu de nos fourneaux, doivent différer de celles qui se trouvent dans le sein de la terre, à moins qu'on ne suppose que celles-ci ont été formées par le feu des volcans ; et cependant il y a toute raison de penser que la plupart au moins n'ont été produites que par l'intermède de l'eau (2), et que le foie de soufre, c'est-à-dire l'alcali mêlé aux principes du soufre, a grande part à leur formation.

Comme le zinc est non-seulement très-volatil, mais fort inflammable, il se brûle dans les fourneaux où l'on fond des mines de fer, de plomb, etc., qui en sont mêlées ; cette fumée du zinc à demi brûlé se condense sous une forme concrète contre les parois des fourneaux et cheminées des fonderies et affineries : dans cet état on lui donne le nom de *cadmie des fourneaux* ; c'est une concrétion de fleurs de zinc qui s'accumulent souvent au point de former un enduit épais contre les parois de

(1) Il y a des blendes artificielles qui imitent parfaitement les blendes naturelles dans leur tissu, leur couleur et leur phosphorescence... J'en ai vu un morceau d'un noir luisant et feuilleté provenant des fonderies de Saint-Bel... Un autre morceau venant du même lieu donnait, outre l'odeur du foie de soufre, des étincelles lorsqu'on le grattait avec un couteau, et n'en donnait point avec la plume... et un troisième morceau venant des fonderies de Saxe, et qui est de couleur jaunâtre, était si phosphorique, qu'en le frottant de la plume on en tirait des étincelles comme de la blende rouge de Schaffenberg. (*Lettres du docteur Demeste*, tome II, pages 179 et 180.) Je dois observer qu'on trouvait en effet de ces blendes artificielles dans les laitiers des fonderies, mais jusqu'ici l'on ne savait pas les produire à volonté, et que même on ne pouvait expliquer comment elles s'étaient formées ; on pensait au contraire que l'art ne pouvait imiter la nature dans la combinaison du zinc avec le soufre. M. de Morveau est le premier qui ait donné, cette année 1780, un procédé pour faire à volonté l'union directe du zinc et du soufre ; il suffit pour cela de priver ce demi-métal de sa volatilité en le calcinant, et de le fondre ensuite avec le soufre ; il en résulte une vraie pyrite de zinc qui a, comme toutes les autres pyrites, une sorte de brillant métallique.

(2) M. Bergman croit, comme moi, que les blendes naturelles ont été formées par l'eau, et il se fonde sur ce qu'elles contiennent réellement de l'eau ; il dit aussi qu'on peut les imiter en unissant par la fusion le zinc, le fer et le soufre.

ces cheminées. La substance de cet enduit est dure ; elle jette des étincelles lorsqu'on la frotte rapidement ou qu'on la choque contre l'acier. Les parties de cette cadmie qui se sont le plus élevées, et qui sont attachées au haut de la cheminée, sont les plus pures et les meilleures pour faire du laiton (1), parce que la cadmie qui s'est sublimée et élevée si haut y est moins mêlée de fer, de plomb, ou de tout autre minéral moins volatil que le zinc. Au reste, on peut aisément la recueillir ; elle se lève par écailles dures, et il ne faut que la pulvériser pour la mêler et la faire fondre avec le cuivre rouge ; et c'est peut-être la manière la moins coûteuse de faire du laiton.

Le zinc, tel qu'on l'obtient par la fusion, est d'un blanc un peu bleuâtre et assez brillant : mais quoiqu'il se ternisse à l'air moins vite que le plomb, il prend cependant en assez peu de temps une couleur terne et d'un jaune verdâtre ; et les nuances différentes de sa couleur dépendent beaucoup de son degré de pureté ; car en le traitant par les procédés ordinaires, il conserve toujours quelques petites parties des matières avec lesquelles il était mêlé dans sa mine : ce n'est que très-récemment qu'on a trouvé le moyen de le rendre plus pur. Pour obtenir le zinc dans sa plus grande pureté, il faut précipiter par le zinc même son vitriol blanc ; ce vitriol, décomposé ensuite par l'alcali, donne une chaux qu'il suffit de réduire pour avoir un zinc pur et sans aucun mélange.

La substance du zinc est dure et n'est point cassante ; on ne peut la réduire en poudre qu'en la faisant fondre et la mettant en grenailles ; aussi acquiert-elle quelque ductilité par l'addition des matières inflammables en la fondant en vaisseaux clos. Sa densité est un peu plus grande que celle du régule d'antimoine, et un peu moindre que celle de l'étain (2). Indépendamment de ce rapport assez prochain de densité, le zinc en a plusieurs autres avec l'étain : il rend, lorsqu'on le plie, un petit cri comme l'étain ; il résiste aux mêmes impressions des éléments humides et ne se convertit point en rouille : quelques minéralogistes l'ont même regardé comme une espèce d'étain, et il est vrai qu'il a plusieurs propriétés communes avec ce métal ; car on peut étamer le fer et le cuivre avec le zinc comme avec l'étain, et l'un de nos chimistes (3) a prétendu que cet étamage avec le zinc

(1) On connaissait très-bien, dès le temps de Plin, la cadmie des fourneaux, et on avait déjà remarqué qu'elle était de qualité et de bonté différentes, suivant qu'elle se trouvait sublimée plus haut ou plus bas dans les cheminées des fonderies : « Est ipse lapis ex quo fit æs, *cadmia* vocatur.... Hic rursus in fornacibus existit, aliamque nominis sui originem recipit : fit autem egesta flammis atque flatu tenuissima parte materiæ, et cameris lateribusve fornacum pro quantitate levitatis applicata. Tenuissima est in ipso fornacum ore qua flammæ eructantur, appellata capititis, exusta, et nimia levitate similis favillæ : interior optima, cameris dependens, et ab eo argumento botryitidis cognominata.... Tertia est in lateribus fornacum, quæ propter gravitatem ad cameras pervenire non potuit ; hæc dicitur placitis.... Fluunt et ex ea duo alia genera ; onychitis, extra pene cœrulea, intus onychitæ maculis similis ; ostracitis, tota nigra, et cæterarum sordidissima.... Omnis autem *cadmia* in Cypri fornacibus optima. » (Plin., lib. XXXIV, cap. 10.)

(2) La pesanteur spécifique du régule de zinc est de 71908 ; celle du régule d'antimoine, de 67021 ; et celle de l'étain pur de Cornouailles, de 72914 ; la pesanteur spécifique de la blende n'est que de 41665 ; il y a donc à peu près la même proportion dans les densités relatives de la blende avec le zinc, de l'antimoine cru avec le régule d'antimoine, et du cinabre avec le mercure coulant.

(3) M. Malouin, de l'Académie des Sciences et médecin de la Faculté de Paris.

qui est moins fusible que l'étain, est par conséquent plus durable, et en même temps moins dangereux que l'étamage ordinaire, dans lequel les chaudronniers mêlent toujours du plomb.

On connaît les qualités funestes du plomb; on sait aussi que l'étain contient toujours une petite quantité d'arsenic; et il faut convenir que le zinc en contient aussi : car lorsqu'on le fait fuser sur des charbons ardents, il répand une odeur arsenicale qu'il faut éviter de respirer; et tout considéré, l'étamage avec du bon étain doit être préféré à celui qu'on ferait avec le zinc (1), que le vinaigre dissout et attaque même à froid.

Si ces rapports semblent rapprocher le zinc de l'étain, il s'en éloigne par plusieurs propriétés : il est beaucoup moins fusible; il faut qu'il soit chauffé presque au rouge avant qu'il puisse entrer en fusion. Dans cet état de fonte, sa surface se calcine sans augmenter le feu, et se convertit en chaux grise, qui diffère de celle de l'étain en ce qu'elle est bien plus aisément réductible, et que, quand on les pousse à un feu violent, celle de l'étain ne fait que blanchir davantage, et enfin se convertit en verre, au lieu que celle du zinc s'enflamme d'elle-même et sans addition de matière combustible. On peut même dire qu'aucune autre matière, aucune substance végétale ou animale, qui cependant semblent être les vraies matières combustibles, ne donnent une flamme aussi vive que le zinc. Cette flamme est sans fumée et dans une parfaite incandescence; elle est accompagnée d'une si grande quantité de lumière blanche, que les yeux peuvent à peine en supporter l'éclat éblouissant : c'est au mélange de la limaille de fer avec du zinc que sont dus les plus beaux effets de nos feux d'artifice.

Et non-seulement le zinc est par lui-même très-combustible, mais il est encore phosphorique; sa chaux paraît lumineuse en la triturant; et ses fleurs, recueillies au moment qu'elles s'élèvent, et placées dans un lieu obscur, jettent de la lumière pendant un petit temps (2).

Au reste, le zinc n'est pas le seul des minéraux qui s'enflamme lorsqu'on le fait rougir : l'arsenic, le cuivre et même l'antimoine, éprouvent le même effet; le fer jette aussi de la flamme lorsque l'incandescence est poussée jusqu'au blanc, et il ne faut pas attribuer, avec quelques-uns de nos chimistes, cette flamme au zinc qu'il contient, ni croire, comme ils le disent, que c'est le zinc qui rend la fonte aigre et cassante; car il y a beaucoup de mines de fer qui ne contiennent point de zinc, et dont néanmoins le fer donne une flamme aussi vive que les autres fers qui

(1) Cet étamage avec le zinc a été approuvé par la Faculté de médecine de Paris, mais condamné par l'Académie des Sciences et par la Société royale de médecine; et il a aussi été démontré nuisible par les expériences faites à l'Académie de Dijon en 1779.

(2) M. de Lassone, procédant un jour à la déflagration d'une assez grande quantité de zinc, en recueillait les fleurs et les mettait à mesure dans un large vaisseau; il fut surpris de les voir encore lumineuses quelques minutes après; et remuant ensuite ces fleurs avec une spatule, ayant obscurci davantage le laboratoire, il vit qu'elles étaient entièrement pénétrées de cette lumière phosphorique et diffuse, qui peu à peu s'affaiblit, s'éteignit, après avoir subsisté plus d'une heure. On peut voir dans son mémoire tous les rapports qu'il indique entre le zinc et le phosphore. (*Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1722, pages 380 et suivantes.)

en contiennent : je m'en suis assuré par plusieurs essais, et d'ailleurs, on peut toujours reconnaître, par la simple observation, si la mine que l'on traite contient du zinc, puisque alors ce demi-métal, en se sublimant, forme de la cadmie au-dessus du fourneau et des cheminées des affineries. Toutes les fois donc que cette sublimation n'aura pas lieu, on peut être assuré que le fer ne contient point de zinc, du moins en quantité sensible, et néanmoins le fer en gueuse n'en est pas moins aigre et cassant ; et cette aigreur, comme nous l'avons dit, vient des matières vitreuses avec lesquelles la substance du fer est mêlée, et ce verre se manifeste bien évidemment par les laitiers et les scories qui s'en séparent, tant au fourneau de fusion qu'à l'affinerie, Enfin, cette fonte de fer qui ne contient point de zinc ne laisse pas de jeter de la flamme lorsqu'elle est chauffée à blanc ; et dès lors ce n'est point au zinc qu'on doit attribuer cette flamme, mais au fer même, qui est en effet combustible, lorsqu'il éprouve la violente action du feu.

La chaux de zinc, chauffée presque jusqu'au rouge, s'enflamme tout à coup et avec une sorte d'explosion, et en même temps les parties les plus fixes sont, comme nous l'avons dit, emportées en fleurs ou flocons blancs : leur augmentation de volume n'est pas proportionnelle à leur légèreté apparente, car il n'y a, dit-on, qu'un dixième de différence entre la pesanteur spécifique du zinc et celle de ses fleurs ; mais lorsqu'on la calcine très-lentement et qu'on l'empêche de se sublimer en l'agitant continuellement avec une spatule de fer, l'augmentation du volume de cette chaux est de près d'un sixième. Au reste, comme la chaux du zinc est très-volatile, on ne peut la vitrifier seule ; mais en y ajoutant du verre blanc réduit en poudre et du *salin*, on la convertit en un verre couleur d'*aigue-marine*.

Plusieurs chimistes ont écrit que, comme le soufre ne peut contracter aucune union avec le zinc, il pouvait servir de moyen pour le purifier ; mais ce moyen ne peut être employé généralement pour séparer du zinc tous les métaux, puisque le soufre s'unit au zinc par l'intermède du fer.

Le zinc en fusion et sous sa forme propre s'allie avec tous les métaux et minéraux métalliques, à l'exception du bismuth et du nickel. Quoiqu'il se trouve très-souvent uni avec la mine de fer, il ne s'allie que très-difficilement par la fusion avec ce métal : il rend tous les métaux aigres et cassants. Il augmente la densité du cuivre et du plomb ; mais il diminue celle de l'étain, du fer et du régule d'antimoine. L'arsenic et le zinc, traités ensemble au feu de sublimation, forment une masse noire qui présente dans sa cassure une apparence plutôt vitreuse que métallique. Il s'amalgame très-bien avec le mercure. « Si l'on verse, dit M. de Morveau, le zinc fondu sur le mercure, il se fait un bruit pareil à celui que fait l'immersion subite d'un corps froid dans de l'huile bouillante : l'amalgame paraît d'abord solide ; mais il redevient fluide par la trituration. La cristallisation de cet amalgame laisse apercevoir ses éléments même à la partie supérieure qui n'est pas en contact avec le mercure ; ce qui est différent des autres amalgames... une once de zinc retient deux onces de mercure. » J'observerai que cette solidité que prend d'abord cet amalgame ne dépend pas de la nature du zinc, puisque le mercure seul, versé dans

l'huile bouillante, prend une solidité même plus durable que celle de cet amalgame du zinc.

Les affinités du zinc avec les métaux sont, selon M. Gellert, dans l'ordre suivant : le cuivre, le fer, l'argent, l'or, l'étain et le plomb.

Autant la chaux de plomb est facile à réduire, autant la chaux ou les fleurs de zinc sont de difficile réduction : de là vient que la céruse, ou blanc de plomb, devient noire par la seule vapeur des matières putrides, tandis que la chaux de zinc conserve sa blancheur. C'est d'après cette propriété éprouvée par la vapeur du foie de soufre, que M. de Morveau a proposé le blanc de zinc comme préférable, dans la peinture, au blanc de plomb : les expériences comparées ont été faites cette année 1781, dans la séance publique de l'Académie de Dijon ; elles démontrent qu'il suffit d'ajouter à la chaux du zinc un peu de terre d'alun et de craie, pour lui donner du corps et en faire une bonne couleur blanche, bien plus fixe et moins altérable à l'air que la céruse ou blanc de plomb, qu'on emploie ordinairement dans la peinture à l'huile.

Le zinc est attaqué par tous les acides, et même la plupart le dissolvent assez facilement : l'acide vitriolique n'a pas besoin d'être aidé pour cela par la chaleur, et le zinc paraît avoir plus d'affinité qu'aucune autre substance métallique avec cet acide ; il faut seulement, pour que la dissolution s'opère promptement, lui présenter le zinc en petites grenailles ou en lames minces, et mêler l'acide avec un peu d'eau, afin que le sel qui se forme n'arrête pas la dissolution par le dépôt qui s'en fait à la surface. Cette dissolution laisse, après l'évaporation, des cristaux blancs ; ce vitriol de zinc est connu sous le nom de *couperose blanche*, comme ceux de cuivre et de fer sous les noms de *couperose bleue* et de *couperose verte*. Et l'on doit observer que les fleurs de zinc, quoiqu'en état de chaux, offrent les mêmes phénomènes avec cet acide que le zinc même ; ce qui ne s'accorde point avec la théorie de nos chimistes, qui veulent qu'en général les chaux métalliques ne puissent être attaquées par les acides. Ce vitriol de zinc, ou vitriol blanc, se trouve dans le sein de la terre, rarement en cristaux réguliers, mais plutôt en stalactites, et quelquefois en filets blancs ; il se couvre d'une efflorescence bleuâtre s'il contient du cuivre.

L'acide nitreux dissout le zinc avec autant de rapidité que de puissance ; car il peut en dissoudre promptement une quantité égale à la moitié de son poids : la dissolution saturée n'est pas limpide comme l'eau, mais un peu obscure comme de l'huile ; et si le zinc est mêlé de quelques parties de fer, ce métal s'en sépare en se précipitant, ce qui fournit un autre moyen que celui du soufre pour purifier le zinc. L'on doit encore observer que la chaux et les fleurs de zinc se dissolvent dans cet acide et dans l'acide vitriolique, et que par conséquent cela fait une grande exception à la prétendue règle, que les acides ne doivent pas dissoudre les chaux ou terres métalliques.

L'acide marin dissout aussi le zinc très-facilement, moins pleinement que l'acide nitreux, car il ne peut en prendre que la huitième partie de son poids ; il ne

se forme pas de cristaux après l'évaporation de cette dissolution, mais seulement un sel en gelée blanche et très-déliquescent, dont la qualité est fort corrosive.

Le zinc, et même les fleurs de zinc, se dissolvent aussi dans l'acide du vinaigre, et il en résulte des cristaux ; il en est de même de l'acide du tartre : ainsi tous les acides minéraux ou végétaux, et jusqu'aux acerbés, tels que la noix de galle, agissent sur le zinc. Les alcalis, et surtout l'alcali volatil, le dissolvent aussi, et cette dernière dissolution donne, après l'évaporation, un sel blanc et brillant, qui attire l'humidité de l'air et tombe en déliquescence.

Voilà le précis de ce que nous savons sur le zinc : on voit qu'étant très-volatil, il doit être disséminé partout ; qu'étant susceptible d'altération et de dissolution par tous les acides et par les alcalis, il peut se trouver en état de chaux ou de précipité dans le sein de la terre : d'ailleurs les matières qui le contiennent en plus grande quantité, telles que la pierre calaminaire et les blendes, sont composées des détriments du fer et d'autres minéraux ; l'on ne peut donc pas douter que ce demi-métal ne soit d'une formation bien postérieure à celle des métaux.

DE LA PLATINE.

Il n'y a pas un demi-siècle qu'on connaît la platine en Europe, et jamais on n'en a trouvé dans aucune région de l'ancien continent : deux petits endroits dans le Nouveau Monde, l'un dans les mines d'or de *Santa-Fé* à la Nouvelle-Grenade, l'autre dans celle de *Choco*, province du Pérou, sont jusqu'ici les seuls lieux d'où l'on ait tiré cette matière métallique, que nous ne connaissons qu'en grenailles mêlées de sablon magnétique, de paillettes d'or, et souvent de petits cristaux de quartz, de topaze, de rubis, et quelquefois de petites gouttes de mercure. J'ai vu et examiné de très-près cinq ou six sortes de platines que je m'étais procurées par diverses personnes et en différents temps ; toutes ces sortes étaient mêlées de sablon magnétique et de paillettes d'or : dans quelques-unes il y avait de petits cristaux de quartz, de topaze, etc., en plus ou moins grande quantité : mais je n'ai vu de petites gouttes de mercure que dans l'une de ces sortes de platine (1). Il se pourrait donc que cet état de grenaille, sous lequel nous connaissons la platine, ne fût point son état naturel, et l'on pourrait croire qu'elle a été concassée dans les moulins où l'on broie les minerais d'or et d'argent, et que les gouttelettes de mercure qui s'y trouvent quelquefois ne viennent que de l'amalgame qu'on

(1) M. Lewis et M. le comte de Milly ont tous deux reconnu des globules de mercure dans la platine qu'ils ont examinée. M. Bergman dit de même qu'il n'a point traité de platine dans laquelle il n'en ait trouvé.

emploi au traitement de ces mines : nous ne sommes donc pas certains que cette forme de grenaille soit sa forme native, d'autant qu'il paraît, par le témoignage de quelques voyageurs, qu'ils indiquent la platine comme une pierre métallique très-dure, intraitable, dont néanmoins les naturels du pays avaient, avant les Espagnols, fait des haches et autres instruments tranchants; ce qui suppose nécessairement qu'ils la trouvaient en grandes masses ou qu'ils avaient l'art de la fondre sans doute avec l'addition de quelque autre métal: car par elle-même la platine est encore moins fusible que la mine de fer, qu'ils n'avaient pas pu fondre. Les Espagnols ont aussi fait différents petits ouvrages avec la platine alliée avec d'autres métaux. Personne en Europe ne la connaît donc dans son état de nature, et j'ai attendu vainement pendant nombre d'années quelques morceaux de platine en masse, que j'avais demandés à tous mes correspondants en Amérique. M. Bowles, auquel le gouvernement d'Espagne paraît avoir donné sa confiance au sujet de ce minéral, n'en a pas abusé; car tout ce qu'il en dit ne nous apprend que ce que nous savions déjà.

Nous ne savons donc rien, ou du moins rien au juste, de ce que l'histoire naturelle pourrait nous apprendre au sujet de la platine, sinon qu'elle se trouve en deux endroits de l'Amérique méridionale, dans des mines d'or, et jusqu'ici nulle part ailleurs: ce seul fait, quoique dénué de toutes ses circonstances, suffit, à mon avis, pour démontrer que la platine est une matière accidentelle plutôt que naturelle; car toute substance produite par les voies ordinaires de la nature est généralement répandue, au moins dans les climats qui jouissent de la même température: les animaux, les végétaux, les minéraux sont également soumis à cette règle universelle. Cette seule considération aurait dû suspendre l'empressement des chimistes, qui, sur le simple examen de cette grenaille, peut-être artificielle, et certainement accidentelle, n'ont pas hésité d'en faire un nouveau métal, et de placer cette matière nouvelle non-seulement au rang des anciens métaux, mais de la vanter comme un troisième métal aussi parfait que l'or et l'argent, sans faire réflexion que les métaux se trouvent répandus dans toutes les parties du globe; que la platine, si c'était un métal, se serait répandue de même; que dès lors on ne devait la regarder que comme une production accidentelle entièrement dépendante des circonstances locales des deux endroits où elle se trouve.

Cette considération, quoique majeure, n'est pas la seule qui me fasse nier que la platine soit un vrai métal. J'ai démontré par des observations exactes (1) qu'elle est toujours attirable à l'aimant; la chimie a fait de vains efforts pour en séparer le fer dont sa substance est intimement pénétrée: la platine n'est donc pas un métal simple et parfait, comme l'or et l'argent, puisqu'elle est toujours alliée de fer. De plus, tous les métaux, et surtout ceux qu'on appelle *parfaits*, sont très-ductiles; tous les alliages au contraire, sont aigres: or la platine est plus aigre que la plupart des alliages, et même après plusieurs fontes et dissolutions, elle n'acquiert

(1) Voyez le mémoire qui a pour titre : *Observations sur la platine*, tome II, page 140.

jamais autant de ductilité que le zinc ou le bismuth, qui, cependant, ne sont que des demi-métaux, tous plus aigres que les métaux.

Mais cet alliage où le fer nous est démontré par l'action de l'aimant, étant d'une densité approchante de celle de l'or, j'ai cru être fondé à présumer que la platine n'est qu'un mélange accidentel de ces deux métaux très-intimement unis : les essais qu'on a faits depuis ce temps pour tâcher de séparer le fer de la platine et de détruire son magnétisme ne m'ont pas fait changer d'opinion. La platine la plus pure, celle entre autres qui a été si bien travaillée par M. le baron de Sickengen (1) et qui ne donne aucun signe de magnétisme, devient néanmoins attirable à l'aimant, dès qu'elle est comminuée et réduite en très-petites parties ; la présence du fer est donc constante dans ce minéral, et la présence d'une matière aussi dense que l'or y est également et évidemment aussi constante : et quelle peut être cette matière dense, si ce n'est pas de l'or ? Il est vrai que jusqu'ici l'on n'a pu tirer de la platine, par aucun moyen, l'or ni même le fer qu'elle contient, et que pour qu'il y eût sur l'essence de ce minéral démonstration complète, il faut en avoir tiré et séparé le fer et l'or comme on sépare ces métaux après les avoir alliés ; mais ne devons-nous pas considérer, et ne l'ai-je pas dit, que le fer n'étant point ici dans son état ordinaire, et ne s'étant uni à l'or qu'après avoir perdu presque toutes ses propriétés à l'exception de sa densité et de son magnétisme, il se pourrait que l'or s'y trouvât de même dénué de sa ductilité, et qu'il n'eût conservé, comme le fer, que sa seule densité ? et dès lors ces deux métaux qui composent la platine sont tous deux dans un état inaccessible à notre art, qui ne peut agir sur eux, ni même nous les faire reconnaître en nous les présentant dans leur état ordinaire. Et n'est-ce pas par cette raison que nous ne pouvons tirer ni le fer ni l'or de la platine, ni par conséquent séparer ces métaux, quoiqu'elle soit composée de tous deux ? Le fer, en effet, n'y est pas dans son état ordinaire, mais tel qu'on le voit dans le sablon ferrugineux qui accompagne toujours la platine : ce sablon, quoique très-magnétique, est infusible, inattaquable à la rouille, insoluble dans les acides ; il a perdu toutes les propriétés par lesquelles nous pouvions l'attaquer ; il ne lui est resté que sa densité et son magnétisme, propriétés par lesquelles nous ne pouvons néanmoins le méconnaître. Pourquoi l'or, que nous ne pouvons de même tirer de la platine, mais que nous y reconnaissons aussi évidemment par sa densité, n'aurait-il pas éprouvé, comme le fer, un changement qui lui aurait ôté sa ductilité et sa fusibilité ? L'un est possible comme l'autre ; et ces productions d'accidents, quoique rares, ne peuvent-elles pas se trouver dans la nature ? Le fer en état de parfaite ductilité est presque infusible, et ce pourrait être cette propriété du fer

(1) La platine, même la plus épurée, contient toujours du fer. M. le comte de Milly, par une lettre datée du 18 novembre 1781, me marque qu'ayant oublié pendant trois à quatre ans un morceau de platine purifiée par M. le baron de Sickengen, et qu'il avait laissé dans de l'eau-forte la plus pure pendant tout ce temps, il s'y était rouillé, et que l'ayant retiré, il avait étendu la liqueur qui restait dans le vase dans un peu d'eau distillée, et qu'y ayant ajouté de l'alcali phlogistique, il avait obtenu sur-le-champ un précipité très-abondant ; ce qui prouve indubitablement que la platine la plus pure, et que M. de Sickengen assure être dépouillée de tout fer, en contient encore, et que par conséquent le fer entre dans sa composition.

qui rend l'or dans la platine très-réfractaire. Nous pouvons aussi légitimement supposer que le feu violent d'un volcan ayant converti une mine de fer en mâchefer et en sablon ferrugineux magnétique, et tel qu'il se trouve avec la platine, ce feu aura en même temps, et par le même excès de force, détruit dans l'or toute ductilité : car cette qualité n'est pas essentielle, ni même inhérente à ce métal, puisque la plus petite quantité d'étain ou d'arsenic la lui enlève. Et d'ailleurs sait-on ce que pourrait produire sur ce métal un feu plus violent qu'aucun de nos feux connus ? Pouvons-nous dire si dans ce feu de volcan, qui n'a laissé au fer que son magnétisme et à l'or sa densité, il n'y aura pas eu des fumées arsenicales qui auront blanchi l'or et lui auront ôté toute sa ductilité, et si cet alliage du fer et de l'or, imbu de la vapeur d'arsenic, ne s'est pas fait par un feu supérieur à celui de notre art ? Devons-nous donc être surpris de ne pouvoir rompre leur union ? et doit-on faire un métal nouveau, propre et particulier, une substance simple d'une matière qui est évidemment mixte, d'un composé formé par accident en deux seuls lieux de la terre, d'un composé qui présente à la fois la densité de l'or et le magnétisme du fer, d'une substance, en un mot, qui a tous les caractères d'un alliage et aucun de ceux d'un métal pur ?

Mais comme les alliages faits par la nature sont encore du ressort de l'histoire naturelle, nous croyons devoir, comme nous l'avons fait pour les métaux, donner ici les principales propriétés de la platine : quoique très-dense, elle est peu ductile, presque infusible sans addition, si fixe au feu qu'elle n'y perd rien ou presque rien de son poids, inaltérable et résistant à l'action des éléments humides, indissoluble comme l'or dans tous les acides simples (1), et se laissant dissoudre comme lui par la double puissance des acides nitreux et marin réunis.

(1) M. Tillet, l'un de nos plus savants académiciens, et très-exact observateur, a reconnu que, quoique la platine soit indissoluble en elle-même par les acides simples, elle se dissout néanmoins par l'acide nitreux pur, lorsqu'elle est alliée avec de l'argent et de l'or. Voici la note qu'il a bien voulu me communiquer à ce sujet. « J'ai annoncé dans les Mémoires de l'Académie des Sciences, année 1779, que la platine, soit brute, soit rendue ductile par les procédés connus, est dissoluble dans l'acide nitreux pur, lorsqu'elle est alliée avec une certaine quantité d'or et d'argent. Afin que cet alliage soit complet, il faut le faire par le moyen de la coupelle et en employant une quantité convenable de plomb. On traite alors par la voie du départ le bouton composé des trois métaux, comme un mélange simple d'or et d'argent ; la dissolution de l'argent et de la platine est complète, la liqueur est transparente, et il ne reste que l'or au fond du matras, soit dans un état de division si on a mis beaucoup d'argent, soit en forme de coruet bien conservé si on n'a mis que trois ou quatre parties d'argent égales à celles de l'or. Il est vrai que si on emploie trop de platine dans cette opération, l'or mêlé avec elle la défend un peu des attaques de l'acide nitreux, et il en conserve quelques parties. Il faut un mélange parfait des trois métaux pour que l'opération réussisse complètement ; s'il se trouve quelques parties dans l'alliage où il n'y ait pas assez d'argent pour que la dissolution ait lieu, la platine résiste, comme l'or, à l'acide, et reste avec lui dans le précipité ; mais si on ne met dans l'alliage qu'un douzième de platine, ou encore mieux un vingt-quatrième de l'or qu'on emploie, alors on parvient à dissoudre le total de la platine, et l'or mis en expérience ne conserve exactement que son poids. Il n'en est pas ainsi d'un alliage dans lequel il n'entre que de l'argent et de la platine : la dissolution n'en est proprement une que pour l'argent ; la liqueur reste trouble et noirâtre, malgré une longue et forte ébullition ; il se fait un précipité noir et abondant au fond du matras, qui n'est que de la platine réduite en poudre et subdivisée en une infinité de particules, comme elle l'était dans l'argent avant qu'il fût dissous. Cependant si on laisse reposer la liqueur pendant quelques jours, elle s'éclaircit et devient d'une couleur brune qu'elle doit sans doute à quelques parties de la platine qu'elle a dissoutes, ou qu'elle tient en suspension. Il paraît donc que dans cette opération, c'est à la présence seule de l'or qu'est due la dissolution réelle et assez prompte de la platine par l'acide nitreux pur ; que l'argent ne contribue qu'indirectement à cette dissolution ; qu'il la facilite à la vérité, mais que sans l'or il ne sert qu'à procurer une division mécanique de la platine ; et encore

L'or mêlé avec le plomb le rend aigre, la platine produit le même effet; mais on a prétendu qu'elle ne se séparait pas en entier du plomb comme l'or, dans la coupelle, au plus grand feu de nos fourneaux : dès lors le plomb adhère plus fortement à la platine que l'or, dont il se sépare en entier, ou presque en entier (1). On peut même reconnaître par l'augmentation de son poids la quantité de plomb qu'elle a saisie, et qu'elle retient si puissamment que l'opération de la coupelle ne peut l'en séparer : cette quantité, selon M. Schœffer, est de deux ou trois pour cent; cet habile chimiste, qui le premier a travaillé la platine, dit avec raison qu'au miroir ardent, c'est-à-dire à un feu supérieur à celui de nos fourneaux, on vient à bout d'en séparer tout le plomb et de la rendre pure : elle ne diffère donc ici de l'or qu'en ce qu'étant plus difficile à fondre, elle se coupelle aussi plus difficilement.

En mêlant parties égales de platine et de cuivre, on les fond presque aussi facilement que le cuivre seul, et cet alliage est à peu près aussi fusible que celui de l'or et du cuivre. Elle se fond un peu moins facilement avec l'argent : il en faut trois parties sur une de platine, et l'alliage qui résulte de cette fonte est aigre et dur. On peut en retirer l'argent par l'acide nitreux, et avoir ainsi la platine sans mélange, mais néanmoins avec quelque perte. Elle peut de même se fondre avec les autres métaux; et ce qui est très-remarquable c'est que le mélange d'une très-petite quantité d'arsenic, comme d'une vingtième ou d'une vingt-quatrième partie, suffit pour la faire fondre presque aussi aisément que nous fondons le cuivre : il n'est pas même nécessaire d'ajouter des fondants à l'arsenic, comme lorsqu'on le fond avec le fer ou le cuivre; il suffit seul pour opérer très-prompement la fusion de la platine qui cependant n'en devient que plus aigre et plus cassante. Enfin, lorsqu'on la mêle avec l'or, il n'y a pas moyen de les séparer sans intermède, parce que la platine et l'or sont également fixes au feu; et ceci prouve encore que la nature de la platine tient de très-près à celle de l'or. Ils se fondent ensemble assez aisément; leur union est toujours intime et constante; et de même qu'on remarque des surfaces dorées dans la platine qui nous vient en grenailles, on voit aussi des filets ou petites veines d'or dans la platine fondue. Quelques chimistes prétendent même que l'or est un dissolvant de la platine, parce qu'en effet si l'on ajoute de l'or à l'eau régale, la dissolution de la platine se fait beaucoup plus promptement et plus complètement; et ceci, joint à ce que nous avons dit de sa dissolution par l'acide nitreux, est encore une preuve et un effet de la grande affinité de la platine avec l'or. On a trouvé néanmoins le moyen de séparer l'or de la platine, en mêlant cet alliage avec l'argent (2); et ce moyen est assez sûr pour qu'on ne doive plus craindre de voir le titre de l'or altéré par le mélange de la platine.

cette division n'a-t-elle lieu que parce que l'argent dissous lui-même ne peut plus conserver la platine subdivisée avec laquelle il faisait corps.

(1) « L'or le plus pur ne se sépare jamais parfaitement du plomb dans la coupelle : si vous faites passer un gros d'or fin à la coupelle dans une quantité quelconque de plomb, le bouton d'or, quelque brillant qu'il soit, pèsera toujours un peu plus d'un gros. » (*Remarque communiquée par M. Tillet.*)

(2) Lorsqu'on a mêlé de l'or avec de la platine, il y a un moyen sûr de les séparer, celui du départ, en ajoutant

L'or est précipité de sa dissolution par le vitriol de fer, et la platine ne l'est pas : ceci fournit un moyen de séparer l'or de la platine, s'il s'y trouvait artificiellement allié; mais cet intermède ne peut rien sur leur alliage naturel. Le mercure, qui s'amalgame si puissamment avec l'or, ne s'unit point avec la platine : ceci fournit un second moyen de reconnaître l'or falsifié par le mélange de la platine; il ne faut que réduire l'alliage en poudre et la présenter au mercure, qui s'emparera de toutes les particules d'or et ne s'attachera point à celles de la platine.

Ces différences entre l'or et la platine sont peu considérables en comparaison des rapports de nature que ces deux substances ont l'une avec l'autre. La platine ne s'est trouvée que dans les mines d'or, et seulement dans deux endroits particuliers, et, quoique tirée de la même mine, sa substance n'est pas toujours la même; car en essayant sous le marteau plusieurs grains de platine, telle qu'on nous l'envoie, j'ai reconnu que quelques-uns de ces grains s'étendaient assez facilement, tandis que d'autres se brisaient sous une percussion égale : cela seul suffirait pour faire voir que ce n'est point un métal natif et d'une nature univoque, mais un mélange équivoque qui se trouve plus ou moins aigre, selon la quantité et la qualité des matières alliées.

Quoique la platine soit blanche à peu près comme l'argent, sa dissolution est jaune, et même plus jaune que celle de l'or; cette couleur augmente encore à mesure que la dissolution se sature, et devient à la fin tout à fait rouge. Cette dernière couleur ne provient-elle pas du fer toujours uni à la platine? En faisant évaporer lentement cette dissolution, on obtient un sel cristallisé semblable au sel d'or : la dissolution noircit de même la peau, et laisse aussi précipiter la platine, comme l'or, par l'éther et par les autres huiles éthérées; enfin son sel reprend, comme celui de l'or, son état métallique, sans addition ni secours.

Le produit de la dissolution de la platine paraît différer de l'or dissous, en ce que le précipité de platine, fait par l'alcali volatil, ne devient pas fulminant comme l'or; mais aussi peut-être que, si l'on joignait une petite quantité de fer à la dissolution d'or, le précipité ne serait pas fulminant. Je présume de même que c'est par une cause semblable que le précipité de la platine par l'étain ne se colore pas

au mélange trois fois autant d'argent, ou environ, qu'il y a d'or; l'acide nitreux dissout l'argent et la platine, et l'or tout entier en est séparé; on verse ensuite de l'acide marin sur la liqueur chargée de l'argent et de la platine, sur-le-champ on a un précipité de l'argent seul; et comme on a formé par là une eau régale, la platine n'en est que mieux maintenue dans la liqueur qui surnage l'argent précipité. Pour obtenir ensuite la platine, on fait évaporer sur un bain de sable la liqueur qui la contient, et on traite le résidu par le flux noir, en y ajoutant de la chaux de cuivre propre à rassembler ces particules de platine, on lamine après cela le bouton de cuivre qu'on a retiré de l'opération, et on le fait dissoudre à froid dans de l'esprit de nitre affaibli; la platine se précipite au fond du matras, et, après un recuit, elle s'annonce avec ses caractères métalliques, mais avec un déchet de moitié ou environ sur la quantité de platine qu'on a employée. Voilà le procédé que j'ai suivi et par lequel on voit que je n'ai rien pu perdre par un défaut de soin; après des opérations répétées, on parvient à réduire la platine à peu de grains, et enfin à la perdre totalement. Ces expériences annoncent que la platine se décompose et n'est pas un métal simple; la matière noire et ferrugineuse se montre à chaque opération, et se trouve mêlée avec celle qui a conservé l'état métallique: cette matière noire qui n'a pu reprendre ses caractères métalliques, est fort légère et ne se précipite qu'avec peine; on ne croirait jamais qu'elle eût appartenu à un métal aussi pesant que la platine; quatre ou cinq grains de cette matière décomposée ont le volume d'une noisette. (Note de M. Tillet.)

de pourpre comme celui de l'or ; et, dans le vrai, ces différences sont si légères en comparaison des grands et vrais rapports que la platine a constamment avec l'or, qu'elles ne suffisent pas, à beaucoup près, pour faire un métal à part et indépendant, d'une matière qui n'est très-vraisemblablement qu'altérée par le mélange du fer et de quelques vapeurs arsenicales : car quoique notre art ne puisse rendre à ces deux métaux altérés leur première essence, il ne faut pas conclure de son impuissance à l'impossibilité ; ce serait prétendre que la nature n'a pu faire ce que nous ne pouvons défaire, et nous devrions plutôt nous attacher à l'imiter qu'à la contredire.

Aucun acide simple, ni même le sublimé corrosif ni le soufre, n'agissent pas plus sur la platine que l'or ; mais le foie de soufre les dissout également : toutes les substances métalliques la précipitent comme l'or, et son précipité conserve de même sa couleur et son brillant métallique ; elle s'allie comme l'or avec tous les métaux et les demi-métaux.

La différence la plus sensible qu'il y ait entre les propriétés secondaires de l'or et de la platine, c'est la facilité avec laquelle il s'amalgame avec le mercure, et la résistance que la platine oppose à cette union. Il me semble que c'est par le fer et par l'arsenic dont la platine est intimement pénétrée, que l'or aura perdu son attraction avec le mercure, qui, comme l'on sait, ne peut s'amalgamer avec le fer, et encore moins avec l'arsenic. Je suis donc persuadé qu'on pourra toujours donner la raison de toutes ces différences en convenant avec moi que la platine est un or dénaturé par le mélange intime du fer et d'une vapeur d'arsenic.

La platine mêlée en parties égales avec l'or, exige un feu violent pour se fondre ; l'alliage est blanchâtre, dur, aigre et cassant ; néanmoins, en le faisant recuire, il s'étend un peu sous le marteau. Si on met quatre parties d'or sur une de platine, il ne faut pas un si grand degré de feu pour les fondre : l'alliage conserve à peu près la couleur de l'or : et l'on a observé qu'en général l'argent blanchit l'or beaucoup plus que la platine. Cet alliage de quatre parties d'or sur une de platine, peut s'étendre en lames minces sous le marteau.

Pour fondre la platine et l'argent mêlées en parties égales, il faut un feu très-violent, et cet alliage est moins brillant et plus dur que l'argent pur : il n'a que peu de ductilité ; sa substance est grenue, les grains en sont assez gros et paraissent mal liés ; et lors même que l'on met sept ou huit parties d'argent sur une de platine, le grain de l'alliage est toujours grossier : on peut, par ce mélange, faire cristalliser très-aisément l'argent en fusion (1) ; ce qui démontre le peu d'affinité de ce métal avec la platine, puisqu'il ne contracte avec elle qu'une union imparfaite.

Il n'en est pas de même du mélange de la platine avec le cuivre ; c'est de tous les

(1) « Les cristallisations constantes de l'argent où il est entré de la platine semblent indiquer réellement le peu d'affinité qu'il y a entre ces deux métaux ; il paraît que l'argent tend à se séparer de la platine. On a infailliblement des cristallisations d'argent bien prononcées en fondant huit parties d'argent pur avec une partie de platine et en les passant à la coupelle. J'ai remis, pour le Cabinet du Roi, des boutons de deux gros ainsi cristallisés à leur surface ; la loupe la moins forte d'un microscope fait distinguer nettement les petites pyramides de l'argent. »
(Remarque communiquée par M. Tillet.)

métaux celui avec lequel elle se fond le plus facilement : mêlées à parties égales, l'alliage en est dur et cassant ; mais si l'on ne met qu'une huitième ou neuvième partie de platine, l'alliage est d'une plus belle couleur que celle du cuivre ; il est aussi plus dur et peut recevoir un plus beau poli ; il résiste beaucoup mieux à l'impression des éléments humides ; il ne donne que peu ou point de vert-de-gris et il est assez ductile pour être travaillé à peu près comme le cuivre ordinaire. On pourrait donc, en alliant le cuivre et la platine dans cette proportion, essayer d'en faire des vases de cuisine qui pourraient se passer d'étamage, et qui n'auraient aucune des mauvaises qualités du cuivre, de l'étain et du plomb.

La platine mêlée avec quatre ou cinq fois autant de fonte de fer, donne un alliage plus dur que cette fonte, et encore moins sujet à la rouille : il prend un beau poli, mais il est trop aigre pour pouvoir être mis en œuvre comme l'alliage de cuivre. M. Lewis, auquel on doit ces observations, dit aussi que la platine se fond avec l'étain en toutes proportions, depuis parties égales, jusqu'à vingt-quatre parties d'étain sur une de platine, et que ces alliages sont d'autant plus durs et plus aigres que la platine est en plus grande quantité, en sorte qu'il ne paraît pas qu'on puisse les travailler. Il en est de même des alliages avec le plomb, qui même exigent un feu plus violent que ceux avec l'étain. Cet habile chimiste a encore observé que le plomb et l'argent ont tant de peine à s'unir avec la platine, qu'il tombe toujours une bonne partie de la platine au fond du creuset dans sa fusion avec ces deux métaux, qui de tous ont par conséquent, le moins d'affinité avec ce minéral.

Le bismuth, comme le plomb, ne s'allie qu'imparfaitement avec la platine, et l'alliage qui en résulte est cassant au point d'être friable : mais de la même manière que, dans les métaux, le cuivre est celui avec lequel la platine s'unit le plus facilement, il se trouve que, des demi-métaux, c'est le zinc avec lequel elle s'unit le plus parfaitement. Cet alliage de la platine et du zinc ne change point de couleur et ressemble au zinc pur ; il est seulement plus ou moins bleuâtre, selon la proportion plus ou moins grande de la platine dans le mélange : il ne se ternit point à l'air, mais il est plus aigre que le zinc, qui, comme l'on sait, s'étend sous le marteau. Ainsi, cet alliage de la platine et du zinc, quoique facile, n'offre encore aucun objet d'utilité. Mais si l'on mêle quatre parties de laiton ou cuivre jaune avec une partie de platine, l'union paraît s'en faire d'une manière intime : la substance de l'alliage est compacte et fort dure ; le grain en est très-fin et très-serré, et il prend un poli vif qui ne se ternit point à l'air. Sans être bien ductile, cet alliage peut néanmoins s'étendre assez sous le marteau pour pouvoir s'en servir à faire des miroirs de télescopes et d'autres petits ouvrages dont le poli doit résister aux impressions de l'air.

J'ai cru pouvoir avancer, il y a quelques années (1), et je erois pouvoir soutenir encore aujourd'hui, que la platine n'est point un métal pur, mais seulement un alliage d'or et de fer, produit accidentellement et par des circonstances locales.

(1) Voyez les mémoires sur la *Platine*.

Commetous nos chimistes, d'après MM. Schœffer et Lewis, avaient sur cela pris leur parti, qu'ils en avaient parlé comme d'un nouveau métal parfait, ils ont cherché des raisons contre mon opinion; et ces raisons m'ont paru se réduire à une seule objection que je tâcherai de ne pas laisser sans réponse. « Si la platine, dit un de nos plus habiles chimistes (1), était un alliage d'or et de fer, elle devrait reprendre les propriétés de l'or, à proportion qu'on détruirait et qu'on lui enlèverait une plus grande quantité de son fer; et il arrive précisément le contraire; loin d'acquérir la couleur jaune, elle n'en devient que plus blanche, et les propriétés par lesquelles elle diffère de l'or n'en sont que plus marquées. » Il est très-vrai que si on mêle de l'or avec du fer dans leur état ordinaire, on pourra toujours les séparer en quelque dose qu'ils soient alliés, et qu'à mesure qu'on détruira et enlèvera le fer, l'alliage reprendra la couleur de l'or, et que ce dernier métal reprendra lui-même toutes ses propriétés, dès que le fer en sera séparé; mais n'ai-je pas dit et répété que le fer qui se trouve si intimement uni à la platine n'est pas du fer dans son état ordinaire de métal, qu'il est au contraire, comme le sablon ferrugineux qui se trouve mêlé avec la platine, presque entièrement dépouillé de ses propriétés métalliques, puisqu'il est presque infusible, qu'il résiste à la rouille, aux acides, et qu'il ne lui reste que la propriété d'être attirable à l'aimant? Dès lors l'objection tombe, puisque le feu ne peut rien sur cette sorte de fer; tous les ingrédients, toutes les combinaisons chimiques ne peuvent ni l'altérer, ni le changer, ni lui ôter sa qualité magnétique, ni même le séparer en entier de la platine, avec laquelle il reste constamment et intimement uni; et quoique la platine conserve sa blancheur et ne prenne point la couleur de l'or après toutes les épreuves qu'on lui a fait subir, cela n'en prouve que mieux que l'art ne peut altérer sa nature. Sa substance est blanche et doit l'être en effet, en la supposant, comme je le fais, composée d'or dénaturé par l'arsenic, qui lui donne cette couleur blanche, et qui, quoique très-volatil, peut néanmoins y être très-fixement uni, et même plus intimement qu'il ne l'est dans le cuivre, dont on sait qu'il est très-difficile de le séparer.

Plus j'ai combiné les observations générales et les faits particuliers sur la nature de la platine, plus je me suis persuadé que ce n'est qu'un mélange accidentel d'or imbu de vapeurs arsenicales et d'un fer brûlé autant qu'il est possible, auquel le feu a par conséquent enlevé toutes ses propriétés métalliques, à l'exception de son magnétisme; je crois même que les physiciens qui réfléchiront sans préjugé sur tous les faits que je viens d'exposer seront de mon avis, et que les chimistes ne s'obstineront pas à regarder comme un métal pur et parfait une matière qui est évidemment alliée avec d'autres substances métalliques. Cependant voyons encore de plus près les raisons sur lesquelles ils voudraient fonder leur opinion.

En recherchant les différences de l'or et de la platine jusque dans leur décomposition, on a observé, 1° que la dissolution de la platine dans l'eau régale ne teint pas la peau, les os, les marbres et pierres calcaires, en couleur pourpre, comme le

(1) M. Macquer.

fait la dissolution de l'or, et que la platine ne se précipite pas en poudre couleur de pourpre comme l'or précipité par l'étain : mais ceci doit-il nous surprendre, puisque la platine est blanche et que l'or est jaune ? 2° L'esprit-de-vin et les autres huiles essentielles, ainsi que le vitriol de fer, précipitent l'or et ne précipitent pas la platine ; mais il me semble que cela doit arriver, puisque la platine est mêlée de fer, avec lequel le vitriol martial et les huiles essentielles ont plus d'affinité qu'avec l'eau régale, et qu'en ayant moins avec l'or, elles le laissent se dégager de sa dissolution. 3° Le précipité de la platine par l'alcali volatil ne devient pas fulminant comme celui de l'or : cela ne doit pas encore nous étonner : car cette précipitation produite par l'alcali est plus qu'imparfaite, attendu que la dissolution reste toujours colorée et chargée de platine, qui, dans le vrai, est plutôt calcinée que dissoute dans l'eau régale ; elle ne peut donc pas, comme l'or dissous et précipité, saisir l'air que fournit l'alcali volatil, ni par conséquent devenir fulminante. 4° La platine traitée à la coupelle, soit par le plomb, le bismuth ou l'antimoine, ne fait point l'éclair comme l'or, et semble retenir une portion de ces matières ; mais cela ne doit-il pas nécessairement arriver, puisque sa fusion n'est pas parfaite, et qu'un mélange avec une matière déjà mélangée ne peut produire une substance pure, telle que celle de l'or quand il fait l'éclair ? Ainsi toutes ces différences, loin de prouver que la platine est un métal simple et différent de l'or, semblent démontrer, au contraire, que c'est un or dénaturé par l'alliage intime d'une matière ferrugineuse également dénaturée ; et si notre art ne peut rendre à ces métaux leur première forme, il ne faut pas en conclure que la substance de la platine ne soit pas composée d'or et de fer, puisque la présence du fer y est démontrée par l'aimant, et celle de l'or par la balance.

Avant que la platine fût connue en Europe, les Espagnols, même les Américains, l'avaient fondue en la mêlant avec des métaux, et particulièrement avec le cuivre et l'arsenic ; ils en avaient fait différents petits ouvrages qu'ils donnaient à plus bas prix que de pareils ouvrages en argent : mais avec quelque métal qu'on puisse allier la platine, elle en détruit ou au moins diminue toujours la ductilité ; elle les rend tous aigres et cassants ; ce qui semble prouver qu'elle contient une petite quantité d'arsenic, dont on sait qu'il ne faut qu'un grain pour produire cet effet sur une masse considérable de métal. D'ailleurs il paraît que, dans ces alliages de la platine avec les métaux, la combinaison des substances ne se fait pas d'une manière intime ; c'est plutôt une agrégation qu'une union parfaite ; et cela seul suffit pour produire l'aigreur de ces alliages.

M. de Morveau, aussi savant physicien qu'habile chimiste, dit avec raison que la densité de la platine (1) n'est pas constante ; qu'elle varie même suivant les différents procédés qu'on emploie pour la fondre, quoiqu'elle n'y prenne certaine-

(1) Selon M. Brisson, la platine en grenaille ne pèse que 1092 livres 2 onces le pied cube, tandis que la platine fondue et écouée pèse 1423 livres 9 onces ; ce qui surpasse la densité de l'or battu et écroui, qui ne pèse que 1355 livres 5 onces. Si cette détermination est exacte, on doit en inférer que la platine fondue est susceptible d'une plus grande compression que l'or.

ment aucun alliage. Ce fait ne démontre-t-il pas deux choses? La première, que la densité est ici d'autant moindre que la fusion est plus imparfaite et qu'elle serait peut-être égale à celle de l'or, si l'on pouvait réduire la platine en fonte parfaite; c'est ce que nous avons tâché de faire en en faisant passer quelques livres à travers les charbons dans un fourneau d'aspiration (1) : la seconde, c'est que cet alliage de fer et d'or, produit par un accident de nature, n'est pas, comme les métaux,

(1) « Il est impossible de fondre la platine ou or blanc dans un creuset sans addition. Il résiste à un feu aussi vif et même plus fort que celui qui fond les meilleurs creusets... Il fondrait beaucoup plus aisément sur les charbons, sans creuset; mais on ne peut le traiter ainsi quand on n'en a pas une livre, et j'étais dans ce cas. Le phlogistique des charbons ne contribue en aucune manière à la fusion de ce métal, mais leur chaleur animée par le soufflet de forge est beaucoup plus forte que celle du creuset. (*Description de l'or blanc*, etc., par M. Schœffer, *Journal étranger*, mois de novembre 1757.) J'ai pensé sur cela comme M. Schœffer, et j'ai cru que je viendrais à bout de fondre parfaitement la platine en la faisant passer à travers les charbons ardents, et en assez grande quantité pour pouvoir la recueillir en fonte; M. de Morveau a bien voulu conduire cette opération en ma présence: pour cela nous avons fait construire, au mois d'août dernier 1784, une espèce de haut-fourneau de treize pieds huit pouces de hauteur totale, divisé en quatre parties égales, savoir, la partie inférieure de forme cylindrique, de vingt pouces de haut sur vingt pouces de diamètre, formée de trois dalles de pierre calcaire posées sur une pierre de même nature creusée légèrement en fond de chaudière: ce cylindre était percé, vers le bas, de trois ouvertures disposées aux sommets d'un triangle équilatéral inscrit; chacune de ces ouvertures était de huit pouces de longueur sur dix de hauteur, et défendue à l'extérieur par des murs en brique, à la manière des gardes-tirants des fours à porcelaine.

La seconde partie du fourneau, formée de dalles de même pierre, était en cône de douze pouces de hauteur, ayant au bas vingt pouces de diamètre et neuf pouces au-dessus; les dalles de ces deux parties étaient entretenues par des cercles de fer.

La troisième partie, formant un tuyau de neuf pouces de diamètre et de cinq pieds de long, fut construite en brique.

Un tuyau de tôle de neuf pouces de diamètre et six pieds de hauteur, placé sur le tuyau de brique, formait la quatrième et dernière partie du fourneau. On avait pratiqué une porte vers le bas pour la commodité du chargement.

Ce fourneau ainsi construit, on mit le feu vers les quatre heures du soir; il tira d'abord assez bien, mais ayant été chargé de charbon jusqu'aux deux tiers du tuyau de brique, le feu s'éteignit, et on eut assez de peine à le rallumer et à faire descendre les charbons qui s'engorgeaient. L'humidité eut sans doute aussi quelque part à cet effet. Ce ne fut qu'à minuit que le tirage se rétablit; on l'entretint jusqu'à huit heures du matin en chargeant de charbon à la hauteur de cinq pieds seulement, et bouchant alternativement un des tisarts pour augmenter l'activité des deux autres.

Alors on jeta dans ce fourneau treize onces de platine mêlées avec quatre livres de verre de bouteille pulvérisé et tamisé, et on continua de charger de charbon à la même hauteur de cinq pieds au-dessus du fond.

Deux heures après on ajouta même quantité de platine et de verre pilé.

On aperçut vers le midi quelques scories à l'ouverture des tisarts; elles étaient d'un verre grossier, tenace, pâteux, et présentaient à leur surface des grains de platine non attaqués: on fit rejeter dans le fourneau toutes celles que l'on put tirer.

On essaya de boucher à la fois deux tisarts, et l'élévation de la flamme fit voir que le tirage en était réellement augmenté: mais les cendres qui s'amoncelaient au fond arrêtant le tirage, on prit le parti de faire jouer un très-gros soufflet en introduisant la buse dans un des tisarts, les autres bouchés, et pour lors on enleva le tuyau de tôle qui devenait inutile.

On reconnut vers les cinq heures du soir que les cendres étaient diminuées; les scories fondues contenaient une infinité de petits globules de platine: mais il ne fut pas possible d'obtenir un laitier assez fluide pour permettre la réunion des petits culots métalliques; on arrêta le feu à minuit.

Le fourneau ayant été ouvert après deux jours de refroidissement, on trouva sur le fond une masse de scories grossières, formées des cendres vitrifiées et de quelques matières étrangères portées avec le charbon; la platine y était disséminée en globules de différentes grosseurs, quelques-uns du poids de vingt-cinq à trente grains, tous très-attirables à l'aimant; on observa dans quelques parties des scories une espèce de cristallisation en rayons divergents, comme l'asbeste ou l'hématite stivée. La chaleur avait été si violente, que, dans tout le pourtour intérieur, la pierre du fourneau était complètement calcinée de trois pouces et demi d'épaisseur, et même entamée en quelques endroits par la vitrification.

Les scories, pulvérisées, furent débarrassées, par un lavage en grande eau, de toutes les parties de chaux et même d'une portion de la terre. On mit toute la matière restante dans un grand creuset de plomb noir, avec une addition de six livres d'alcali extemporané; ce creuset fut placé devant les soufflets d'une chaufferie, en moins de

d'une densité constante, mais d'une densité variable et réellement différente suivant les circonstances, en sorte que telle platine est plus ou moins pesante que telle autre, tandis que, dans tout vrai métal, la densité est égale dans toutes les parties de sa substance.

M. de Morveau a reconnu, comme moi et avec moi, que la platine est en elle-même magnétique, indépendamment du sablon ferrugineux dont elle est extérieurement mêlée et quelquefois environnée. Comme cette observation a été contredite, et que Schœffer a prétendu qu'en faisant seulement rougir la platine elle cessait d'être attirable à l'aimant; que d'autres chimistes en grand nombre ont dit qu'après la fonte elle était absolument insensible à l'action magnétique, nous ne pouvons nous dispenser de présenter ici le résultat des expériences, et les faits relatifs à ces assertions.

MM. Macquer et Baumé assurent avoir reconnu « qu'en poussant à un très-grand feu pendant cinquante heures la coupellation de la platine, elle avait perdu de son poids; ce qui prouve que tout le plomb avait passé à la coupelle avec quelque matière qu'il avait enlevée, d'autant que cette platine passée à cette forte épreuve de coupelle était devenue assez ductile pour s'étendre sous le marteau. » Mais s'il était bien constant que la platine perdît de son poids à la coupellation, et qu'elle en perdît d'autant plus que le feu est plus violent et plus longtemps continué, cette coupellation de cinquante heures n'était encore qu'imparfaite, et n'a pas réduit la platine à son état de pureté. « On n'était pas encore parvenu, dit avec raison M. de Morveau, à achever la coupellation de la platine, lorsque nous avons fait voir qu'il était possible de la rendre complète au moyen d'un feu de la dernière violence. M. de Buffon a donné le détail de ces expériences qui ont fourni un bouton de platine pure, et absolument privé de plomb et de tout ce qu'il aurait pu scorifier; et il faut observer que cette platine manifesta encore un peu de sensibilité à l'action du barreau aimanté lorsqu'elle fut réduite en poudre; ce qui annonce que cette propriété lui est essentielle, puisqu'elle ne peut dépendre ici de l'alliage d'un fer étranger. » On ne doit donc pas regarder la platine comme un métal pur, simple et parfait, puisqu'en la purifiant autant qu'il est possible, elle contient toujours des parties de fer qui la rendent sensible à l'aimant. M. de Morveau a fondu la platine, sans addition d'aucune matière métallique, par un fon-

six heures le creuset fut percé du côté du vent; et il fallut arrêter le feu, parce que la matière qui en sortait coulait au-devant des soufflets.

On reconnut le lendemain, à l'ouverture du creuset, que la masse vitreuse qui avait coulé, et qui était encore attachée au creuset, tenait une quantité de petits culots de platine du poids de soixante à quatre-vingts grains chacun, et qui étaient formés de globules refondus; ces culots étaient de même très-magnétiques, et plusieurs présentaient à leur surface des éléments de cristallisation. Le reste de la platine était à peine agglutiné.

On pulvérisa grossièrement toute la masse; et en y promenant le barreau aimanté, on en retira près de onze onces de platine, tant en globules qu'en poussière métallique. Cette expérience fut faite aux forges de Buffon, et en même temps nous répétâmes dans mon laboratoire de Montbard l'expérience de la platine malléable: on fit dissoudre un globule de platine dans l'eau régale; on précipita la dissolution par le sel ammoniac; le précipité, mis dans un creuset au feu d'une petite forge, fut promptement revivifié, quoique sans fusion complète. Il s'étendit très-bien sous le marteau, et les parcelles atténuées et divisées dans le mortier d'agate se trouvèrent encore sensibles à l'aimant.

dant composé de huit parties de verre pulvérisé, d'une partie de borax calciné, et d'une demi-partie de poussière de charbon. Ce fondant vitreux et salin fond également les mines de fer et celles de tous les autres métaux ; et après cette fusion, où il n'entre ni fer ni aucun autre métal, la platine broyée dans un mortier d'agate était encore attirable à l'aimant. Ce même habile chimiste est le premier qui soit venu à bout d'allier la platine avec le fer forgé, au moyen du fondant que nous venons d'indiquer : cet alliage du fer forgé avec la platine est d'une extrême dureté ; il reçoit un très-beau poli qui ne se ternit point à l'air, et ce serait la matière la plus propre de toutes à faire des miroirs de télescope.

Je pourrais rapporter ici les autres expériences par lesquelles M. de Morveau s'est assuré que le fer existe toujours dans la platine la plus purifiée ; on les lira avec satisfaction dans son excellent ouvrage (1) : on y trouvera, entre autres choses utiles, l'indication d'un moyen sûr et facile de reconnaître si l'or a été falsifié par le mélange de la platine ; il suffit pour cela de faire dissoudre dans l'eau régale une portion de cet or suspect, et d'y jeter quelques gouttes d'une dissolution de sel ammoniac ; il n'y aura aucun précipité si l'or est pur, et au contraire il se fera un précipité d'un beau jaune s'il est mêlé de platine : on doit seulement avoir attention de ne pas étendre la dissolution dans beaucoup d'eau. C'est en traitant le précipité de la platine par une dissolution concentrée de sel ammoniac et en lui faisant subir un feu de la dernière violence, qu'on peut la rendre assez ductile pour s'étendre sous le marteau ; mais dans cet état de plus grande pureté, lorsqu'on la réduit en poudre, elle est encore attirable à l'aimant. La platine est donc toujours mêlée de fer, et dès lors on ne doit pas la regarder comme un métal simple : cette vérité, déjà bien constatée, se confirmera encore par toutes les expériences qu'on voudra tenter pour s'en assurer. M. Margraff a précipité la platine par plusieurs substances métalliques ; aucune de ces précipitations ne lui a donné la platine en état de métal, mais toujours sous la forme d'une poudre brune : ce fait n'est pas le moins important de tous les faits qui mettent ce minéral hors de la classe des métaux simples.

M. Lewis assure que l'arsenic dissout aisément la platine ; M. de Morveau, plus exact dans ses expériences, a reconnu que cette dissolution n'était qu'imparfaite, et que l'arsenic corrodait plutôt qu'il ne dissolvait la platine ; et, de tous les essais qu'il a faits sur ces deux minéraux joints ensemble, il conclut qu'il y a entre eux une très-grande affinité : « ce qui ajoute, dit-il, aux faits qui établissent déjà tant de rapports entre la platine et le fer. » Mais ce dernier fait ajoute aussi un degré de probabilité à mon idée sur l'existence d'une petite quantité d'arsenic dans cette substance composée de fer et d'or.

A tous ces faits, qui me semblent démontrer que la platine n'est point un métal pur et simple, mais un mélange de fer et d'or tous deux altérés, dans lequel ces deux métaux sont intimement unis, je dois ajouter une observation qui ne peut

(1) *Éléments de Chimie.*

que les confirmer : il y a des mines de fer, tenant or et argent, qu'il est impossible, même avec seize parties de plomb, de réduire en scories fluides ; elles sont toujours pâteuses et filantes, et par conséquent l'or et l'argent qu'elles contiennent ne peuvent s'en séparer pour se joindre au plomb. On trouve, en une infinité d'endroits, des sables ferrugineux tenant de l'or : mais jusqu'à présent on n'a pu, par la fonte en grand, en séparer assez d'or pour payer les frais ; le fer qui se ressuscite retient l'or, ou bien l'or reste dans les scories (1). Cette union intime de l'or avec le fer dans ses sablons ferrugineux, qui tous sont très-magnétiques et semblables au sable de la platine, indique que cette même union peut bien être encore plus forte dans la platine où l'or a souffert, par quelques vapeurs arsenicales, une altération qui l'a privé de sa ductilité ; et cette union est d'autant plus difficile à rompre, que ni l'un ni l'autre de ces métaux n'existent dans la platine en leur état de nature, puisque tous deux y sont dénués de la plupart de leurs propriétés métalliques.

« Toutes les expériences que j'ai faites sur la platine, m'écrivent M. Tillet, me conduisent à croire qu'elle n'est point un métal simple, que le fer y domine, mais qu'elle ne contient point d'or. » Quelque confiance que j'aie aux lumières de ce savant académicien, je ne puis me persuader que la partie dense de la platine ne soit pas essentiellement de l'or, mais de l'or altéré, et auquel notre art n'a pu jusqu'à présent rendre sa première forme. Ne serait-il pas plus qu'étonnant qu'il existât en deux seuls endroits du monde une matière aussi pesante que l'or, qui ne serait pas de l'or, et que cette matière si dense, qu'on voudrait supposer différente de l'or, ne se trouvât néanmoins que dans des mines d'or ? Je le répète, si la platine se trouvait, comme les autres métaux, dans toutes les parties du monde, si elle se trouvait en mines particulières et dans d'autres mines que celles d'or, je pourrais penser alors, avec M. Tillet, qu'elle ne contient point d'or, et qu'il existe en effet une autre matière à peu près aussi dense que l'or, dont elle se serait composée avec un mélange de fer : et, dans ce cas, on pourrait la regarder comme un septième métal, surtout si l'on pouvait parvenir à en séparer le fer : mais, jusqu'à ce jour, tout me semble démontrer ce que j'ai osé avancer le premier, que ce minéral n'est point un métal simple, mais seulement un alliage de fer et d'or ; il me paraît même qu'on peut prouver, par un seul fait, que cette substance dense de la platine n'est pas une matière particulière essentiellement différente de l'or, puisque le soufre, ou sa vapeur, agit sur tous les métaux, à l'exception de l'or, et que n'agissant point du tout sur la platine, on doit en conclure que la substance dense de ce minéral est de même essence que celle de l'or ; et l'on ne peut pas objecter que, par la même raison, la platine ne contienne pas du fer, sur lequel l'on sait que le soufre agit

(1) *Traité de la Fonte des mines* de Schlutter, tome I, pages 183 et 184. On doit néanmoins observer que le procédé indiqué par M. Hellot, d'après Schlutter, n'est peut-être pas le meilleur qu'on puisse employer pour tirer l'or et l'argent du fer. M. de Grignon dit qu'il faut scorifier par le soufre, rafraîchir par le plomb et coupeller ensuite ; il assure que le sieur Vatrin a tiré l'or du fer avec quelque bénéfice, et qu'il en a traité dans un an quarante milliers qui venaient des forges de M. de La Blouze en Nivernais et Berri, d'une veine de mine de fer qui a cessé de fournir de ce minéral aurifère.

avec grande énergie, parce qu'il faut toujours se souvenir que le fer contenu dans la platine n'est point dans son état métallique, mais réduit en sablon magnétique, et que, dans cet état, le soufre ne l'attaque pas plus qu'il n'attaque l'or.

M. le baron Sickengen, homme aussi recommandable par ses qualités personnelles et ses dignités, que par ses grandes connaissances en chimie, a communiqué à l'Académie des Sciences, en 1778, les observations et les expériences qu'il avait faites sur la platine, et je fais ici volontiers l'éloge de son travail, quoique je ne sois point d'accord avec lui sur quelques points que nous avons probablement vus d'une manière différente : par exemple, il annonce, par son expérience 21, que le nitre en fusion n'altère pas la platine ; je ne puis m'empêcher de lui faire observer que les expériences des autres chimistes, et en particulier celles de M. de Morveau, prouvent le contraire, puisque la platine, ainsi traitée, se laisse attaquer par l'acide vitriolique et par l'eau-forte.

L'expérience 22 de M. le baron de Sickengen paraît confirmer le soupçon que j'ai toujours eu, que la platine ne nous arrive pas telle qu'elle sort de la mine, mais seulement après avoir passé sous la meule, et très-probablement après avoir été soumise à l'amalgame ; les globules de mercure que M. Schœffer et M. le comte de Milly ont remarqués dans celles qu'ils traitaient, viennent à l'appui de cette présomption, que je crois fondée.

J'observerai, au sujet de l'expérience 55 de M. le baron de Sickengen, qu'elle avait été faite auparavant, et publiée dans une lettre qui m'a été adressée par M. de Morveau, et qui est insérée dans le *Journal de Physique*, tome VI, page 193. Ce que M. de Sickengen a fait de plus que M. de Morveau, c'est qu'ayant opéré sur une plus grande quantité de platine, il a pu former un barreau d'un culot plus gros que celui que M. de Morveau n'a pu étendre qu'en une petite lame.

Je ne peux me dispenser de remarquer aussi que le principe posé pour servir de base aux conséquences de l'expérience 56 ne me paraît pas juste : car un alliage, même fait par notre art, peut avoir ou acquérir des propriétés différentes dans les substances alliées, et par conséquent la platine pourrait s'allier au mercure sans qu'on pût en conclure qu'elle ne contient pas de fer ; et même cette expérience 56 est peut-être tout ce qu'il y a de plus fort pour prouver au moins l'impossibilité de priver la platine de tout fer, puisque cette platine revivifiée que l'on nous donne pour la plus pure, et qui éprouve une sorte de décomposition par le mercure, produit une poudre noire martiale attirable à l'aimant, et avec laquelle on peut faire le bleu de Prusse. Or, pour conclure, comme le fait l'illustre auteur (expérience 59), que l'analyse n'a point de prise sur la platine, il aurait fallu répéter, sur le produit de l'expérience 59, les épreuves sur le produit de l'expérience 56, et démontrer qu'il ne donnait plus ni poudre noire, ni atomes magnétiques, ni bleu de Prusse ; sans cela, le procédé qui fait l'amalgame à chaud n'est plus qu'un procédé approprié qui ne décide de rien.

J'observe encore que l'expérience 64 donne un résultat qui est plus d'accord avec mon opinion qu'avec celle de l'auteur ; car, par l'addition du mercure, le fer,

comme la platine, se sépare en poudre noire, et cela seul suffit pour infirmer les conséquences qu'on voudrait tirer de cette expérience. Enfin, si nous rapprochons les aveux de cet habile chimiste, qui ne laisse pas de convenir « que la platine ne peut jamais être privée de tout fer... qu'il n'est pas prouvé qu'elle soit homogène... qu'elle contient cinq treizièmes de fer qu'on peut retirer progressivement par des procédés très-complicés... qu'enfin il faut, avant de rien décider, répéter sur la platine réduite toutes les expériences qu'il a faites sur la platine brute... » il nous paraît qu'il ne devait pas prononcer contre ses propres présomptions, en assurant, comme il le fait, que la platine n'est pas un alliage, mais un métal simple.

M. Bowles, dans son *Histoire naturelle de l'Espagne*, a inséré les expériences et les observations qu'il était plus à portée que personne de faire sur cette matière, puisque le gouvernement lui avait fait remettre une grande quantité de platine pour l'éprouver; néanmoins il nous apprend peu de chose, et il attaque mon opinion par de petites raisons. « En 1753, dit-il, le ministre me fit livrer une quantité suffisante de platine, avec ordre de soumettre cette matière à mes expériences, et de donner mon avis sur le bon et le mauvais usage qu'on pourrait en faire. Cette platine qu'on me remit était accompagnée de la note suivante : « Dans l'évêché de » Popayan, suffragant de Lima, il y a beaucoup de mines d'or, et une entre autres » nommée *Choco*; dans une partie de la montagne se trouve en grande quantité » une espèce de sable que ceux du pays appellent *platine* ou *or blanc*. » En examinant cette matière, je trouvai qu'elle était fort pesante et mêlée de quelques grains d'or couleur de suie... Après avoir séparé les grains d'or, j'ai trouvé que la platine était plus pesante que l'or à 20 karats; en ayant fait battre quelques grains sous le marteau, je vis qu'ils s'étendaient de cinq ou six fois leur diamètre, et qu'ils restaient blancs comme l'argent : mais les ayant envoyés à un batteur d'or, ils se brisèrent sous les pilons... Je voulus fondre cette platine à un feu très-violent; mais les grains ne firent que s'agglutiner... J'essayai de la dissoudre par les acides; le vitriolique et le nitreux ne l'attaquèrent point : mais l'acide marin parut l'entamer; et ayant versé une bonne dose de sel ammoniac sur cet acide, je vis toute la platine se précipiter en une matière couleur de brique : enfin, après un grand nombre d'expériences raisonnées, je suis parvenu à faire avec la platine du véritable *bleu de Prusse*. Ayant reconnu par ces mêmes expériences que la platine contenait un peu de fer, et m'étant souvenu que, dans mes premières opérations, les grains de platine exposés à un feu violent avaient contracté entre eux une adhérence très-superficielle, puisqu'il ne fallait qu'un coup assez léger pour les séparer, je conclus que cette adhérence était l'effet de la fusion d'une couche déliée de fer qui les recouvrait, et que la substance métallique intérieure n'y avait aucune part et ne contenait point de fer. » Nous ne croyons pas qu'il soit nécessaire de nous arrêter ici pour faire sentir le faible de ce raisonnement et le faux de la conséquence qu'on tire M. Bowles. Cependant il insiste; et, se munissant de l'autorité des chimistes qui ont regardé la platine comme un nouveau métal simple et parfait, il argumente assez longuement contre moi. « Si la platine, dit-il, était un composé d'or et de fer,

comme le dit M. de Buffon, elle devrait conserver toutes les propriétés qui résultent de cette composition, et cependant une foule d'expériences prouvent le contraire. » Cet habile naturaliste n'a pas fait attention que j'ai dit expressément que le fer et l'or de la platine n'étaient pas dans leur état ordinaire, comme dans un alliage artificiel ; et s'il eût considéré sans préjugé ses propres expériences, il eût reconnu que toutes prouvent la présence et l'union intime du sablon ferrugineux et magnétique avec la platine, et qu'aucune ne peut démontrer le contraire. Au reste, comme les expériences de M. Bowles sont presque toutes les mêmes que celles des autres chimistes, et que je les ai exposées et discutées ci-devant, je ne le suivrai plus loin que pour observer que, malgré ses objections contre mon opinion, il avoue néanmoins « que quoiqu'il soit persuadé que la platine est un métal *sui generis*, et non pas un simple mélange d'or et de fer, il n'ose, malgré cela, prononcer affirmativement ni l'un, ni l'autre, et que, quoique la platine ait des propriétés différentes de celles de tous les autres métaux connus, il sait trop combien nous sommes éloignés de connaître sa véritable nature. »

Au reste, M. Bowles termine ce chapitre sur la platine par quelques observations intéressantes. « La platine, dit-il, que je dois au célèbre don Antonio de Ulloa, est une matière qui se rencontre dans des mines qui contiennent de l'or ; elle est unie si étroitement avec ce métal qu'elle lui sert comme de matrice, et que ce n'est qu'avec beaucoup de peine et à grands coups qu'on parvient à les séparer ; en sorte que si la platine abonde à un certain point dans une mine, on est forcé de l'abandonner, parce que les frais et les travaux nécessaires pour faire la séparation des deux métaux absorberaient le profit.

» Les seules mines d'où l'on tire la platine sont celles de la Nouvelle-Grenade, et en particulier celles de Choco et de Barbacoa sont les plus riches. *Il est remarquable que cette matière ne se trouve dans aucune autre mine, soit du Pérou, soit du Chili, soit du Mexique.* Au reste, la platine se trouve dans les susdites mines, non-seulement en masse, mais aussi en grains séparés comme des grains de sable. Enfin, il faut être réservé à tirer des conséquences trop générales des expériences qu'on aurait faites sur une pareille quantité de platine tirée d'un seul endroit de la mine, expériences qui pourraient être démenties par d'autres expériences faites sur celles d'un autre endroit des mêmes mines. Remarquant, continue M. Bowles, que la platine contenait du fer, et que le cobalt en contient aussi, qu'on trouve beaucoup de grains d'or de couleur de suie mêlés avec la platine, que cette espèce nouvelle de sable métallique est unique dans le monde, qu'elle se trouve en abondance dans une montagne aux environs d'une mine d'or, et qu'il y a beaucoup de volcans dans ce pays, je me suis persuadé que la montagne renferme du cobalt, comme celle de la vallée de Gistan, dans les Pyrénées d'Aragon ; que le feu d'un volcan aura fait évaporer l'arsenic, et aura formé quelque chose de semblable au régule de cobalt ; que ce régule se fond et se mêle avec l'or quoiqu'il contienne du fer, et que le feu appliqué pendant un grand nombre de siècles, privant la matière de sa fusibilité, aura formé ce sable métallique ; que les grains d'or de forme irrégulière et de couleur de suie sont aussi

l'effet d'un volcan lorsqu'il s'éteint; que les grains de platine qui contractent adhérence à cause de la couche légère de fer étendue à leur surface sont le résultat de la décomposition du fer dans le grand nombre de siècles qui se sont écoulés depuis que le volcan s'est éteint, et que ceux qui n'ont point cette couche ferrugineuse n'ont pas eu assez de temps depuis l'extinction du volcan pour l'acquérir. Cela paraîtra un songe à plusieurs, mais je suis le grand argument de M. de Buffon. » M. Bowles a raison de dire qu'il suit mon grand argument : cet argument consiste, en effet, en ce que la platine n'est point, comme les métaux, un produit primitif de la nature, mais une simple production accidentelle qui ne se trouve qu'en deux endroits dans le monde entier; que cet accident, comme je l'ai dit, a été produit par le feu des volcans, et seulement sur des mines d'or mêlés de fer, tous deux dénaturés par l'action continuée d'un feu très-violent; qu'à ce mélange de fer et d'or il se scra joint quelques vapeurs arsenicales qui auront fait perdre à l'or sa ductilité, et que de ces combinaisons très-naturelles, et cependant accidentelles, aura résulté la formation de la platine. Ces dernières observations de M. Bowles, loin d'infirmier mon opinion, semblent au contraire la confirmer pleinement : car elles indiquent dans la platine non-seulement le mélange du fer, mais la présence de l'arsenic; elles annoncent que la platine d'un endroit n'est pas de même qualité que celle d'un autre endroit; elles prouvent qu'elle se trouve en masse dans deux seules mines d'or, ou en grains ou grenailles dans des montagnes toutes composées de sable ferrugineux, et toujours près des mines d'or et dans des contrées volcanisées. La vérité de mon opinion me paraît donc plus démontrée que jamais, et je suis convaincu que plus on fera de recherches sur l'histoire naturelle de la platine, et d'expériences sur sa substance, plus on reconnaîtra qu'elle n'est point un métal simple ni d'une essence pure, mais un alliage de fer et d'or dénaturés, tant par la violence et la continuité d'un feu volcanique que par le mélange des vapeurs sulfureuses et arsenicales, qui auront ôté à ces métaux la couleur et leur ductilité.

DU COBALT.

De tous les minéraux métalliques, le cobalt est peut-être celui dont la nature est la plus masquée, les caractères les plus ambigus, et l'essence la moins pure. Les mines de cobalt, très-différentes entre elles, n'offrent d'abord aucun caractère commun, et ce n'est qu'en les travaillant au feu qu'on peut les reconnaître par un effet très-remarquable unique, et qui consiste à donner aux émaux une belle couleur bleue. Ce n'est aussi que pour obtenir ce beau bleu que l'on recherche le cobalt; il n'a aucune propriété dont on puisse faire un usage utile,

si ce n'est peut-être en l'alliant avec d'autres minéraux métalliques (1). Ses mines sont assez rares et toujours chargées d'une grande quantité de matières étrangères ; la plupart contiennent plus d'arsenic que de cobalt ; et dans toutes le fer est si intimement lié au cobalt, qu'on ne peut l'en séparer. Le bismuth se trouve aussi assez souvent interposé dans la substance de ces mines : on y a reconnu de l'or, de l'argent, du cuivre ; et quelquefois toutes ces matières et d'autres encore s'y trouvent mêlées ensemble, sans compter les pyrites qui sont aussi souvent intimement unies à la substance du cobalt. Le nombre de ces variétés est donc si grand, non-seulement dans les différentes mines de cobalt, mais aussi dans une seule et même mine, que les nomenclateurs en minéralogie ont cru devoir en faire plusieurs espèces, et même en séparer absolument un autre minéral qui n'était pas connu avant le travail des mines de cobalt : ils ont donné le nom de *nickel* (2) à cette substance, qui diffère en effet du cobalt, quoiqu'elle ne se trouve qu'avec lui. Tous deux peuvent se réduire en un régule dont les propriétés sont assez différentes pour qu'on puisse les regarder comme deux différentes sortes de minéraux métalliques.

Le régule de cobalt n'affecte guère de figure régulière (3), et n'a pas de forme déterminée : ce régule est très-pesant, d'une couleur grise assez brillante, d'un tissu serré, d'une substance compacte et d'un grain fin ; sa surface prend en peu de temps, par l'impression de l'air, une teinte rosacée ou couleur de fleurs de pêcher ; il est assez dur, et n'est point du tout ductile : sa densité est néanmoins plus grande que celle de l'étain, du fer et du cuivre ; elle est à très-peu près égale à la densité de l'acier (4). Ce régule du cobalt et celui du nickel sont, après le bismuth, les plus pesantes des matières auxquelles on a donné le nom de *demi-métaux* ; et l'on aurait certainement mis le bismuth, le cobalt et le nickel au rang des métaux, s'ils avaient eu de la ductilité : ce n'est qu'à cause de sa très-grande densité que l'on a placé le mercure avec les métaux, et parce qu'on a en même temps supposé que sa fluidité pouvait être considérée comme l'extrême de la ductilité.

Les minières de cobalt s'annoncent par des efflorescences à la surface du terrain ; ces efflorescences sont ordinairement rougeâtres, et assez souvent disposées en étoiles ou en rayons divergents, qui quelquefois se croisent. Nous donnerons ici l'indication du petit nombre de ces mines que nos observateurs ont reconnues en France et dans les Pyrénées aux confins de l'Espagne : mais c'est dans la Saxe et dans quelques autres provinces de l'Allemagne qu'on a commencé à travailler et

(1) M. Baumé dit, dans sa *Chimie expérimentale*, avoir fait entrer le cobalt dans un alliage pour les robinets de fontaine ; que cet alliage pouvait se mouler parfaitement, et n'était sujet à aucune espèce de rouille.

(2) Cronstedt a donné le nom de *nickel* à cette substance, parce qu'elle se trouve dans les mines de cobalt que les Allemands nomment *kupfer-nickel*. M. Bergman observe que, quoiqu'on trouve fréquemment du cobalt natif, il est toujours uni au fer, à l'arsenic et au nickel.

(3) M. l'abbé Mongez assure néanmoins avoir obtenu un régule de cobalt en cristaux composés de faisceaux réguliers.

(4) La pesanteur spécifique du régule de cobalt est de 78119 ; celle du régule de nickel, de 78070 ; et la pesanteur spécifique de l'acier écroui et trempé est de 78180 : celle du fer forgé n'est que de 77850.

que l'on travaille encore avec succès et profit les mines de cobalt; et ce sont les minéralogistes allemands qui nous ont donné le plus de lumières sur les propriétés de ce minéral et sur la manière dont on doit le traiter.

Le premier et le plus sûr des indices extérieurs qui peuvent annoncer une mine prochaine de cobalt, est donc une efflorescence minérale, couleur de rose, de structure radiée, à laquelle on a donné le nom de *fleurs de cobalt*; quelquefois cette matière n'est point en forme de fleurs rouges, mais en poudre et d'une couleur plus pâle. Mais le signe le plus certain et par lequel on pourra reconnaître le véritable cobalt est la terre bleue qui l'accompagne quelquefois; et au défaut de cet indice, ce sera la couleur bleue qu'il donne lorsqu'il est réduit en verre; car, si la mine qui paraît être de cobalt se convertit en verre noir, ce ne sera que de la pyrite; si le verre est d'une couleur rousse, ce sera de la mine de cuivre, au lieu que la mine de cobalt donnera toujours un verre bleu de saphir: c'est probablement par cette ressemblance à la couleur du saphir, qu'on a donné à ce verre bleu de cobalt le nom de *saphre* ou *safre*. Au reste, on a aussi appelé *safre* la chaux de cobalt qui est en poudre rougeâtre et qui ne provient que de la calcination de la mine de cobalt; le *safre* qui est dans le commerce est toujours mêlé de sable quartzueux qu'on ajoute en fraude pour en augmenter la quantité, et ce *safre* ou chaux rougeâtre de cobalt donne aussi par la fusion le même bleu que le verre de cobalt, et c'est à ce verre bleu de *safre* que l'on donne le nom de *smalt*.

Pour obtenir ce verre avec sa belle couleur, on fait griller la mine de cobalt dans un fourneau où la flamme est réverbérée sur la matière minérale réduite en poudre, ou du moins concassée: ce fourneau doit être surmonté de cheminées tortueuses dans lesquelles les vapeurs qui s'élèvent puissent être retenues en s'attachant à leurs parois; ces vapeurs s'y condensent en effet, et s'y accumulent en grande quantité sous la forme d'une poudre blanchâtre, que l'on détache en la racleant: cette poudre est de l'arsenic, dont les mines de cobalt sont toujours mêlées; elles en fournissent en si grande quantité par la simple torréfaction, que tout l'arsenic blanc qui est dans le commerce vient des fourneaux où l'on grille des mines de cobalt, et c'est le premier produit qu'on en tire.

La matière calcinée qui reste dans le fourneau après l'entière sublimation des vapeurs arsenicales, est une chaux trop réfractaire pour être fondue seule; il faut y ajouter du sable vitrescible, ou du quartz, qu'on aura fait auparavant torréfier pour les pulvériser; sur une partie de chaux de cobalt, on met ordinairement deux ou trois parties de cette poudre vitreuse, à laquelle on ajoute une partie de salin pour accélérer la fusion; ce mélange se met dans de grands creusets placés dans le fourneau, et pendant les dix ou douze heures de feu qui sont nécessaires pour la vitrification, on remue souvent la matière pour en rendre le mélange plus égal et plus intime; et lorsqu'elle est entièrement et parfaitement fondue, on la prend tout ardente et liquide avec des cuillers de fer, et on la jette dans un cuvier plein d'eau, où se refroidissant subitement, elle n'acquiert pas autant de dureté qu'à l'air, et devient plus aisée à pulvériser: elle forme néanmoins des masses

solides qu'il faut broyer sous les pilons d'un boeard, et faire ensuite passer sous une meule pour la réduire enfin en poudre très-fine et bien lavée, qui est alors du plus beau bleu d'azur, et toute préparée pour entrer dans les émaux.

Comme les mines de cobalt sont fort mélangées et très-différentes les unes des autres, et que l'on donne vulgairement le nom de *cobalt* à toute mine mêlée de matières nuisibles (1), et surtout d'arsenic, on est forcé de les essayer pour les reconnaître, et s'assurer si elles contiennent en effet le vrai cobalt qui donne au verre le beau bleu. Il faut dans ces essais rendre les scories fort fluides et très-nettes, pour juger de l'intensité de la couleur bleue que fournit la mine convertie d'abord en chaux et ensuite en verre; on doit donc commencer par la griller et la calciner, pour la mettre dans l'état de chaux. Il se trouve, à la vérité, quelques morceaux de minerai où le cobalt est assez pur pour n'avoir pas besoin d'être grillé, et qui donnent leur bleu sans cette préparation; mais ces morceaux sont très-rares et communément le minerai de cobalt se trouve mêlé d'une plus ou moins grande quantité d'arsenic qu'il faut enlever par la sublimation. Cette opération, quoique très-simple, demande cependant quelques attentions; car il arrive assez souvent que, par un feu de grillade trop fort, le minerai de cobalt perd quelques nuances de sa belle couleur bleue; et de même il arrive que ce minerai ne peut acquérir cette couleur, s'il n'a pas assez grillé pour l'exalter, et ce point précis est difficile à saisir. Les unes de ces mines exigent beaucoup plus de temps et de feu que les autres: ce ne peut donc être que par des essais réitérés et faits avec soin, que l'on peut s'assurer à peu près de la manière dont on doit traiter en grand telle ou telle mine particulière.

Dans quelques-unes on trouve une assez forte quantité d'argent, et même d'or, pour mériter un travail particulier, par lequel on en extrait ces métaux. Il faut pour cela ne calciner d'abord la mine de cobalt qu'à un feu modéré; s'il était violent, l'arsenic qui s'en dégagerait brusquement emporterait avec lui une partie de l'argent et de l'or, lequel ne s'y trouve qu'allié avec l'argent.

Mais ces mines de cobalt qui contiennent une assez grande quantité de cet argent mêlé d'or pour mériter d'être ainsi travaillées sont très-rares en comparaison de celles qui ne sont mêlées que d'arsenic, de fer et de bismuth; et avant de faire des essais qui ne laissent pas d'être coûteux, il faut tâcher de reconnaître les vraies mines de cobalt, et de les distinguer de celles qui ne sont que des minerais d'arsenic, de fer, etc.; si l'on peut s'en fier à cette connaissance d'inspection, il ne faut faire que des essais en petit, sur lesquels néanmoins on ne peut pas absolument compter; car, dans la même mine de cobalt, certaines parties du minéral sont souvent très-différentes les unes des autres, et ne contiennent

(1) La langue allemande a même attaché au mot de *cobalt* ou *cobolt* l'idée d'un esprit souterrain, malfaisant et malin, qui se plaît à effrayer et à tourmenter les mineurs; et comme le minerai de cobalt, à raison de l'arsenic qu'il contient, ronge les pieds et les mains des ouvriers qui le travaillent, on a appelé en général *cobalta* les mines dont l'arsenic fait la partie dominante. (*Mémoire sur le cobalt*, par M. Saur, dans ceux des *Savants étrangers*, tome I.)

quelquefois qu'une si petite quantité de cobalt, qu'on ne peut en faire usage (1).

La substance du cobalt est plus fixe au feu que celle des demi-métaux, même que celle du fer et des autres métaux imparfaits : aussi vient-on à bout de les séparer du cobalt en les sublimant et en les volatilissant par des feux de grillage réitérés. La fixité de cette substance approche de la fixité de l'or et de l'argent ; car le régule de cobalt n'entre pas dans les pores de la coupelle, en sorte que, si l'on expose à l'action du feu sur une coupelle un mélange de plomb et de cobalt, le plomb seul pénètre les pores de la coupelle en se vitrifiant, tandis que le cobalt réduit en scories reste sur la coupelle, ou est rejeté sur ses bords : ces scories de cobalt étant ensuite fondues avec des matières vitreuses, donnent le bleu qu'on nomme *safré* ; et lorsqu'on les mêle à parties égales avec l'aleali et le sable vitrescible, elles donnent l'émail bleu qu'on appelle *smalt*.

Le régule de cobalt peut s'allier avec la plupart des substances métalliques ; il s'unit intimement avec l'or et le cuivre, qu'il rend aigres et cassants : on ne l'allie que difficilement avec l'argent, le plomb, et même avec l'arsenic, quoique ce sel métallique se trouve toujours mêlé par sa nature dans la mine de cobalt. Il en est de même du bismuth, qui se refuse à toute union avec le régule de cobalt ; et quoiqu'on trouve souvent le bismuth mêlé dans les mines de cobalt, il ne lui est point uni d'une manière intime, mais simplement interposé dans la mine de cobalt sans la pénétrer ; et au contraire lorsque le cobalt est une fois joint au soufre par l'intermède des alcalis, son union avec le bismuth est si intime, qu'on ne peut les séparer que par les acides, tandis qu'en même temps le cobalt ne contracte avec le soufre qu'une très-légère union, et qu'on peut toujours les séparer l'un de l'autre par un simple feu de torréfaction, qui enlève le soufre et le réduit en vapeurs.

Le mercure, qui mouille si bien l'or et l'argent ne peut s'attacher au cobalt, ni s'y mêler par la trituration aidée même de la chaleur : ainsi la fixité du régule de cobalt, qui est presque égale à celle de ces métaux, n'influe point sur son attraction mutuelle avec le mercure.

Tous les acides minéraux attaquent ou dissolvent le cobalt à l'aide de la chaleur, et ils produisent ensemble différents sels, dont quelques-uns sont en cristaux transparents. L'aleali volatil dissout aussi la chaux du cobalt, et cette dissolution est d'un rouge pourpre : mais, en général, les couleurs, dans toutes les dissolutions du cobalt, varient non-seulement selon la différence des dissolvants, mais encore suivant le plus ou le moins de pureté du cobalt, qui n'est presque jamais exempt de minéraux étrangers, et surtout de fer et d'arsenic, dont on sait qu'il ne faut qu'une très-petite portion pour altérer ou même changer absolument la couleur de la dissolution.

En France, on a reconnu plusieurs indices de mines de cobalt, et on n'aurait pas

(1) Une manière courte d'éprouver si une mine de cobalt fournira de beau bleu, c'est de la fondre dans un creuset avec deux ou trois fois son poids de borax, qui deviendra d'un beau bleu si le cobalt est de bonne qualité. Voyez l'*Encyclopédie*, article *Cobalt*.

dû négliger ces minières : par exemple, les mines d'argent d'Almont en Dauphiné contiennent beaucoup de mines de cobalt qu'on pourrait séparer de l'argent. M. de Grignon assure qu'on a jeté dans les décombres de ces mines peut-être plus de cobalt qu'il n'en faudrait pour fournir toute l'Europe de safre. Le cobalt se trouve mêlé de même avec la mine d'argent rouge à Sainte-Marie-aux-Mines en Lorraine, et il y en a aussi dans une mine de cuivre azuré au village d'Ossenbaek dans les Vosges : on n'a fait aucun usage de ces mines de cobalt. M. de Gensanne dit à ce sujet que comme ce minéral devient rare, même en Allemagne, il serait avantageux pour nous de mettre en valeur une mine considérable qui se trouve entre la Minera et Notre-Dame de Coral en Roussillon. Il y en a une autre très-abondante et de bonne qualité, que les Espagnols ont fait exploiter avec quelque succès; elle est située dans la vallée de Gistan. M. Bowles dit que cette mine n'a été découverte qu'au commencement de ce siècle et qu'elle n'a encore été travaillée qu'à une petite profondeur, qu'on en a tiré annuellement cinq à six cents quintaux : il ajoute qu'en examinant cette mine de Gistan, il a reconnu différents morceaux d'un cobalt qui avait le grain plus fin et la couleur d'un gris bleu plus clair que celui de Saxe ; que la plupart de ces morceaux étaient contigus à une sorte d'ardoise dure et luisante avec des taches de couleur de rose sèche et qu'il n'y avait point de taches semblables sur les morceaux de cobalt.

C'est de la Saxe qu'on a jusqu'ici tiré la plus grande partie du safre qui se consomme en Europe, pour les émaux, pour la porcelaine, les faïences, et aussi pour peindre à froid, et relever par l'empois la blancheur des toiles. La principale mine est celle de Schneberg ; elle est très-abondante et peu profonde : on assure que le produit annuel de cette mine est fort considérable : il n'est pas permis d'exporter le cobalt en nature ; et c'est après l'avoir réduit en safre qu'on le vend à un prix d'autant plus haut, qu'il y a moins de concurrence dans le commerce de cette sorte de denrée, dont l'Allemagne a pour ainsi dire le privilège exclusif (1).

Cependant, il se trouve des mines de cobalt en Angleterre, dans le comté de Somerset. En Suède, la mine de Lanaberg est d'un cobalt blanc, qui, selon M. Demeste, rend par quintal trente-cinq livres de cobalt, deux livres de fer, cinquante livres d'arsenic et huit livres de soufre.

Nous sommes aussi presque assurés que le cobalt se trouve en Asie, et sans doute dans toutes les parties du monde, comme les autres matières produites par la nature ; car le très-beau bleu des porcelaines du Japon et de la Chine démontre que très-anciennement on y a connu et travaillé ce minéral (2).

Dans les morceaux de mine de cobalt que l'on rassemble dans les cabinets, il s'en trouve de toutes couleurs et de tout mélange, et l'on ne connaît aucun cobalt

(1) On trouve beaucoup de cobalt en Misnie, en Bohême, dans la vallée de *Joachim-Tshal* ; il y en a dans le duché de Wurtemberg, dans le Hartz, et dans plusieurs endroits de l'Allemagne.

(2) Quelques personnes prétendent que c'est par un mélange du lapis-lazuli que les Chinois donnent à leurs porcelaines la belle couleur bleue. M. de Bomare est dans cette opinion. Mais je ne la crois pas fondée : car le lapis, en se vitrifiant, ne conserve pas sa couleur.

pur dans sa mine ; il est souvent mêlé de bismuth, et toujours la mine contient du fer quelquefois mélangé de zinc, de cuivre et même d'argent tenant or, et presque toujours encore la mine est combinée avec des pyrites et beaucoup d'arsenic. De toutes ces matières, la plus difficile à séparer du cobalt est celle du fer : leur union est si intime qu'on est obligé de volatiliser le fer en le faisant sublimer plusieurs fois par le sel ammoniac, qui l'enlève plus facilement que le cobalt ; mais ce travail ne peut se faire en grand.

On voit des morceaux de minerai dans lesquels le cobalt est décomposé en une sorte de céruse ou de chaux. On trouve aussi quelquefois de l'argent pur en petits filets ou en poudre palpable dans la mine de cobalt ; mais le plus souvent ce métal n'y est point apparent, et d'ailleurs n'y est qu'en très-petite quantité pour qu'on puisse l'extraire avec profit. On connaît aussi une mine noire vitreuse de cobalt dans laquelle ce minéral est en céruse ou en chaux, qui paraît être minéralisée par l'action du foie de soufre dans lequel le cobalt se dissout aisément.

DU NICKEL.

Il se trouve assez souvent dans les mines de cobalt un minéral qui ne ressemble à aucun autre, et qui n'a été reconnu que dans ce dernier temps : c'est le nickel. M. Demeste dit que « quand le cuivre et l'arsenic se trouvent joints au fer dans la mine de cobalt, il en résulte un minéral singulier, qui, dans sa fracture, est d'un gris rougeâtre, et qui a pour ainsi dire son régule propre, parce que dans ce régule le cobalt adhère tellement aux substances métalliques étrangères dont il est mêlé, qu'on n'a pas hésité d'en faire sous le nom de *nickel* un demi-métal particulier. » Mais cette définition du nickel n'est point exacte ; car le cuivre n'entre pas, comme partie essentielle dans sa composition, et même ne s'y trouve que très-rarement. M. Bergman est, de tous les chimistes, celui qui a répandu le plus de lumière sur la nature de ce minéral, qu'il a soumis à des épreuves aussi variées que multipliées. Voici les principaux résultats de ses recherches et de ses expériences.

Hierne, dit-il, est le premier qui ait parlé du *kupfer-nickel*, dans un ouvrage sur les minéraux, publié en suédois, en 1694.

Henkel l'a regardé comme une espèce de cobalt ou d'arsenic mêlé de cuivre. (*Pyritol.*, chap. VII et VIII.)

Cramer a aussi placé le *kupfer-nickel* dans les mines de cuivre (*Docimast.*, parag. 371 et 418), et néanmoins *on n'en a jamais tiré un atome de cuivre*. Je dois cependant observer que M. Bergman dit ensuite que le nickel est quelquefois uni au cuivre.

Cronstedt est le premier qui en ait tiré un régule nouveau en 1751. (*Actes de Stockholm.*)

M. Sage le regarde comme du cobalt mêlé de fer, d'arsenic et de cuivre. (*Mémoires de chimie, 1772.*)

M. Monnet pense aussi que c'est du cobalt impur. (*Traité de la dissolution des métaux.*)

Le kupfer-nickel perd à la calcination près d'un tiers et quelquefois moitié de son poids, par la dissipation de l'arsenic et du soufre : ce minéral devient d'autant plus vert qu'il est plus riche. Si on le pulvérise, et qu'on le pousse à la fusion dans un creuset avec trois parties de flux noir, on trouve sous les scories noirâtres et quelquefois bleues, un culot métallique du poids du dixième, du cinquième, ou même près de moitié de la mine crue. Ce régule n'est pas pur ; il tient encore un peu de soufre et une plus grande quantité d'arsenic, de cobalt, et encore plus de fer magnétique.

L'arsenic adhère tellement à ce régule, que M. Bergman l'ayant successivement calciné et réduit cinq fois, il donnait encore l'odeur d'ail à une sixième calcination quand on y ajoutait de la poussière de charbon pour favoriser l'évaporation de l'arsenic.

A chaque réduction, il passe un peu de fer dans les scories ; à la sixième, le régule avait une demi-ductilité et était toujours sensible à l'aimant.

Dans les différentes opérations faites par M. Bergman pour parvenir à purifier le nickel, soit par les calcinations, soit en le traitant avec le soufre, il a obtenu des régules dont la densité variait depuis 70828 jusqu'à 88751 (1). Ces régules étaient quelquefois très-cassants, quelquefois assez ductiles pour qu'un grain d'une ligne de diamètre formât une plaque de trois lignes sur l'enclume : ils étaient plus ou moins fusibles, et souvent aussi réfractaires que le fer forgé ; et tous étaient non-seulement attirables à l'aimant, mais même il a observé qu'un de ces régules attirait toute sorte de fer, et que ces parties s'attiraient réciproquement : ce même régule donne, par l'alcali volatil, une dissolution de couleur bleue.

M. Bergman a aussi essayé de purifier le nickel par le foie de soufre, qui a une plus grande affinité avec le cobalt qu'avec le nickel, et il est parvenu à séparer ainsi la plus grande partie de ce dernier. Le régule de nickel obtenu après cette dissolution par le foie de soufre, ne conserve guère son magnétisme ; mais on le lui rend en séparant les matières hétérogènes qui, dans cet état, couvrent le fer.

Il a de même traité le nickel avec le nitre, le sel ammoniac, l'alcali volatil ; et par la dissolution dans l'acide nitreux et la calcination par le nitre, il l'a privé de presque tout son cobalt ; le sel ammoniac en a séparé un peu de fer ; mais le nickel retient toujours une certaine quantité de ce métal ; et M. Bergman avoue

(1) La pesanteur spécifique du régule de nickel, suivant M. Brisson, est de 78070 ; ce qui est un terme moyen entre les pesanteurs spécifiques 70828 et 88751 donnés par M. Bergman.

avoir épuisé tous les moyens de l'art sans pouvoir le séparer entièrement du fer.

Le régule de nickel contient quelquefois du bismuth ; mais on les sépare aisément en faisant dissoudre ce régule dans l'acide nitreux, et précipitant le bismuth par l'eau.

M. Bergman a encore observé que le nickel donne au verre la couleur d'hyacinthe ; et il conclut de ses expériences :

1° Qu'il est possible de séparer tout l'arsenic du nickel ;

2° Que, quoiqu'il tienne quelquefois du cuivre, il est également facile de le purifier de ce mélange, et que, quoiqu'il donne la couleur bleue avec l'alcali volatil, cette propriété ne prouve pas plus l'identité du cuivre et du nickel que la couleur jaune des dissolutions d'or et de fer dans l'eau régale ne prouve l'identité de ces métaux ;

3° Que le cobalt n'est pas plus essentiel au nickel, puisqu'on parvient à l'en séparer, et même que le cobalt précipite le nickel de sa dissolution par le foie de soufre ;

4° Qu'il n'est pas possible de le priver de tout son fer, et que, plus on multiplie les opérations pour l'en dépouiller, plus il devient magnétique et difficile à fondre ; ce qui le porte à penser qu'il n'est, comme le cobalt et la manganèse, qu'une modification particulière du fer. Voici ces termes :

« Solum itaque jam ferrum restat, et sane variæ eædemque non exigui momenti » rationes suadent nicolum et cobaltum et magnesiã forsan non aliter ac diversissimas ferri modificationes esse considerandas. » Ou voit, par ce dernier passage, que ce grand chimiste a trouvé par l'analyse ce que j'avais présumé par les analogies, et qu'en effet le cobalt, le nickel et la manganèse ne sont pas des demi-métaux purs, mais des alliages de différents minéraux mélangés, et si intimement unis au fer qu'on ne peut les en séparer.

Le cobalt, le nickel et la manganèse, ne pouvant être dépouillés de leur fer, restent donc tous trois attirables à l'aimant : ainsi, de la même manière qu'après les six métaux, il se présente une matière nouvellement découverte à laquelle on donne le nom de *platine*, et qui ne paraît être qu'un alliage d'or, ou d'une matière aussi pesante que l'or, avec le fer dans l'état magnétique, il se trouve de même, après les trois substances demi-métalliques, de l'antimoine, du bismuth et du zinc, il se trouve, dis-je, trois substances minérales, qui, comme la platine, sont toujours attirables à l'aimant, et qui, dès lors, doivent être considérées comme des alliages naturels avec d'autres minéraux ; et il me semble que, par cette raison, il serait à propos de séparer le cobalt (1), le nickel et la manganèse, des demi-métaux simples, comme la platine doit l'être des métaux purs, puisque ces quatre minéraux ne sont pas des substances simples, mais des composés ou alliages qui ne peuvent être mis au nombre des métaux ou demi-métaux dont l'essence, comme celle de toute autre autre matière pure, consiste dans l'unité de substance.

Le nickel peut s'unir avec tous les métaux et demi-métaux ; cependant, le régule

(1) M. Brandt, chimiste suédois, est le premier qui ait placé le cobalt au rang des demi-métaux ; auparavant on ne le regardait que comme une terre minérale plus ou moins friable.

non purifié ne s'allie point avec l'argent : mais le régule pur s'unit à parties égales avec ce métal, et n'altère ni sa couleur ni sa ductilité. Le nickel s'unit aisément avec l'or, plus difficilement avec le cuivre ; et le composé qui résulte de ces alliages est moins ductile que ces métaux, parce qu'ils sont devenus aigres par le fer, qui, dans le nickel est toujours attirable à l'aimant. Il s'allie facilement avec l'étain, et lui donne aussi de l'aigreur ; il s'unit plus difficilement avec le plomb et rend le zinc presque fragile. Le fer forgé devient au contraire plus ductile lorsqu'on l'allie avec le nickel : si on le fond avec le soufre, il se cristallise en aiguilles. Enfin, le nickel ne s'amalgame pas plus que le cobalt et le fer avec le mercure, même par le secours de la chaleur et de la trituration.

Au reste, le minerai du nickel diffère de celui du cobalt en ce que, étant exposé à l'air, il se couvre d'une efflorescence verte, au lieu que celle du cobalt est d'un rouge rosacé. Le nickel se dissout dans tous les acides minéraux et végétaux, et il donne avec le vinaigre des cristaux d'un beau vert.

Le régule du nickel est un peu jaunâtre à l'extérieur ; mais, dans l'intérieur, sa substance est d'un beau blanc : elle est composée de lames minces comme celles du bismuth. La dissolution de ce régule par l'acide nitreux ou par l'acide marin est verte comme les cristaux de son minerai, et ces deux acides sont les seuls qui puissent dissoudre ce régule ; car l'acide vitriolique, non plus que les acides végétaux, n'ont aucune action sur lui.

Mais, comme nous l'avons dit, ce régule n'est pas un minéral pur ; il est toujours mêlé de fer ; et comme ses efflorescences sont vertes, et que les cristaux de sa dissolution conservent cette même couleur, on y a supposé du cuivre qu'on n'y a pas trouvé, tandis que le fer paraît être une substance toujours inhérente dans sa composition. Au reste, ce régule, lorsqu'il est pur, c'est-à-dire purgé de toute autre matière étrangère, résiste au plus grand feu de calcination, et il prend seulement une couleur noire, sans se convertir en verre.

DE LA MANGANÈSE.

La manganèse est encore une matière minérale composée, et qui, comme le cobalt et le nickel, contient toujours du fer, mais qui de plus est mêlée avec une assez grande quantité de terre calcaire, et souvent avec un peu de cuivre (1). C'est

(1) La manganèse... se trouve en diverses contrées de l'Allemagne, aussi bien qu'en Angleterre, dans le Piémont, et dans plusieurs autres endroits, tantôt dans des montagnes calcaires, tantôt dans des mines de fer. On s'en sert pour rendre le verre transparent et net, ainsi que pour composer le vernis des potiers, tant noir que rougeâtre.

de la réunion de ces substances que s'est formée dans le sein de la terre la manganèse, qui mérite encore moins que le nickel et le cobalt d'être mise au rang des demi-métaux; car on serait forcé dès lors de regarder comme tels tous les mélanges métalliques ou alliages naturels, quand même ils seraient composés de trois, de quatre ou d'un nombre encore plus grand de matières différentes, et il n'y aurait plus de ligne de séparation entre les minéraux métalliques simples et les minéraux composés. J'entends par minéraux simples ceux qui le sont par nature, ou qu'on peut rendre tels par l'art: les six métaux, les trois demi-métaux et le mercure, sont des minéraux métalliques simples; la platine, le cobalt, le nickel et la manganèse, sont des minéraux composés; et sans doute qu'en observant la nature de plus près, on en trouvera d'autres peut-être encore plus mélangés, puisqu'il ne faut que le hasard des rencontres pour produire des mélanges et des unions en tout genre.

La manganèse, étant en partie composée de fer et de matière calcaire, se trouve dans les mines de fer spathiques mêlées de substances calcaires, soit que ces mines se présentent en stalactites, en écailles, en masses grenues ou en poudre: mais, indépendamment de ces mines de fer spathiques qui contiennent de la manganèse, on la trouve dans des minières particulières, où elle se présente ordinairement en chaux noire, et quelquefois en morceaux solides, et même cristallisés; souvent elle est mêlée avec d'autres pierres. M. de La Peyrouse, qui a fait de très-bonnes observations sur ce minéral, remarque, avec raison, que toutes les fois qu'on verra une pierre légèrement teinte de violet, on peut présumer avec fondement qu'elle contient de la manganèse; il ajoute qu'il n'y a peut-être pas de mines de fer spathiques blanches, grises ou jaunâtres, qui n'en contiennent plus ou moins. « J'en ai, dit-il, constamment retiré de toutes celles que j'ai essayées, une portion plus ou moins grande, selon l'état de la mine; car plus les mines de fer approchent de la couleur brune, moins il y a de manganèse, et celles qui sont noires n'en contiennent point du tout.

La manganèse paraît souvent cristallisée dans sa mine, à peu près comme la pierre calaminaire, et c'est ce qui a fait croire à quelques chimistes qu'elle contenait du zinc: mais d'autres chimistes, et particulièrement M. Bergman, ont démontré par l'analyse qu'il n'entre point de zinc dans sa composition. D'ailleurs cette forme des cristallisations de la manganèse varie beaucoup: il y a des mines de manganèse cristallisées en aiguilles, qui ressemblent par leur texture à certaines mines d'antimoine, et qui n'en diffèrent à l'œil que par leur couleur grise foncée et moins brillante que celle de l'antimoine; et ce qu'il y a de remarquable et de

Par différentes expériences, M. Margraff a reconnu que la manganèse du comté de Hohenstein près d'*Ilepa* contenait une terre calcaire et un peu de cuivre.... Il tira aussi d'une manganèse du Piémont, au moyen de l'acide du vitriol, un sel rougeâtre qui, ayant été dissous dans l'eau, déposa sur une lame d'acier quelques particules de cuivre, quoiqu'en moindre quantité que la manganèse de Hohenstein. « On retire, continue M. Margraff, également du cuivre, tant de la manganèse d'Allemagne que de celle du Piémont, en la mêlant avec parties égales de soufre pulvérisé, en calcinant ce mélange pendant quelques heures à un feu doux que l'on augmente ensuite, en le lessivant et en le faisant cristalliser. »

singulier dans la forme aiguillée de la manganèse, c'est qu'il semble que cette forme provient de sa propre substance, et non pas de celle du soufre; car la manganèse n'est point du tout mêlée d'antimoine, et elle n'exhale aucune odeur sulfureuse sur les charbons ardents. Au reste, le plus grand nombre des manganèses ne sont pas cristallisées; il s'en trouve beaucoup plus en masses dures et informes, que l'on a prises longtemps, et avec quelque fondement, pour des mines de fer. On doit aussi rapporter à la manganèse ce que plusieurs auteurs ont écrit de cette substance sous le nom d'*hématites noires, mamelonnées, veloutées*, etc.

On trouve des mines spathiques de fer, et par conséquent de la manganèse, dans plusieurs provinces de France, en Dauphiné, en Roussillon; d'autres à Baigory et dans le comté de Foix. Il y en a aussi une mine très-abondante en Bourgogne, près de la ville de Mâcon; cette mine est même en pleine exploitation, et l'on en débite la manganèse pour les verreries et faïenceries. On trouve dans cette mine plusieurs sortes de manganèses; savoir, la manganèse en chaux noire, la manganèse en masses solides et noires, et la manganèse cristallisée en rayons divergents.

La mine de manganèse ne se réduit que difficilement en régule, parce qu'elle est très-difficile à fondre, et en même temps très-disposée à passer à l'état de verre. Ce régule est au moins aussi dur que le fer; sa surface est noirâtre, et dans l'intérieur il est d'un blanc brillant, qui bientôt se ternit à l'air; sa cassure présente des grains assez grossiers et irréguliers. En le pulvérisant, il devient sensiblement attirable à l'aimant: un premier degré de calcination le convertit en une chaux blanche, qui se noircit par une plus forte chaleur, et son volume augmente d'un cinquième environ. Si l'on met ce régule dans un vaisseau bien clos, il se convertit par l'action du feu en un verre jaune obscur, et le fer qu'il contient se sépare en partie, et forme un petit bouton ou globule métallique.

Le régule de manganèse se dissout par les trois acides minéraux, et ses dissolutions sont blanches: la chaux noire de manganèse se dissout dans l'alcali fixe du tartre, et lui communique sur-le-champ une belle couleur bleue.

Ce régule refuse de s'unir au soufre, et ne s'allie que très-difficilement avec le zinc; mais il se mêle avec tous les autres minéraux métalliques: lorsqu'on l'allie dans une certaine proportion avec le cuivre, il lui ôte sa couleur rouge sans lui faire perdre sa ductilité. Au reste, ce régule contient toujours du fer, et il est, comme celui du nickel, celui du cobalt, et comme la platine, si intimement uni avec ce métal, qu'on ne peut jamais l'en séparer totalement. Ce sont des alliages faits par la nature, et que l'art ne peut détruire, et dont la substance, quoique composée, est aussi fixe que celle des métaux simples.

La manganèse est d'un grand usage dans les manufactures de glaces et de verres blancs: en la fondant avec le verre, elle lui donne une couleur violette, dont l'intensité est toujours proportionnelle à sa quantité, en sorte que l'on peut diminuer cette couleur violette jusqu'à la rendre presque inapercevable; et en même temps la manganèse a la propriété de chasser les autres couleurs obscures du verre, et de le rendre plus blanc lorsqu'elle n'est employée qu'à la très-petite dose conve-

nable à cet effet. C'est dans la fritte du verre qu'il faut mêler cette petite quantité de manganèse; sa couleur violette, en s'évanouissant, fait disparaître les autres couleurs; et il y a toute apparence que cette couleur violette, qu'on ne peut apercevoir lorsque la manganèse est en très-petite quantité, ne laisse pas d'exister dans la substance du verre qu'elle a blanchi; car M. Macquer dit avoir vu un morceau de verre très-blanc qui n'avait besoin que d'être chauffé jusqu'à un certain point pour devenir d'un très-beau bleu violet (1). Il faut également calciner toutes les manganèses pour leur enlever les minéraux volatils qu'elles peuvent contenir: il faut les fondre souvent à plusieurs reprises avec du nitre purifié; car ce sel a la propriété de développer et d'exalter la couleur violette de la manganèse. Après cette première préparation, il faut encore la faire refondre, toujours avec un peu de nitre, en la mêlant avec la fritte du verre auquel on veut donner la belle couleur violette: il est néanmoins très-difficile d'obtenir cette couleur dans toute sa beauté, si l'on n'a pas appris par l'expérience la manière de conduire le feu de vitrification; car cette couleur violette se change en brun, et même en noir, ou s'évanouit, lorsqu'on n'atteint pas ou que l'on passe le degré de feu convenable, et que l'usage seul peut apprendre à saisir.

 DE L'ARSENIC.

Dans l'ordre des minéraux, c'est ici que finissent les substances métalliques, et que commencent les matières salines. La nature nous présente d'abord deux métaux, l'or et l'argent, qu'on a nommés *parfaits*, parce que leurs substances sont pures, ou toutes deux alliées l'une avec l'autre, et que toutes deux sont également fixes, également inaltérables, indestructibles par l'action des éléments; ensuite elle nous offre quatre autres métaux, le cuivre, le fer, l'étain et le plomb, qu'on a eu raison de regarder comme métaux *imparfaits*, parce que leur substance ne résiste pas à l'action des éléments, qu'elle se brûle par le feu, et qu'elle s'altère et même se décompose par l'impression des acides et de l'eau. Après ces six métaux, tous plus ou moins durs et solides, on trouve tout à coup une matière fluide, le mercure, qui par sa densité et par quelques autres qualités paraît s'approcher de la nature des métaux parfaits, tandis que par sa volatilité et par sa liquidité il se rapproche encore plus de la nature de l'eau. Ensuite se présentent trois matières métalliques auxquelles on a donné le nom de *demi-métaux* parce qu'à l'exception de la ductilité, ils ressemblent aux métaux imparfaits: ces demi-métaux sont l'antimoine, le bis-

(1) M. de La Peyrouse dit aussi qu'on peut faire disparaître et reparaître à la flamme d'une bougie la belle couleur violette que la manganèse donne au verre de borax.

muth et le zinc, auxquels on a voulu joindre le cobalt, le nickel et la manganèse ; et de même que dans les métaux il y a des différences très-marquées entre les parfaits et les imparfaits, il se trouve aussi des différences très-sensibles entre les demi-métaux. Ce nom, ou plutôt cette dénomination, convient assez à ceux qui, comme l'antimoine, le bismuth et le zinc, ne sont point mixtes, ou peuvent être rendus purs par notre art : mais il me semble que ceux qui, comme le cobalt, le nickel et la manganèse, ne sont jamais purs, et sont toujours mêlés de fer ou d'autres substances différentes de la leur propre, ne doivent pas être mis au nombre des demi-métaux, si l'on veut que l'ordre des dénominations suive celui des qualités réelles ; car en appelant *demi-métaux* les matières qui ne sont que d'une seule substance, on doit imposer un autre nom à celles qui sont mêlées de plusieurs substances.

Dans cette suite de métaux, demi-métaux, et autres matières métalliques, on ne voit que les degrés successifs que la nature met dans toutes les classes de ses productions : mais l'arsenic, qui paraît être la dernière nuance de cette classe des matières métalliques, forme en même temps un degré, une ligne de séparation qui remplit le grand intervalle entre les substances métalliques et les matières salines. Et de même qu'après les métaux on trouve la platine, qui n'est point un métal pur, et qui, par son magnétisme constant, paraît être un alliage de fer et d'une matière aussi pesante que l'or, on trouve aussi après les demi-métaux, le cobalt, le nickel et la manganèse, qui, étant toujours attirables à l'aimant, sont par conséquent alliés de fer uni à leur propre substance : l'on doit donc, en rigueur, les séparer tous trois des demi-métaux, comme on doit de même séparer la platine des métaux, puisque ce ne sont pas des substances pures, mais mixtes et toutes alliées de fer, quoiqu'elles donnent leur régule sans aucun mélange que celui des parties métalliques qu'elles recèlent ; et quoique l'arsenic donne de même son régule, on doit encore le séparer de ces trois dernières matières, parce que son essence est autant saline que métallique.

En effet l'arsenic, qui, dans le sein de la terre, se présente en masses pesantes et dures comme les autres substances métalliques, offre en même temps toutes les propriétés des matières salines ; comme les sels, il se dissout dans l'eau ; mêlé comme les salins avec les matières terreuses, il en facilite la vitrification ; il s'unit par le moyen du feu, avec les autres sels qui ne s'unissent pas plus que lui avec les métaux ; comme les sels, il décrépité et se volatilise au feu, et jette de même des étincelles dans l'obscurité ; il fuse aussi comme les sels, et coule en liquide épais sans brillant métallique : il a donc toutes les propriétés des sels ; mais, d'autre part, son régule a les propriétés des matières métalliques.

L'arsenic, dans son état naturel, peut donc être considéré comme un sel métallique ; et comme ce sel, par ses qualités, diffère des acides et des alcalis, il me semble qu'on doit compter trois sels simples dans la nature, l'acide, l'alcali et l'arsenic, qui répondent aux trois idées que nous nous sommes formées de leurs effets, et qu'on peut désigner par les dénominations de *sel acide*, *sel caustique* et *sel corrosif* ; et il me paraît encore que ce dernier sel, l'arsenic, a tout autant et peut-

être plus d'influence que les deux autres sur les matières que la nature travaille. L'examen que nous allons faire des autres propriétés de ce minéral métallique et salin, loin de faire tomber cette idée, la justifiera pleinement, et même la confirmera dans toute son étendue.

On ne doit donc pas regarder l'arsenic naturel comme un métal ou demi-métal, quoiqu'on le trouve communément dans les mines métalliques, puisqu'il n'y existe qu'accidentellement et indépendamment des métaux ou demi-métaux avec lesquels il est mêlé : on ne doit pas regarder de même comme une chaux purement métallique l'arsenic blanc qui se sublime dans la fonte de différents minéraux, puisqu'il n'a pas les propriétés de ces chaux, et qu'il en offre de contraires; car cet arsenic qui s'est volatilisé, reste constamment volatil, au lieu que les chaux des métaux et des demi-métaux sont toutes constamment fixes : de plus, cette chaux, ou plutôt cette fleur d'arsenic, est soluble dans tous les acides, et même dans l'eau pure, comme les sels, tandis qu'aucune chaux métallique ne se dissout dans l'eau et n'est même guère attaquée par les acides. Cet arsenic, comme les sels, se dissout et se cristallise, au moyen de l'ébullition, en cristaux jaunes et transparents; il répand, lorsqu'on le chauffe, une très-forte odeur d'ail; mais sur la langue, sa saveur est très-âcre, il y fait une corrosion; et pris intérieurement, il donne la mort en corrodant l'estomac et les intestins. Toutes les chaux métalliques, au contraire, sont presque sans odeur et sans saveur. Cet arsenic blanc n'est donc pas une vraie chaux métallique, mais plutôt un sel particulier plus actif, plus âcre et plus corrosif que l'acide et l'alcali. Enfin cet arsenic est toujours très-fusible, au lieu que les chaux métalliques sont toutes plus difficiles à fondre que le métal même : elles ne contractent aucune union avec les matières terreuses, et l'arsenic, au contraire, s'y réunit au point de soutenir avec elles le feu de la vitrification; il entre, comme les autres sels, dans la composition des verres; il leur donne une blancheur qui se ternit bientôt à l'air, parce que l'humidité agit sur lui comme sur les autres sels. Toutes les chaux métalliques donnent au verre de la couleur; l'arsenic ne leur en donne aucune, et ressemble encore par cet effet aux salins qu'on mêle avec le verre. Ces seuls faits sont, ce me semble, plus que suffisants pour démontrer que cet arsenic blanc n'est point une chaux métallique, ni demi-métallique, mais un vrai sel, dont la substance active est d'une nature particulière et différente de celle de l'acide et de l'alcali.

Cet arsenic blanc qui s'élève par sublimation dans la fonte des mines, n'était guère connu des anciens (1) : et nous ne devons pas nous féliciter de cette découverte, car elle a fait plus de mal que de bien : on aurait même dû proscrire la recherche, l'usage et le commerce de cette matière funeste, dont les lâches seclérats n'ont que trop de facilité d'abuser. N'accusons pas la nature de nous avoir préparé des poisons et des moyens de destruction : c'est à nous-mêmes, c'est à notre

(1) La seule indication précise que l'on ait sur l'arsenic se trouve dans un passage d'Avicenne, qui vivait dans le onzième siècle. M. Bergman cite ce passage par lequel il paraît qu'on ne connaissait pas alors l'arsenic blanc sublimé.

art ingénieux pour le mal, qu'on doit la poudre à canon, le sublimé corrosif, l'arsenic blanc tout aussi corrosif. Dans le sein de la terre, on trouve du soufre et du salpêtre; mais la nature ne les avait pas combinés, comme l'homme, pour en faire le plus grand, le plus puissant instrument de la mort : elle n'a pas sublimé l'acide marin avec le mercure pour en faire un poison; elle ne nous présente l'arsenic que dans un état où ses qualités funestes ne sont pas développées : elle a rejeté, recelé ces combinaisons nuisibles, en même temps qu'elle ne cesse de faire des rapprochements utiles et des unions prolifiques; elle garantit, elle défend, elle conserve, elle renouvelle, et tend toujours beaucoup plus à la vie qu'à la mort.

L'arsenic, dans son état de nature, n'est donc pas un poison comme notre arsenic factice. Il s'en trouve de plusieurs sortes, et de différentes formes, et de couleurs diverses, dans les mines métalliques. Il s'en trouve aussi dans les terrains volcanisés sous une forme différente de toutes les autres, et qui provient de son union avec le soufre : on a donné à cet arsenic le nom d'*orpiment* lorsqu'il est jaune, et celui de *réalgar* quand il est rouge. Au reste, la plupart des mines d'arsenic noires et grises sont des mines de cobalt mêlé d'arsenic; cependant M. Bergman assure qu'il se trouve de l'arsenic vierge en Bohême, en Hongrie, en Saxe, etc., et que cet arsenic vierge contient toujours du fer. M. Monnet dit aussi qu'il s'en trouve en France, à Sainte-Marie-aux-Mines, et que cet arsenic vierge est une substance des plus pesantes et des plus dures que nous connaissions, qui ne se brise que difficilement, et qui présente dans sa fracture fraîche un grain brillant semblable à celui de l'acier; qu'il prend le poli et le brillant métallique du fer; que son éclat se ternit bien vite à l'air; qu'il se dissout dans les acides, etc. Si j'avais moins de confiance aux lumières de M. Monnet, je croirais à cette description que son arsenic vierge n'est qu'une espèce de marcassite ou pyrite arsenicale: mais ne les ayant pas comparés, je ne dois tout au plus que douter, d'autant que le savant M. de Morveau dit aussi « qu'on trouve de l'arsenic vierge en masse informe, grenue, en écailles et friable; de l'arsenic noir mêlé de bitume, de l'arsenic gris testacé, de l'arsenic blanc cristallisé en gros cube. » Mais toutes ces formes pourraient être des décompositions d'arsenic ou des mélanges avec du cobalt et du fer. D'ailleurs la mine d'arsenic en écailles, ni même le régule d'arsenic, qui doit être encore plus pur et plus dense que l'arsenic vierge, ne sont pas aussi pesants que le suppose M. Monnet; car la pesanteur spécifique de la mine écailleuse d'arsenic n'est que de 57249, et celle du régule d'arsenic de 57633, tandis que la pesanteur spécifique du régule de cobalt est de 78119, et celle du régule de nickel de 78070. Il est donc certain que l'arsenic vierge n'est pas, à beaucoup près, aussi pesant que ces régules de cobalt et de nickel.

Quoi qu'il en soit, l'arsenic se rencontre dans presque toutes les mines métalliques, et surtout dans les mines d'étain; c'est même ce qui a fait donner à l'arsenic, comme au soufre, le nom de *minéralisateur*. Or, si l'on veut avoir une idée nette de ce que signifie le mot de *minéralisation*, on ne peut l'interpréter que par celui de l'altération que certaines substances actives produisent sur les minéraux

métalliques ; la pyrite, ou, si l'on veut, le soufre minéral, agit comme un sel par l'acide qu'il contient ; le foie de soufre agit encore plus généralement par son alcali ; et l'arsenic, qui est un autre sel souvent uni avec la matière du feu dans la pyrite, agit avec une double puissance ; et c'est de l'action de ces trois acides, alcalis et arsenieaux, que dépend l'altération ou la minéralisation de toutes les substances métalliques, parce que tous les autres sels peuvent se réduire à eux-ci.

L'arsenic a fait impression sur toutes les mines métalliques, dans lesquelles il s'est établi dès le temps de la première formation des sels, après la chute des eaux et des autres matières volatiles ; il semble avoir altéré tous les métaux, à l'exception de l'or : il a produit avec le soufre pyriteux et le foie de soufre les mines d'argent rouge, blanches ou vitreuses ; il est entré dans la plupart des mines de cuivre, et il adhère très-fortement à ce métal ; il a produit la cristallisation des mines d'étain et de celles de plomb qui se présentent en cristaux blancs et verts ; enfin, il se trouve uni au fer dans plusieurs pyrites, et particulièrement dans la pyrite blanche que les Allemands appellent *nispichel*, qui n'est qu'un composé de mine de fer et d'une grande quantité d'arsenic. Les mines d'antimoine, de bismuth, de zinc, et surtout celles de cobalt, contiennent aussi de l'arsenic ; presque toutes les matières minérales en sont imprégnées ; il y a même des terres qui sont sensiblement arsenicales : aucune matière n'est donc plus universellement répandue. La grande et constante volatilité de l'arsenic, jointe à la fluidité qu'il acquiert en se dissolvant dans l'eau, lui donne la faculté de se transporter en vapeur et de se déposer partout, soit en liqueur, soit en masses concrètes ; il s'attache à toutes les substances qu'il peut pénétrer, et les corrompt presque toutes par l'acide corrosif de son sel.

L'arsenic est donc l'une des substances les plus actives du règne minéral : les matières métalliques et terreuses ou pierreuses ne sont en elles-mêmes que des substances passives ; les sels seuls ont des qualités actives, et le soufre doit être considéré comme un sel, puisqu'il contient de l'acide, qui est l'un des premiers principes salins. Sous ce point de vue, les puissances actives sur les minéraux en général semblent être représentées par trois agents principaux, le soufre pyriteux, le foie de soufre et l'arsenic, c'est-à-dire par les sels acides, alcalins et arsenieaux ; et le foie de soufre qui contient l'alcali uni aux principes du soufre agit par une double puissance et altère non-seulement les substances métalliques, mais aussi les matières terreuses.

Mais quelle cause peut produire cette puissance des sels, quel élément peut les rendre actifs, si ce n'est celui du feu qui est fixé dans ces sels ? car toute action qui, dans la nature, ne tend qu'à rapprocher, à réunir les corps, dépend de la force générale de l'attraction ; tandis que toute action contraire qui ne s'exerce que pour séparer, diviser et pénétrer les parties constituantes des corps, provient de cet élément, qui, par sa force expansive, agit toujours en sens contraire de la puissance attractive, et seule peut séparer ce qu'elle a réuni, résoudre ce qu'elle a combiné, liquéfier ce qu'elle a rendu solide, volatiliser ce qu'elle tenait fixe, rompre, en un mot,

tous les liens par lesquels l'attraction universelle tiendrait la nature enchaînée et plus qu'engourdie, si l'élément de la chaleur et du feu qui pénètre jusque dans ses entrailles, n'y entretenait le mouvement nécessaire à tout développement, toute production et toute génération.

Mais, pour ne parler ici que du règne minéral, le grand altérateur, le seul minéralisateur primitif est donc le feu ; le soufre, le foie de soufre, l'arsenic, et tous les sels ne sont que ses instruments ; toute minéralisation n'est qu'une altération par division, dissolution, volatilisation, précipitation, etc. Ainsi les minéraux ont pu être altérés de toutes manières, tant par le mélange des matières passives dont ils sont composés que par la combinaison de ces puissances animées par le feu, qui les ont plus ou moins travaillés, et quelquefois au point de les avoir presque dénaturés.

Mais pourquoi, me dira-t-on, cette minéralisation, qui, selon vous, n'est qu'une altération, se porte-t-elle plus généralement sur les matières métalliques que sur les matières terreuses ? De quelle cause, en un mot, ferez-vous dépendre ce rapport si marqué entre le minéralisateur et le métal ? Je répondrai que, comme le feu primitif a exercé toute sa puissance sur les matières qu'il a vitrifiées, il les a dès lors mises hors d'atteinte aux petites actions particulières que le feu peut exercer encore par le moyen des sels sur les matières qui ne se sont pas trouvées assez fixes pour subir la vitrification ; que toutes les substances métalliques, sans même en excepter celle de l'or, étant susceptibles d'être sublimées par l'action du feu, elles se sont séparées de la masse des matières fixes qui se vitrifiaient ; que ces vapeurs métalliques, reléguées dans l'atmosphère tant qu'a duré l'excessive chaleur du globe, en sont ensuite descendues, et ont rempli les fentes du quartz et autres cavités de la roche vitreuse, et que par conséquent ces matières métalliques ayant évité par leur fuite et leur sublimation la plus grande action du feu, il n'est pas étonnant qu'elles ne puissent éprouver aucune altération par l'action secondaire de la petite portion particulière du feu contenue dans les sels, tandis que les substances calcaires n'ayant été produites que les dernières, et n'ayant pas subi l'action du feu primitif, sont, par cette raison, très-susceptibles d'altération par l'action de nos feux, et par le foie de soufre, dans lequel la substance du feu est réunie avec l'alcali.

Mais c'est assez nous arrêter sur cet objet général de la minéralisation, qui s'est présenté avec l'arsenic, parce que ce sel âcre et corrosif est l'un des plus puissants minéralisateurs par l'action qu'il exerce sur les métaux : non-seulement il les altère et les minéralise dans le sein de la terre, mais il en corrompt la substance ; il s'insinue et se répand en poison destructeur dans les minéraux comme dans les corps organisés ; allié avec l'or et l'argent en très-petite quantité, il leur enlève l'attribut essentiel à tout métal, en leur ôtant toute ductilité, toute malléabilité ; il produit le même effet sur le cuivre ; il blanchit le fer plus que le cuivre sans cependant le rendre aussi cassant ; il donne de même beaucoup d'aigreur à l'étain et au plomb, et il ne fait qu'augmenter celle de tous les demi-métaux ; il en divise donc encore les parties lorsqu'il n'a plus la puissance

de les corroder ou détruire. Quelque épreuve qu'on lui fasse subir, en quelque état qu'on puisse le réduire, l'arsenic ne perd jamais ses qualités pernicieuses; en règle, en fleurs, en chaux, en verre, il est toujours poison; sa vapeur seule reçue dans les poumons suffit pour donner la mort; et l'on ne peut s'empêcher de gémir en voyant le nombre des victimes immolées, quoique volontairement, dans les travaux des mines qui contiennent de l'arsenic. Ces malheureux mineurs périssent presque tous au bout de quelques années, et les plus vigoureux sont bientôt languissants: la vapeur, l'odeur seule de l'arsenic leur altère la poitrine, et cependant ils ne prennent pas, pour éviter ce mal, toutes les précautions nécessaires. D'abord il s'élève assez souvent des vapeurs arsenicales dans les souterrains des mines dès qu'on y fait du feu; et, de plus, c'est en faisant, au marteau, des tranchées dans la roche du minéral, pour le séparer et l'enlever en morceaux, qu'ils respirent cette poussière arsenicale qui les tue comme poison, et les incommoder comme poussière, car nos tailleurs de pierre de grès sont très-souvent malades du poumon, quoique cette poussière de grès n'ait pas d'autre mauvaise qualité que sa très-grande ténuité: mais dans tous les usages, dans toutes les circonstances où l'appât du gain commande, on voit avec plus de peine que de surprise la santé des hommes comptée pour rien et leur vie pour peu de chose.

L'arsenic, qui, malheureusement, se trouve si souvent et si abondamment dans la plupart des mines métalliques, y est presque toujours en sel cristallin ou en poudre blanche: il ne se trouve guère que dans les volcans agissants ou éteints, sous la forme d'orpiment ou de réalgar; on assure néanmoins qu'il y en a dans les mines de Hongrie, à Kremnitz, à Newsol, etc. La substance de ces arsenics mêlés de soufre est disposée par lames minces ou feuillets; et, par ce caractère, on peut toujours distinguer l'orpiment naturel de l'artificiel, dont le tissu est plus confus. Le réalgar est aussi disposé par feuillets, et ne diffère de l'orpiment jaune que par sa couleur rouge; il est encore plus rare que l'orpiment, et ces deux formes sous lesquelles se présente l'arsenic ne sont pas communes, parce qu'elles ne proviennent que de l'action du feu, et l'orpiment et le réalgar n'ont été formés que par celui des volcans ou par des incendies de forêts, au lieu que l'arsenic se trouve en grande quantité sous d'autres formes dans presque toutes les mines, et surtout dans celles de cobalt.

Pour recueillir l'arsenic, et en éviter en même temps les vapeurs funestes, on construit des cheminées inclinées et longues de vingt à trente toises au-dessus des fourneaux où l'on travaille la mine de cobalt; et l'on a observé que l'arsenic qui s'élève le plus haut est aussi le plus pur et le plus corrosif. Pour ramasser sans danger cette poudre pernicieuse, il faut se couvrir la bouche et le nez, et ne respirer l'air qu'à travers une toile; et comme cette poudre arsenicale se dissout dans les graisses et les huiles aussi bien que dans l'eau, et qu'une très-petite quantité suffit pour causer les plus funestes effets, la fabrication devrait en être défendue et le commerce proscrit.

Les chimistes, malgré le danger, n'ont pas laissé de soumettre cette poudre ar-

senicale à un grand nombre d'épreuves pour la purifier et la convertir en cristaux; ils la mettent dans des vaisseaux de fer exactement fermés, où elle se sublime de nouveau sur le feu.

Les vapeurs s'attachent au haut du vaisseau en cristaux blancs et transparents comme du verre; et lorsqu'ils veulent faire de l'arsenic jaune ou rouge, semblable au réalgar et à l'orpiment, ils mêlent cette poudre d'arsenic avec une certaine quantité de soufre pour les sublimer ensemble; la matière sublimée devient jaune comme l'orpiment ou rouge comme le réalgar, selon la plus ou moins grande quantité de soufre qu'on y aura mêlée. Enfin, si on fond de nouveau ce réalgar artificiel, il deviendra transparent et d'un rouge de rubis: le réalgar naturel n'est qu'à demi-transparent; souvent même il est opaque et ressemble beaucoup au cinabre. Ces arsenics jaunes et rouges sont, comme l'on voit, d'une formation bien postérieure à celle des mines arsenicales, puisque le soufre est entré dans leur composition, et qu'ils ont été sublimés ensemble par les feux souterrains. On assure qu'à la Chine l'orpiment et le réalgar se trouvent en si grandes masses qu'on en a fait des vases et des pagodes: ce fait démontre l'existence présente ou passée des volcans dans cette partie de l'Asie.

Pour réduire l'arsenic en régule, on en mêle la poudre blanche sublimée avec du savon noir et même avec de l'huile: on fait sécher cette pâte humide à petit feu dans un matras et on augmente le degré de feu jusqu'à rougir le fond de ce vaisseau. M. Bergman donne la pesanteur spécifique de ce régule dans le rapport de 8310 à 4000; ce qui, à soixante-douze livres le pied cube d'eau donne cinq cent quatre-vingt-dix-huit livres trente-quatre centièmes pour le poids d'un pied cube de régule d'arsenic. Ainsi, la densité de ce régule est un peu plus grande que celle du fer, et à peu près égale à la densité de l'acier. Ce régule d'arsenic a, comme nous l'avons dit, plusieurs propriétés communes avec les demi-métaux; il ne s'unit point aux terres; il ne se dissout point dans l'eau; il s'allie aux métaux sans leur ôter l'éclat métallique, et dans cet état de régule, l'arsenic est plutôt un demi-métal qu'un sel.

On a donné le nom de *verre d'arsenic* aux cristaux qui se forment par la poudre sublimée en vaisseaux clos: mais ces cristaux transparents ne sont pas du verre, puisqu'ils sont solubles dans l'eau; et ce qui le démontre encore, c'est que cette même poudre blanche d'arsenic prend cet état de prétendu verre par la voie humide et à la simple chaleur de l'eau bouillante.

Lorsqu'on veut purger les métaux de l'arsenic qu'ils contiennent, on commence par le volatiliser autant qu'il est possible; mais comme il adhère quelquefois très-fortement au métal, et surtout au cuivre, et que par le feu de fusion on ne l'en dégage pas en entier, on ne vient à bout de le séparer de la matte que par l'intermède du fer, qui, ayant plus d'affinité que le cuivre avec l'arsenic, s'en saisit et en débarrasse le cuivre. On doit faire la même opération, et par le même moyen, en raffinant l'argent qui se tire des mines arsenicales.

DES CIMENTS DE NATURE.

On a vu, par l'exposé des articles précédents, que toutes les matières solides du globe terrestre, produites par le feu primitif, ou formées ensuite par l'intermédiaire de l'eau, peuvent être comprises dans quatre classes générales.

La première contient les verres primitifs et les matières qui en sont composées, telles que les porphyres, les granites, et tous leurs détriments, comme les grès, les argiles, schistes, ardoises, etc.

La seconde classe est celle des matières calcinables, et contient les craies, les marnes, les pierres calcaires, les albâtres, les marbres et les plâtres.

La troisième contient les métaux, les demi-métaux, et les alliages métalliques formés par la nature, ainsi que les pyrites et tous les minerais pyriteux.

Et la quatrième est celle des résidus et détriments de toutes les substances végétales et animales, telles que le terreau, la terre végétale, le limon, les bols, les tourbes, les charbons de terre, les bitumes, etc.

A ces quatre grandes classes des matières dont le globe terrestre est presque entièrement composé, nous devons en ajouter une cinquième, qui contiendra les sels et toutes les matières salines.

Enfin nous pouvons encore faire une sixième classe des substances produites ou travaillées par le feu des volcans, telles que les basaites, les laves, les pierres ponceuses, les pouzzolanes, les soufres, etc.

Toutes les matières dures et solides doivent leur première consistance à la force générale et réciproque d'une attraction mutuelle qui en a réuni les parties constituantes ; mais ces matières, pour la plupart, n'ont acquis leur entière dureté et leur pleine solidité que par l'interposition successive d'un ou de plusieurs ciments que j'appelle *ciments de nature*, parce qu'ils sont différents de nos ciments artificiels, tant par leur essence que par leurs effets. Presque tous nos ciments ne sont pas de la même nature que les matières qu'ils réunissent ; la substance de la colle est très-différente de celle du bois, dont elle ne réunit que les surfaces ; il en est de même du mastic qui joint le verre aux autres matières contiguës ; ces ciments artificiels ne pénètrent que peu ou point du tout dans l'intérieur des matières qu'ils unissent ; leur effet se borne à une simple adhésion aux surfaces. Les ciments de nature sont au contraire ou de la même essence, ou d'une essence analogue aux matières qu'ils unissent ; ils pénètrent ces matières dans leur intérieur, et s'y trouvent toujours intimement unis ; ils en augmentent la densité en même temps qu'ils établissent la continuité du volume : or il me semble que les six classes sous lesquelles nous venons de comprendre toutes les matières terrestres ont chacune leur ciment propre et particulier, que la nature emploie dans les opérations qui sont relatives aux différentes substances sur lesquelles elle opère.

Le premier de ces ciments de nature est le suc cristallin qui transsude et sort des grandes masses quartzieuses, pures ou mêlées de feldspath, de schorl, de jaspe et de mica; il forme la substance de toutes les stalactites vitreuses, opaques ou transparentes. Le suc quartzieux, lorsqu'il est pur, produit le cristal de roche, les nouveaux quartz, l'émail du grès, etc.; celui du feldspath produit les pierres chatoyantes; et nous verrons que le schorl, le mica et le jaspe ont aussi leurs stalactites propres et particulières. Ces stalactites des cinq verres primitifs se trouvent en plus ou moins grande quantité dans toutes les substances vitreuses de seconde et de troisième formation.

Le second ciment, tout aussi naturel et peut-être plus abondant à proportion que le premier, est le suc spathique qui pénètre, consolide et réunit toutes les parties des substances calcaires. Ces deux ciments vitreux et calcaires sont de la même essence que les matières sur lesquelles ils opèrent; ils en tirent aussi chacun leur origine, soit par l'infiltration de l'eau, soit par l'émanation des vapeurs qui s'élèvent de l'intérieur des grandes masses vitreuses ou calcaires: ces ciments ne sont, en un mot, que les particules de ces mêmes matières atténuées et enlevées par les vapeurs qui s'élèvent du sein de la terre ou bien détachées et entraînées par une lente stillation des eaux; et ces ciments s'insinuent dans tous les vides et jusque dans les pores des masses qu'ils remplissent.

Dans les ciments calcaires, je comprends le suc gypseux, plus faible et moins solide que le suc spathique, qui l'est aussi beaucoup moins que le ciment vitreux; mais ce suc gypseux est souvent plus abondant dans la pierre à plâtre que le spath ne l'est dans les pierres calcaires.

Le troisième ciment de nature est celui qui provient des matières métalliques, et c'est peut-être le plus fort de tous. Celui que fournit le fer est le plus universellement répandu, parce que la quantité du fer est bien plus grande que celle de tous les autres minéraux métalliques, et que le fer étant plus susceptible d'altération qu'aucun autre métal par l'humidité de l'air et par tous les sels de la terre, il se décompose très-aisément, et se combine avec la plupart des autres matières, dont il remplit les vides et réunit les parties constituantes. On connaît la ténacité et la solidité du ciment fait artificiellement avec la limaille de fer; ce ciment néanmoins ne réunit que les surfaces, et ne pénètre que peu ou point du tout dans l'intérieur des substances, dont il n'établit que la contiguité: mais lorsque le ciment ferrugineux est employé par la nature, il augmente de beaucoup la densité et la dureté des matières qu'il pénètre ou réunit. Or cette matière ferrugineuse est entrée, soit en masse, soit en vapeurs, dans les jaspes, les porphyres, les granites, les grenats, les cristaux colorés, et dans toutes les pierres vitreuses, simples ou composées, qui présentent des teintes de rouge, de jaune, de brun, etc. On reconnaît aussi les indices de cette matière ferrugineuse dans plusieurs pierres calcaires, et surtout dans les marbres, les albâtres et les plâtres colorés. Ce ciment ferrugineux, comme les deux autres premiers ciments, a pu être porté de deux façons différentes: la première, par sublimation en vapeurs, et c'est ainsi qu'il est entré

dans les jaspes, porphyres et autres matières primitives; la seconde, par l'infiltration des eaux dans les matières de formation postérieure, telles que les schistes, les ardoises, les marbres et les albâtres : l'eau aura détaché ces particules ferrugineuses des grandes roches de fer produites par le feu primitif dès le commencement de la consolidation du globe; elle les aura réduites en rouille, et aura transporté cette rouille ferrugineuse sur la surface entière du globe; dès lors cette chaux de fer se sera mêlée avec les terres, les sables et toutes les autres matières qui ont été remuées et travaillées par les eaux. Nous avons ci-devant démontré que les premières mines de fer ont été formées par l'action du feu primitif, et que ce n'est que des débris de ces premières mines ou de leurs détriments décomposés par l'intermède de l'eau, que les mines de fer de seconde et de troisième formation ont été produites.

On doit réunir au ciment ferrugineux le ciment pyriteux, qui se trouve non-seulement dans les minerais métalliques, mais aussi dans la plupart des schistes et dans quelques pierres calcaires. Ce ciment pyriteux augmente la dureté des matières qui ne sont point exposées à l'humidité, et contribue au contraire à leur décomposition dès qu'elles sont humectées.

On peut aussi regarder le bitume comme un quatrième ciment de nature; il se trouve dans toutes les terres végétales, ainsi que dans les argiles et les schistes mêlés de terre limoneuse. Ces schistes limoneux contiennent quelquefois une si grande quantité de bitume, qu'ils en sont inflammables; et comme toutes les huiles et graisses végétales ou animales se convertissent en bitumes par le mélange de l'acide, on ne doit pas être étonné que cette substance bitumineuse se trouve dans les matières transportées et déposées par les eaux, telles que les argiles, les ardoises, les schistes, et même certaines pierres calcaires. Il n'y a que les substances vitreuses, produites par le feu primitif, dans lesquelles le bitume ne peut être mêlé, parce que la formation des matières brutes et vitreuses a précédé la production des substances organisées et calcaires.

Une autre sorte de ciment qu'on peut ajouter aux précédents est produite par l'action des sels ou par leur mélange avec les principes du soufre. Ce ciment salin et sulfureux existe dans la plupart des matières terreuses; on le reconnaît à la mauvaise odeur que ces matières répandent lorsqu'on les entame ou les frotte : il y en a même, comme la pierre de pore (1), qui ont une très-forte odeur de foie de soufre, et d'autres qui, dès qu'on les frotte, répandent l'odeur du bitume.

Enfin le sixième ciment de nature est encore moins simple que le cinquième, et souvent aussi il est de qualités très-différentes, selon les matières diverses sur les-

(1) Ce n'est qu'en Norwége et en Suède, dit Pontoppidan, que l'on trouve la *Pierre du cochon*, ainsi appelée parce qu'elle guérit une certaine maladie du cochon. Cette pierre, autrement nommée *lapis fetidus*, rend une puanteur affreuse quand on la frotte. Elle est brune, luisante et paraît être une espèce de vitrification dans la composition de laquelle il entre beaucoup de soufre. » (*Journal étranger*, mois de septembre 1755, page 213.)

Nous ne pouvons nous dispenser de relever ici la contradiction qui est entre ces mots, *vitrification qui contient du soufre*, puisque le soufre se serait dissipé par la combustion longtemps avant que le feu se fût porté au degré nécessaire à la vitrification.

quelles le feu des volcans a travaillé avec plus ou moins de force ou de continuité, et suivant que ces matières se sont trouvées plus ou moins pures ou mélangées de substances différentes. Ce ciment, dans les matières volcaniques, est souvent composé des autres ciments, et particulièrement du ciment ferrugineux, car tous les basaltes et presque toutes les laves des volcans contiennent une grande quantité de fer, puisqu'elles sont attirables à l'aimant; et plusieurs matières volcanisées contiennent des sulfures et des sels.

Dans les matières vitreuses les plus simples, telles que le quartz de seconde formation et les grès, on ne trouve que le ciment cristallin et vitreux; mais dans les matières vitreuses composées, telles que les porphyres, granites et cailloux, il est souvent réuni avec les ciments ferrugineux ou pyriteux: de même dans les matières calcaires simples et blanches il n'y a que le ciment spathique; mais dans celles qui sont composées et colorées, et surtout dans les marbres, on trouve ce ciment spathique souvent mêlé du ciment ferrugineux, et quelquefois du bitumineux. Les deux premiers ciments, c'est-à-dire le vitreux et le spathique, dès qu'ils sont abondants, se manifestent par la cristallisation; le bitume même se cristallise lorsqu'il est pur, et les ciments ferrugineux ou pyriteux prennent aussi fort souvent une forme régulière. Les ciments sulfurés et salins se cristallisent, non-seulement par l'intermède de l'eau, mais aussi par l'action du feu: néanmoins ils paraissent assez rarement sous cette forme cristallisée dans les matières qu'ils pénètrent; et en général tous ces ciments sont ordinairement dispersés et intimement mêlés dans la substance même des matières dont ils lient les parties; souvent on ne peut les reconnaître qu'à la couleur ou à l'odeur qu'ils donnent à ces mêmes matières.

Le suc cristallin paraît être ce qu'il y a de plus pur dans les matières vitreuses, comme le suc spathique est aussi ce qu'il y a de plus pur dans les substances calcaires. Le ciment ferrugineux pourrait bien être aussi l'extrait du fer le plus décomposé par l'eau, ou du fer sublimé par le feu; mais les ciments bitumineux, sulfurés et salin, ne peuvent guère être considérés que comme des colles ou *glutens*, qui réunissent par interposition les parties de toute matière, sans néanmoins en pénétrer la substance intime, au lieu que les ciments cristallin, spathique et ferrugineux, ont donné la densité, la dureté et les couleurs, à toutes les matières dans lesquelles ils se sont incorporés.

Le feu et l'eau peuvent également réduire toutes les matières à l'homogénéité; le feu en dévorant ce qu'elles ont d'impur, et l'eau en séparant ce qu'elles ont d'hétérogène, et les divisant jusqu'au dernier degré de ténuité. Tous les métaux, et le fer en particulier, se cristallisent par le moyen du feu plus aisément que par l'intermède de l'eau. Mais pour ne parler ici que des cristallisations opérées par ce dernier élément, parce qu'elles ont plus de rapport que les autres avec les ciments de nature, nous devons observer que les formes de cristallisation ne sont ni générales, ni constantes, et qu'elles varient autant dans le genre calcaire que dans le genre vitreux; chaque contrée, chaque colline, et pour ainsi dire chaque banc de pierre, soit vitreuse ou calcaire, offre des cristallisations de formes différentes: or

cette variété de forme dans les extraits, tant de la matière vitreuse que de la matière calcaire, démontre que ces extraits renferment quelques éléments différents entre eux, qui font varier leur forme de cristallisation ; sans cela, tous les cristaux, soit vitreux, soit calcaires, auraient chacun une forme constante et déterminée, et ne différeraient que par le volume et non par la figure. C'est peut-être au mélange de quelque matière, telle que nos ciments de nature, qu'on doit attribuer toutes les variétés de figure qui se trouvent dans les cristallisations ; car une petite quantité de matière étrangère, qui se mêlera dans une stalactite au moment de sa formation, suffit pour en changer la couleur et en modifier la forme. Dès lors on ne doit pas être étonné de trouver presque autant de différentes formes de cristallisation qu'il y a de pierres différentes.

La terre limoneuse produit aussi des cristallisations de formes différentes, et en assez grand nombre. Nous verrons que les pierres précieuses, les spaths pesants, et la plupart des pyrites, ne sont que des stalactites de la terre végétale réduite en limon, et cette terre est ordinairement mêlée de parties ferrugineuses qui donnent la couleur à ces matières.

Des différents mélanges et des combinaisons variées de la matière métallique avec les extraits des substances vitreuses, calcaires et limoneuses, il résulte non-seulement des formes différentes dans la cristallisation, mais les diversités de pesanteur spécifique, de dureté, de couleur et de transparence dans la substance des stalactites de ces trois sortes de matières.

Il faut que la matière vitreuse, calcaire ou limoneuse, soit réduite à sa plus grande ténuité pour qu'elle puisse se cristalliser ; il faut aussi que le métal soit à ce même point de ténuité, et même réduit en vapeurs, et que le mélange en soit intime, pour donner la couleur aux substances cristallisées sans en altérer la transparence : car pour peu que la substance vitreuse, calcaire ou limoneuse, soit impure et mêlée de parties grossières, ou que le métal ne soit pas assez dissous, il en résulte des stalactites opaques et des concrétions mixtes qui participent de la qualité de chacune de ces matières. Nous avons démontré la formation des stalactites opaques dans les pierres calcaires, et celle de la mine de fer en grains dans la terre limoneuse (1) ; on peut reconnaître le même procédé de la nature pour la formation des concrétions vitreuses, opaques ou demi-transparentes, qui ne diffèrent du cristal de roche que comme les stalactites calcaires opaques diffèrent du spath transparent, et nous trouverons tous les degrés intermédiaires entre la pleine opacité et la parfaite transparence, dans tous les extraits et dans tous les produits des décompositions des matières terrestres, de quelque essence que puissent être les substances dont ces cristallisations ou concrétions tirent leur origine, et de quelque manière qu'elles aient été formées, soit par exsudation ou par stillation.

(1) Voyez dans le tome III l'article de l'*Albâtre* et celui de la *Terre végétale*.

DES CRISTALLISATIONS.

Lorsque les matières vitreuses, calcaires et limoneuses, sont réduites à l'homogénéité par leur dissolution dans l'eau, les parties similaires se rapprochent par leur affinité, et forment un corps solide ordinairement transparent, lequel, en se solidifiant par le dessèchement, ressemble plus ou moins au cristal; et comme ces cristallisations prennent des formes anguleuses et quelquefois assez régulières, tous les minéralogistes ont cru qu'il était nécessaire de désigner ces formes différentes par des dénominations géométriques et des mesures précises; ils en ont même fait le caractère spécifique de chacune de ces substances. Nous croyons que, pour juger de la justesse de ces dénominations, il est nécessaire de considérer d'abord les solides les plus simples, afin de se former ensuite une idée claire de ceux dont la figure est plus composée.

La manière la plus générale de concevoir la génération de toutes les formes différentes des solides est de commencer par la figure plane la plus simple, qui est le triangle. En établissant donc une base triangulaire équilatérale, et trois triangles pareils sur les trois côtés de cette base, on formera un tétraèdre régulier dont les quatre faces triangulaires sont égales; et en allongeant et raccourcissant les trois triangles qui portent sur les trois côtés de cette base, on aura des tétraèdres aigus ou obtus, mais toujours à trois faces semblables, sur une base ou quatrième face triangulaire équilatérale; et si l'on rend cette base triangulaire inégale par ses côtés, on aura tous les tétraèdres possibles, c'est-à-dire tous les solides à quatre faces, réguliers et irréguliers.

En joignant ce tétraèdre base à base avec un autre tétraèdre semblable, on aura un hexaèdre à six faces triangulaires, et par conséquent tous les hexaèdres possibles à pointe triangulaire comme les tétraèdres.

Maintenant si nous établissons un carré pour base, et que nous élevions sur chaque face un triangle, nous aurons un pentaèdre, ou solide à cinq faces en forme de pyramide, dont la base est carrée, et les quatre autres faces triangulaires: deux pentaèdres de cette espèce, joints base à base, forment un octaèdre régulier.

Si la base n'est pas un carré, mais un losange, et qu'on élève de même des triangles sur les quatre côtés de cette base en losange, on aura aussi un pentaèdre, mais dont les faces seront inclinées sur la base; et en joignant base à base ces deux pentaèdres, l'on aura un octaèdre à faces triangulaires et obliques relativement à la base.

Si la base est pentagone, et qu'on élève des triangles sur chacun des côtés de cette base, il en résultera une pyramide à cinq faces à base pentagone; ce qui fait un hexaèdre qui, joint base à base avec un pareil hexaèdre, produit un décaèdre

régulier dont les dix faces sont triangulaires ; et selon que ces triangles seront plus ou moins allongés ou raccourcis, et selon aussi que la base pentagone sera composée de côtés plus ou moins inégaux, les pentaèdres et décaèdres qui en résulteront seront plus ou moins réguliers.

Si l'on prend une base hexagone, et qu'on élève sur les côtés de cette base six triangles, on formera un heptaèdre ou solide à sept faces, dont la base sera un hexagone, et les six autres faces formeront une pyramide plus ou moins allongée ou accourcie, selon que les triangles seront plus ou moins aigus ; et en joignant base à base ces deux heptaèdres, ils formeront un dodécaèdre, ou solide à douze faces triangulaires.

En suivant ainsi toutes les figures polygones de sept, de huit, de neuf, etc., côtés, et en établissant, sur ces côtés de la base, des triangles, et les joignant ensuite base contre base, on aura des solides dont le nombre des faces sera toujours double de celui des triangles élevés sur cette base ; et, par ce progrès, on aura la suite entière de tous les solides possibles qui se terminent en pyramides simples ou doubles.

Maintenant, si nous élevons trois parallélogrammes sur les trois côtés de la base triangulaire, et que nous supposions une pareille face triangulaire au-dessus, nous aurons un pentaèdre composé de trois faces rectangulaires et de deux faces triangulaires.

Et de même, si sur les côtés d'une base carrée nous établissons des carrés au lieu de triangles, et que nous supposions une base carrée au-dessus égale et semblable à celle du dessous, l'on aura un cube ou hexaèdre à six faces carrées et égales ; et si la base est en losange, on aura un hexaèdre rhomboïdal dont les quatre faces sont inclinées relativement à leurs bases.

Et si l'on joint plusieurs cubes ensemble, et de même plusieurs hexaèdres rhomboïdaux par leurs bases, on formera des hexaèdres plus ou moins allongés, dont les quatre faces latérales seront plus ou moins longues, et les faces supérieure et inférieure toujours égales.

De même, si l'on élève des carrés sur une base pentagone, et qu'on les couvre d'un pareil pentagone, on aura un heptaèdre dont les cinq faces latérales seront carrées, et les faces supérieure et inférieure pentagones ; et si l'on allonge ou raccourcit les carrés, l'heptaèdre qui en résultera sera toujours composé de cinq faces rectangulaires plus ou moins hautes.

Sur une base hexagone on fera de même un octaèdre, c'est-à-dire un solide à huit faces, dont les faces supérieure et inférieure seront hexagones, et les six faces latérales seront des carrés ou des rectangles plus ou moins longs.

On peut continuer cette génération de solides par des carrés posés sur les côtés d'une base, d'un nombre quelconque de côtés, soit sur des polygones réguliers, soit sur des polygones irréguliers.

Et ces deux générations de solides, tant par des triangles que par des carrés posés sur des bases d'une figure quelconque, donneront les formes de tous les solides

possibles, réguliers et irréguliers, à l'exception de ceux dont la superficie n'est pas composée de faces planes et rectilignes, tels que les solides sphériques, elliptiques et autres, dont la surface est convexe ou concave au lieu d'être anguleuse ou à faces planes.

Or pour composer tous ces solides anguleux, de quelque figure qu'ils puissent être, il ne faut qu'une agrégation de lames triangulaires, puisque avec des triangles on peut faire le carré, le pentagone, l'hexagone, et toutes les figures rectilignes possibles; et l'on doit supposer que ces lames triangulaires, premiers éléments du solide cristallisé, sont très-petites et presque infiniment minces. Les expériences nous démontrent que si l'on met sur l'eau des lames minces en forme d'aiguilles ou de triangles allongés, elles s'attirent et se joignent en faisant l'une contre l'autre des oscillations jusqu'à ce qu'elles se fixent et demeurent en repos au point du centre de gravité, qui est le même que le centre d'attraction, en sorte que le second triangle ne s'attachera pas à la base du premier, mais à un tiers de sa hauteur perpendiculaire, et ce point correspond à celui du centre de gravité, par conséquent tous les solides possibles peuvent être produits par la simple agrégation de lames triangulaires, dirigées par la seule force de leur attraction mutuelle et respective dès qu'elles sont mises en liberté.

Comme ce mécanisme est le même et s'exécute par la même loi entre toutes les matières homogènes qui se trouvent en liberté dans un fluide, on ne doit pas être étonné de voir des matières très-différentes se cristalliser sous la même forme. On jugera de cette similitude de cristallisation dans des substances très-différentes par la table suivante (1), qu'on pourrait sans doute étendre encore plus loin, mais qui

(1) TABLE DE LA FORMATION DES CRISTALLISATIONS.

1. *Tétraèdre régulier, et qui forme un solide qui n'a que quatre faces, toutes quatre triangulaires et équilatérales*: Spath calcaire, marcassite, mine d'argent grise.
2. *Tétraèdre irrégulier*: Spath calcaire, marcassite, mine d'argent grise.
3. *Tétraèdre dont les bords sont tronqués*: Marcassite, mine d'argent grise.
4. *Tétraèdre dont les bords sont, de part et d'autre, en biseau*: Marcassite, mine d'argent grise.
5. *Tétraèdre dont les bords et les angles sont tronqués*: Marcassite, mine d'argent grise.
6. *Prisme dont la base est en losange, ou plutôt hexaèdre rhomboïdal*: Spath calcaire, feldspath ou spath étincelant, spath fusible, grès cristallisé, marcassite, pyrite arsenicale, galène.
7. *Solide pyramidal à deux pointes, composées de deux faces triangulaires isocèles; ce qui forme deux pyramides à six faces jointes base à base*: Cristal.
8. *Prisme à six faces rectangles et barlongues, terminées par deux pyramides à six faces*: Cristal de roche, mine de plomb verte.
9. *Prisme à neuf pans inégaux terminés par deux pyramides à trois faces inégales*: Schorl, tourmaline.
10. *Prisme octaèdre, à pans inégaux, terminés par deux pyramides hexaèdres tronquées*: Topaze de Saxe.
11. *Cube ou hexaèdre irrégulier*: Spath fusible, sel marin, marcassite cubique, galène tessulaire, mine de fer cubique, mine d'argent vitreuse, mine d'argent cornée.
12. *Cube dont les angles sont un peu tronqués; ce qui fait un solide à quatorze faces, dont six octogones et huit triangulaires*: Spath fusible, sel marin, marcassite, mine de fer, galène, blende, mine d'argent vitreuse.
13. *Cube tronqué, dont les angles sont tronqués jusqu'à la moitié de la face, et qui a, comme le précédent, quatorze faces, dont six sont carrées et huit hexagones irréguliers, dans lesquels il y a trois longues faces et trois courtes*: Spath fusible violet, marcassite, galène, mine de cobalt grise.
14. *Cube dont les angles sont totalement tronqués; ce qui fait un solide à quatorze faces, dont six carrés et huit triangulaires équilatérales*: Spath fusible violet, marcassite, galène, mine de cobalt grise.

suffit pour démontrer que la forme de cristallisation ne dépend pas de l'essence de chaque matière, puisqu'on voit le spath calcaire, par exemple, se cristalliser sous la même forme que la marcassite, la mine d'argent grise, le feldspath, le spath fusible, le grès, la pyrite arsenicale, la galène, et qu'on voit même le cristal de roche, dont la forme de cristallisation paraît être la moins commune et la plus constante, se cristalliser néanmoins sous la même forme que la mine de plomb verte.

La figure des cristaux, ou si l'on veut, la forme de cristallisation, n'indique donc ni la densité, ni la dureté, ni la fusibilité, ni l'homogénéité, ni par conséquent aucune des propriétés essentielles de la substance des corps, dès que cette forme appartient également à des matières très-différentes et qui n'ont rien autre chose de commun. Ainsi c'est gratuitement et sans réflexion qu'on a voulu faire de la forme de cristallisation un caractère spécifique et distinctif de chaque substance, puisque ce caractère est commun à plusieurs matières, et que même, dans chaque substance particulière, cette forme n'est pas constante. Tout le travail des *cristallographes* ne servira qu'à démontrer qu'il n'y a que de la variété partout où ils supposent de l'uniformité: leurs observations multipliées auraient dû les convaincre, et les rappeler à cette métaphysique si simple qui nous démontre que, dans la nature, il n'y a rien d'absolu, rien de parfaitement régulier. C'est par abstraction que nous avons formé les figures géométriques et régulières, et par conséquent nous ne devons pas les appliquer comme des propriétés réelles aux productions de la nature, dont l'essence peut être la même sous mille formes différentes.

Nous verrons dans la suite qu'à l'exception des pierres précieuses, qui sont en très-petit nombre, toutes les autres matières transparentes ne sont pas d'une seule et même essence, que leur substance n'est pas homogène, mais toujours composée de couches alternatives de différente densité, et que c'est par le plus ou le moins de force dans l'attraction de chacune de ces matières de différente densité, que s'opère la cristallisation en angles plus ou moins obliques; en sorte qu'à commencer par le cristal de roche, les améthystes et les autres pierres vitreuses, jusqu'au spath appelé *cristal d'Islande*, et au gypse, toutes ces stalactites transparentes, vitreuses, calcaires et gypseuses, sont composées de couches alternatives

15. *Cube tronqué à vingt-six faces, dont six octogones, huit hexagones, et douze rectangles*: Galène.
16. *Octaèdre régulier ou double tétraèdre, dont les huit côtés sont égaux*: Diamant, rubis spinelle, marcassite, fer octaèdre, cuivre octaèdre, galène octaèdre, étain blanc, argent, or.
17. *Octaèdre à pyramides égales tronquées au sommet, et qui fait deux pyramides à quatre faces, jointes base à base et tronquées par leur sommet*: Topaze d'Orient, spath fusible, soufre natif, marcassite, galène tessulaire, étain blanc.
18. *Octaèdre dont les angles et les bords sont tronqués, huit hexagones, six petits octogones et douze rectangles*: Galène tessulaire.
19. *Octaèdre dont les six angles solides sont tronqués*: Spath fusible, alun, galène.
20. *Dodécaèdre dont les faces sont en losange*: Grenat.
21. *Pyramides, doubles octaèdres, réunies par les bases tronquées, et terminées par quatre faces en losange*: Grenat.
22. *Solide à trente-six faces*: Grenat.

de différente densité ; ce qui, dans toutes ces pierres, produit le phénomène de la double réfraction, tandis que dans le diamant et les pierres précieuses, dont toutes les couches sont d'une égale densité, il n'y a qu'une simple réfraction.

DES STALACTITES VITREUSES.

Chaque matière peut fournir son extrait, soit en vapeurs, soit par exsudation ou stillation : chaque masse solide peut donc produire des incrustations sur sa propre substance, ou des stalactites, qui d'abord sont attachées à sa surface et peuvent ensuite s'en séparer : il doit par conséquent se former autant de stalactites différentes qu'il y a de substances diverses ; et comme nous avons divisé toutes les matières du globe en quatre grandes classes, nous suivrons la même division pour les extraits de ces matières, et nous présenterons d'abord les stalactites vitreuses, dont nous n'avons donné que de légères indications en traitant des verres primitifs et des substances produites par leur décomposition ; nous exposerons ensuite les stalactites calcaires qui sont moins dures et moins nombreuses que celles des matières vitreuses, et desquelles nous avons donné quelques notions en parlant de l'albâtre ; nous offrirons en troisième ordre les stalactites de la terre limoneuse, dont les extraits nous paraissent tenir le premier rang dans la nature par leur dureté, leur densité et leur homogénéité : après quoi nous rappellerons en abrégé ce que nous avons dit au sujet des stalactites métalliques, lesquelles ne sont pas des extraits du métal même, mais de ses détriments ou de ses minerais, et qui sont toujours mêlées de parties vitreuses, calcaires ou limoneuses ; enfin nous jetterons un coup d'œil sur les produits des volcans et des matières volcanisées, telles que les laves, les basaltes, etc.

Mais, pour mettre de l'ordre dans les détails de ces divisions, et répandre plus de lumière sur chacun des objets qu'elles renferment, il faut considérer de nouveau et de plus près les propriétés des matières simples dont toutes les autres ne sont que des mélanges ou des compositions différemment combinées : par exemple, dans la classe des matières vitreuses, les cinq verres primitifs sont les substances les plus simples ; et comme chacun de ces verres peut fournir son extrait, il faut d'abord les comparer par leurs propriétés essentielles, qui ne peuvent manquer de se trouver dans leurs agrégats et même dans leurs extraits : ces mêmes propriétés nous serviront dès lors à reconnaître la nature de ces extraits, et à les distinguer les uns des autres.

La première des propriétés essentielles de toute matière est, sans contredit, la densité ; et si nous en comparons les rapports, on verra qu'elle ne laisse pas d'être sensiblement différente dans chacun des cinq verres primitifs : car

La pesanteur spécifique du quartz est d'environ 26500, relativement au poids supposé 10000 de l'eau distillée ;

La pesanteur spécifique des jaspes de couleur uniforme est d'environ 27000 ;

Celle du mica blanc est aussi d'environ 27000, et celle du mica noir est de 29000 ;

Celle du feldspath blanc, qui est un peu plus pesant que le rouge, est de 26466 ;

Et enfin la pesanteur spécifique du schorl est la plus grande de toutes, car le schorl cristallisé pèse 33 ou 34000.

En comparant ces rapports, on voit que le quartz et le feldspath ont à peu près la même densité, qu'ensuite les jaspes et les micas sont un peu plus denses et à peu près dans la même proportion relativement aux deux premiers, et que le schorl, qui est le dernier des cinq verres primitifs, est le plus pesant de tous ; la différence est même si considérable, que le mélange d'une petite quantité de schorl avec les autres verres peut produire une assez forte augmentation de poids, qui doit se retrouver et se retrouve en effet dans les extraits ou stalactites des matières vitreuses mêlées de ce cinquième verre de nature.

La seconde propriété essentielle à la matière solide est la dureté : elle est à peu près la même dans le quartz, le feldspath et le schorl ; elle est un peu moindre dans le jaspe, et assez petite dans le mica, dont les parties n'ont que peu de cohésion, et dont les concrétions ou les agrégats sont, pour la plupart, assez tendres et quelquefois friables.

La troisième propriété, qu'on peut regarder comme essentielle à la substance de chacun des verres primitifs, est la plus ou moins grande fusibilité. Le schorl et le feldspath sont très-fusibles ; le mica et le jaspe ne le sont qu'aux feux les plus violents, et le quartz est le plus réfractaire de tous.

Enfin une quatrième propriété tout aussi essentielle que les trois premières, est l'homogénéité, qui se marque par la simple réfraction dans les corps transparents. Le quartz et le feldspath sont plus simples que le jaspe et le mica, et le moins simple de tous est le schorl.

Ces propriétés, et surtout la densité plus ou moins grande, la fusibilité plus ou moins facile, et la simple ou double réfraction, doivent se conserver en tout ou en partie dans les agrégats simples et les extraits transparents, et même se retrouver dans les décompositions de toute matière primitive : aussi ces mêmes propriétés, tirées de la nature même de chaque substance, nous fourniront des moyens qu'on n'a pas employés jusqu'ici, pour reconnaître l'essence de leurs extraits, en comparant ces extraits avec les matières primitives qui les ont produits.

Les extraits qui transsudent des matières vitreuses sont plus ou moins purs, selon qu'elles sont elles-mêmes plus simples et plus homogènes ; et en général ces extraits sont plus purs que la matière dont ils proviennent, parce qu'ils ne sont formés que de sa substance propre, dont ils nous présentent l'essence. Le spath n'est que de la pierre calcaire épurée, le cristal de roche n'est proprement et essentiellement que du quartz dissous par l'eau et cristallisé après son évaporation. Les substances pures produisent donc des extraits tout aussi purs ; mais souvent d'une manière qui paraît très impure, il sort un extrait en stalactites transparentes

et pures : dans ce cas il se fait une sécrétion des parties similaires d'une seule sorte de matière, qui se rassemblent et présentent alors une substance qui paraît différente des matières impures dont elle sort ; et c'est ce qui arrive dans les cailloux, les marbres, la terre limoneuse, et dans les matières volcaniques : comme elles sont elles-mêmes composées d'un grand nombre de substances diverses et mélangées, elles peuvent produire des stalactites très-différentes, et qui proviennent de chaque substance diverse contenue dans ces matières.

On peut donc distinguer les extraits ou stalactites de toute matière par les rapports de densité, de fusibilité, d'homogénéité ; et l'on doit aussi comparer les degrés de dureté, de transparence ou d'opacité. Nous trouverons entre les termes extrêmes de ces propriétés les degrés et nuances intermédiaires que la nature nous offre en tout et partout ; car ses productions ne doivent jamais être regardées comme des ouvrages isolés : mais il faut les considérer comme des suites d'ouvrages dans lesquels on doit saisir les opérations successives de son travail, en partant et en marchant avec elle du plus simple au plus composé.

STALACTITES CRISTALLISÉES DU QUARTZ, CRISTAL DE ROCHE.

Le cristal de roche paraît être l'extrait le plus simple et la stalactite la plus transparente des matières vitreuses. En le comparant avec le quartz, on reconnaît aisément qu'il est de la même essence ; tous deux ont la même densité (1), et sont à peu près de la même dureté ; ils résistent également à l'action du feu et à celle des acides : ils ont donc les mêmes propriétés essentielles, quoique leur formation soit très-différente ; car le quartz a tous les caractères du verre fondu par le feu, et le cristal présente évidemment ceux d'une stalactite du même verre atténué par les vapeurs humides ou par l'action de l'eau : ses molécules très-ténues se trouvant en liberté dans le fluide qui les a dissoutes, se rassemblent par leur affinité à mesure que l'humidité s'évapore ; et comme elles sont simples et similaires, leurs agrégats prennent de la transparence et une figure déterminée.

La forme de cristallisation dans cet extrait du quartz paraît être non-seulement régulière, mais plus constante que dans la plupart des autres substances cristallisées. Ces cristaux se présentent en prismes à six faces parallélogrammes, surmon-

(1) Le poids du quartz transparent est à celui de l'eau distillée comme 26546, et celui du cristal de roche d'Europe comme 26548 sont à 1000 : on peut donc assurer que leur densité est la même. Voyez la *Table des pesanteurs spécifiques* que M. Brisson, savant physicien, de l'Académie des Sciences, s'est donné la peine de faire en pesant à la balance hydrostatique toutes les matières terreuses et métalliques.

tées aux deux extrémités par des pyramides à six faces triangulaires. Le cristal de roche, lorsqu'il se forme en toute liberté, prend cette figure prismatique surmontée aux deux extrémités par des pyramides, mais il faut pour cela que le suc cristallin qui découle du quartz trouve un lit horizontal qui permette au prisme de s'étendre dans ce même sens, et aux deux pyramides de se former à l'une et à l'autre extrémité (1). Lorsqu'au contraire le suintement de l'extrait du quartz se fait verticalement ou obliquement contre les voûtes et les parois du quartz ou dans les fentes des rochers, le cristal, alors attaché par sa base, n'a de libre qu'une de ses extrémités, qui prend toujours la forme de pyramide; et comme cette seconde position est infiniment plus fréquente que la première, on ne trouve que rarement des cristaux à deux pointes, et très-communément des cristaux en pyramide simple ou en prisme surmontés de cette seule pyramide, parce que la première pyramide ou le prisme, toujours attachés au rocher, n'ont pas permis à la seconde pyramide de se former à cette extrémité qui sert de base au cristal.

On peut même dire que la forme primitive du cristal de roche n'est réellement composée que des deux pyramides opposées par leur base, et que le prisme à six faces qui les sépare est plutôt accidentel qu'essentiel à cette forme de cristallisation; car il y a des cristaux qui ne sont composés que de deux pyramides opposées et sans prisme intermédiaire, en sorte que le cristal n'est alors qu'un solide dodécaèdre: d'ailleurs, la hauteur des pyramides est constante, tandis que la longueur du prisme est très-variable. Ce n'est pas qu'il n'y ait aussi beaucoup de variétés dans les faces des pyramides comme dans celles du prisme, et qu'elles ne soient plus étroites ou plus larges, et plus ou moins inclinées, suivant la dimension transversale de la base hexagone, qui paraît être la surface d'appui sur laquelle se forment les pointes pyramidales. Cette figuration irrégulière et déformée, cette inégalité entre l'étendue et l'inclination respective des faces du cristal, ne doit être attribuée qu'aux obstacles environnants qui souvent l'empêchent de se former en toute liberté dans un espace assez étendu et assez libre pour qu'il y prenne sa forme naturelle.

Les cristaux grands et petits sont ordinairement tous figurés de même, et rien ne démontre mieux que leur forme essentielle est celle d'une ou deux pyramides à six faces, que les aiguilles du cristal naissant dans les cailloux creux: elles sont d'abord si petites qu'on ne les aperçoit qu'à la loupe, et dans cet état de primeur, elles n'offrent que leur pointe pyramidale, qui se conserve en grandissant toujours dans les mêmes proportions. Néanmoins, l'accroissement de cette matière brute ne se fait que par juxtaposition et non par intussusception, ou par nutrition comme dans les êtres organisés: car la première pyramide n'est point un germe qui puisse se développer proportionnellement dans toutes ses dimensions extérieures et intérieures

(1) On trouve de petits cristaux à deux pointes dans quelques cailloux creux: ils ne sont point attachés par leur base, comme les autres, à la surface intérieure du caillou; ils en sont séparés, et on les entend même baloter dans cette cavité en secouant le caillou.

par la nutrition ; c'est seulement une base figurée sur laquelle s'appliquent de tous côtés les parties similaires, sans en pénétrer ni développer la masse ; et ces parties constituantes du cristal étant des lames presque infiniment minces et de figure triangulaire, leur agrégat conserve cette même figure triangulaire dans la portion pyramidale : or quatre de ces lames triangulaires, en s'unissant par la tranche, forment un carré, et six formeront un hexagone; ainsi la portion prismatique à six faces de la base de cristal est composée de lames triangulaires comme la partie pyramidale.

Quoique la substance du cristal paraisse continue et assez semblable à celle du beau verre blanc, et quoiqu'on ne puisse distinguer à l'œil la forme de ses parties constituantes, il est néanmoins certain que le cristal est composé de petites lames qui sont à la vérité bien moins apparentes dans d'autres pierres, mais qui nous sont également démontrées par le fil, c'est-à-dire par le sens dans lequel on doit attaquer les pierres pour les tailler : or, le fil et le contre-fil se reconnaissent dans le cristal de roche, non-seulement par la plus ou moins grande facilité de l'entamer, mais encore par la double réfraction qui s'exerce constamment dans le sens du fil, et qui n'a pas lieu dans le sens du contre-fil. Ce dernier sens est celui dans lequel les lames forment continuité et ne peuvent se séparer, tandis que le premier sens est celui dans lequel ces mêmes lames se séparent le plus facilement ; elles sont donc réunies de si près dans le sens du contre-fil, qu'elles forment une substance homogène et continue, tandis que, dans le sens du fil, elles laissent entre elles un intervalle rempli d'une matière de densité différente qui produit la seconde réfraction.

Et ce qui prouve que cet intervalle entre les lames n'est pas vide, et qu'il est rempli d'une substance un peu moins dense que celle des lames, c'est que les images produites par les deux réfractions ne diffèrent que peu par leur grandeur et leur intensité de couleurs. La longueur du spectre solaire est 19 dans la première réfraction, et 18 dans la seconde ; et il en est de même de la largeur de l'image, et il en est encore de même de l'intensité des couleurs, qui se trouvent affaiblies dans la même proportion. Quelque pure que nous paraisse donc la substance du cristal, elle n'est pas absolument homogène ni d'égale densité dans toutes ses parties : la lumière, différemment réfractée, semble le démontrer, d'autant que nous verrons, en traitant des spaths calcaires, qu'ils ont non-seulement une double, une triple, quadruple, etc., réfraction, selon qu'ils sont plus ou moins mélangés de substances de densité différente.

Un autre fait par lequel on peut encore prouver que le cristal est composé de deux matières de différente densité, c'est que ces surfaces polies avec le plus grand soin ne laissent pas de présenter des sillons, c'est-à-dire des éminences et des profondeurs alternatives dans toute l'étendue de leur superficie : or la partie creuse de ces sillons est certainement composée d'une matière moins dure que la partie haute, puisqu'elle a moins résisté au frottement (1) ; il y a donc dans le cristal de

(1) M. l'abbé de Rochon a démontré cette inégalité de dureté dans les tranches du cristal de roche, en mettant

roche alternativement des couches contiguës de différente dureté, dont l'une a été moins usée que l'autre par le même frottement, puisque alternativement les unes de ces couches sont plus élevées, et les autres plus basses sur la même surface polie.

Mais de quelle nature est cette matière moins dense et moins dure des tranches alternatives du cristal ? Comme il n'est guère possible de la recueillir séparément, l'un de nos savants académiciens, M. l'abbé de Rochon, m'a dit qu'ayant réduit du cristal de roche en poudre très-fine par le seul frottement d'un morceau de cristal contre un autre morceau, cette poudre s'est trouvée contenir une portion assez considérable de fer attirable à l'aimant.

Ce fait m'a paru singulier, et demande au moins d'être confirmé et vérifié sur plusieurs cristaux ; car il se pourrait que ceux qui se forment dans les cailloux et autres matières où le quartz est mêlé avec des substances ferrugineuses, ou même avec des matières vitreuses colorées par le fer en contiennent une petite quantité : mais je doute que les cristaux qui sortent du quartz pur en soient mêlés, ni même imprégnés, ou bien le quartz même contiendrait aussi une certaine quantité de fer ; ce que j'ai bien de la peine à croire, quoique la chose ne soit pas impossible, puisque le fer a été formé presque en même temps que les verres primitifs, et qu'il s'est mêlé avec les jaspes, les feldspaths, les schorls et même avec le quartz, dont quelques-uns sont colorés de jaune ou de rougeâtre.

Quoi qu'il en soit, la lumière qui pénètre tous les corps transparents et en sort après avoir subi des réfractions et des dispersions, est l'instrument le plus délié, le *scalpel* le plus fin par lequel nous puissions scruter l'intérieur des substances qui la reçoivent et la transmettent ; et comme cet instrument ne s'applique point aux matières opaques, nous pouvons mieux juger de la composition intérieure des substances transparentes que de la texture confuse des matières opaques où tout est mélangé, confondu, sans apparence d'ordre ni de régularité, soit dans la position, soit dans la figure des parties intégrantes, qui sont souvent différentes ou différemment posées, sans qu'on puisse le reconnaître autrement que par leurs différents extraits lorsqu'ils prennent de la transparence, c'est-à-dire de l'ordre dans la position de leurs parties similaires, et de l'homogénéité par leur réunion sans mélange.

C'est dans les cavités et les fentes de tous les quartz purs ou mélangés que le cristal se forme, soit par l'exsudation de leur vapeur humide, soit par le suintement de l'eau qui les a pénétrés.

Les granites, les quartz mixtes, les cailloux et toutes les matières vitreuses de seconde formation, produisent des cristaux de couleurs différen-

sur la surface polie de ce cristal un verre objectif d'un long foyer. Si la surface du cristal était parfaitement plane et sans sillons, les anneaux colorés produits par ce moyen seraient irréguliers, comme ils le sont quand on met un objectif sur un autre verre plan et poli ; mais les anneaux colorés sont toujours irréguliers sur le cristal le mieux poli : ce qui ne peut provenir que des inégalités de sa surface.

tes : il y en a de rouges, de jaunes et de bleus, auxquels on a donné les noms de *rubis*, de *topaze* et de *saphir*, aussi improprement que l'on applique le nom de *diamant* aux cristaux blancs qui se trouvent à Alençon, à Bristol, et dans d'autres lieux où ces cristaux blancs ont été déposés après avoir été roulés et entraînés par les eaux.

Les améthystes violettes et pourprés qu'on met au nombre des pierres précieuses, ne sont néanmoins que des cristaux teints de ces belles couleurs ; on trouve les premiers en Auvergne, en Bohême, etc., et les seconds en Catalogne. Les topazes dites *occidentales*, et que l'on trouve en Bohême, en Suisse, et dans d'autres contrées de l'Europe, ne sont de même que des cristaux jaunes ; l'hyacinthe dite de *Compostelle* est un cristal d'un jaune plus rougeâtre. Les pierres auxquelles on donne le nom d'*aigues-marines occidentales*, et qui se trouvent en plusieurs endroits de l'Europe, et même en France, ne sont de même que des cristaux d'un vert bleuâtre ou d'un bleu verdâtre. On rencontre aussi des cristaux verts en Dauphiné, et d'autres bruns et même noirs. Ces derniers sont entièrement obscurs ; et toutes ces couleurs proviennent des parties métalliques dont ces cristaux sont imprégnés, particulièrement de celles du fer contenu dans les granites mixtes ou colorés, dont ces stalactites quartzieuses tirent leur origine.

De tous les cristaux blancs, celui de Madagascar est le plus beau et le plus également transparent dans toutes ses parties ; il est un peu plus dur que nos cristaux d'Europe, dans lesquels, néanmoins, on remarque aussi quelque différence pour la dureté : mais nous ne connaissons ce très-beau cristal de Madagascar qu'en masses arrondies et de plusieurs pouces de diamètre ; celui qui nous est venu du même pays, et qui est en prisme à double pointe, n'est pas aussi beau et ressemble plus à nos cristaux d'Europe, dans lesquels la transparence n'est pas aussi limpide, et qui souvent sont nuageux et présentent tous les degrés de la transparence plus ou moins nette dans les cristaux blancs, jusqu'à la pleine opacité dans les cristaux bruns et noirs.

Lorsqu'on compare les petites aiguilles naissantes du cristal, qu'on aperçoit à peine dans les cailloux creux, avec les grosses quilles qui se forment dans les cavités des rochers quartzieux et graniteux (1), on ne peut s'empêcher d'admirer dans cette cristallisation la constance et la régularité du travail de la nature, qui, néanmoins, n'agit ici qu'en opérant à la surface, c'est-à-dire dans deux dimensions. La plus grande quille ou aiguille de cristal est de la même force que la plus petite : la réunion des lames presque infiniment minces dont il est composé, se faisant par la même loi, la forme demeure toujours la même, si rien ne trouble l'arrangement de leur agrégation.

Cette méthode de travail est même la seule que la nature emploie pour augmenter le volume des corps bruts : c'est par juxtaposition, et en ajoutant

(1) M. Bertrand rapporte, dans son *Dictionnaire universel des Fossiles*, qu'on a trouvé près de Visbach, dans le Haut-Valais, à neuf ou dix lieues de Sion, une quille de cristal du poids de douze quintaux : elle avait sept pieds de circonférence et deux pieds et demi de hauteur.

pour ainsi dire surfaces à surfaces, qu'elle place les lames très-minces dont est composée toute cristallisation, toute agrégation régulière. Elle ne travaille donc que dans deux dimensions, au lieu que dans le développement des êtres organisés, elle agit dans les trois dimensions à la fois, puisque le volume et la masse augmentent tous deux, et conservent la même forme et les mêmes proportions, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur. L'aiguille naissante d'un cristal ne peut grandir et grossir que par des additions superficielles et la superposition de nouvelles lames minces, semblables à celles dont la première aiguille est composée, et qui s'arrangent dans le même ordre : en sorte que cette petite aiguille réside dans la plus grosse sans avoir pris la moindre extension, tandis que le germe d'un corps organisé s'étend en tous sens par la nutrition, et prend de l'augmentation dans toutes ses dimensions et dans sa masse comme dans son volume.

Il est certain que le cristal ne se forme que par l'intermède de l'eau, et l'on peut en donner des preuves évidentes. Il y a des cristaux qui contiennent de l'eau ; d'autres renferment du mica, du schorl, des particules métalliques, etc. D'ailleurs le cristal se forme comme le spath calcaire et comme toutes les autres stalactites ; il n'en diffère que par sa nature vitreuse et par sa figuration : il présente souvent des apparences de mousses et de végétations, dont la plupart néanmoins ne sont pas des substances réelles, mais de simples fentes ou cavités vides de toute autre matière (1) ; souvent on trouve des cristaux encroûtés, c'est-à-dire dont les surfaces sont chargées de matières étrangères, et surtout de terre ferrugineuse : mais l'intérieur de ces cristaux n'en est point altéré, et il n'y a vraiment de cristal ferrugineux que celui qui est coloré, et dans lequel il est entré des vapeurs ou des molécules de fer lorsqu'il s'est formé.

La grosseur du prisme ou canon de cristal est assez égale dans toute sa longueur ; les dimensions sont beaucoup moins constantes dans les parties pyramidales, et l'on ne trouve que très-rarement des cristaux dont les faces triangulaires des pyramides soient égales ou proportionnelles entre elles : et cette grosseur du prisme semble dépendre des dimensions de la base de la pyramide ; car la pointe sort du rocher la première, et la pyramide y est attachée par sa base, qui s'en éloigne ensuite à mesure que le prisme se forme et pousse la pointe au dehors.

La densité du cristal de roche n'est pas, à beaucoup près, aussi grande que celle du diamant et des autres pierres précieuses. On peut voir, dans la note ci-après, les rapports de pesanteur des différents cristaux que M. Brisson a soumis à l'épreuve de la balance hydrostatique. Cette pesanteur spécifique n'est pas sensiblement augmentée dans les cristaux colorés. Cette table nous démontre aussi que les améthystes, la topaze occidentale, la chrysolithe et l'aigue-marine ne sont que des cristaux violets, jaunes et verdâtres. M. Brisson donne ensuite la pesanteur respective des différents quartz ; et leurs poids spécifiques se trouvent encore

(1) Voyez le Mémoire lu par M. Daubenton, de l'Académie des Sciences, en avril 1782.

être les mêmes que ceux des cristaux de roche, en sorte qu'on ne peut douter que leur substance ne soit de la même essence (1).

Toutes les matières cristallisées sont composées de petites lames presque infiniment minces, et qui se réunissent par la seule force de leur attraction réciproque, dès qu'elles se trouvent en liberté; et ces lames si minces, dont on ne doit considérer que la surface plane, peuvent avoir différentes figures, dont le triangle est la plus simple. M. Bourguet avait observé avant nous que les prismes hexagones ainsi que les pyramides triangulaires du cristal de roche, sont également composés de petites lames triangulaires qu'on peut apercevoir à la loupe à l'extrémité des pyramides, et qui, par leur réunion, forment les grands triangles pyramidaux, et même les hexagones prismatiques du cristal; car ces lames triangulaires ne se joignent jamais que par la tranche, et six de ces triangles ainsi réunis forment un hexagone (2). Si l'on observe ces triangles au microscope, ils paraissent évidemment composés d'autres triangles plus petits, et l'on ne peut douter que les parties élémentaires du cristal ne soient des lames triangulaires fort petites, et dont la surface plane est néanmoins beaucoup plus étendue que celle de la tranche, qui est infiniment mince.

Quelques naturalistes récents, et entre autres Linnæus et ses écoliers, ont avancé mal à propos que les cristaux pierreux doivent leur figure aux sels: nous ne nous arrêterons pas à réfuter des opinions si peu fondées. Cependant tous les physiiciens instruits, et notamment le savant minéralogiste Cronstedt, avaient nié avec raison que les sels eussent aucune part à la formation non plus qu'à la figure de ces cristaux; il suffit, dit-il, qu'il y ait des corps métalliques qui se cristallisent par la fusion, pour démontrer que la forme des cristaux n'est point dépendante des sels. Cela est très-certain; les sels et les cristaux pierreux n'ont rien de com-

(1) PIEDS CUBES.	CRISTAUX ET QUARTZ.	PESANTEUR. Pouces cubes.
liv. on. g. gr.		liv. on. g. gr.
185 11 2 64	Cristal de roche de Madagascar.	26530 1 5 54
185 10 7 21	— de roche du Brésil.	26526 1 5 54
185 13 3 1	— de roche d'Europe.	26548 1 5 55
185 7 5 22	— de roche irisé.	26497 1 5 53
185 12 4 53	— jaune ou topaze de Bohême.	26541 1 5 55
185 11 0 14	— roux brun, ou topaze enfumée.	26534 1 5 54
185 12 0 18	— noir.	26536 1 5 55
185 11 0 24	— bleu, ou <i>saphir d'eau</i> .	26513 1 5 58
185 11 7 26	— violet ou améthyste.	26535 1 3 55
185 15 6 52	— violet pourpré, ou améthyste de vigne ou de Carthagène.	26570 1 5 56
185 9 3 47	— blanc violet, ou améthyste blanche.	26513 1 5 54
185 3 1 16	Quartz cristallisé.	26546 1 5 55
185 10 1 2	— laiteux.	26519 1 5 54
185 3 2 26	— gras.	26438 1 5 52
185 13 1 71	— fragile.	26404 1 5 50

(2) Voyez l'article de la *Cristallisation*.

mun que la faculté de se cristalliser, faculté plus que commune, puisqu'elle appartient à toute matière non-seulement saline, mais pierreuse, ou même métallique, dès que ces matières sont amenées à l'état fluide, soit par l'eau, soit par le feu, parce que, dans cet état de liquidité, les parties similaires peuvent s'approcher et se réunir par la seule force de l'attraction, et former par leur agrégation les cristaux dont la forme dépend de la figure primitive de leurs parties constituantes, et de l'arrangement que prennent entre elles ces lames minces, en vertu de leur affinité mutuelle et réciproque.

Ce cristal de roche se trouve et croît en grosses quilles dans les cavités des rochers quartzeux et graniteux : ces cavités s'annoncent quelquefois à l'extérieur par des éminences ou boursoufflures dont on reconnaît le vide en frappant le rocher ; l'on juge par le son que l'intérieur en est creux.

Il se trouve en Dauphiné plusieurs de ces rochers creux dont les cavités sont garnies de cristaux ; on donne à ces cavités le nom de *cristallières*, lorsqu'elles en contiennent une grande quantité. C'est toujours près du sommet des montagnes quartzueuses et graniteuses que gisent ces grandes cristallières ou mines de cristal. Plusieurs naturalistes, et entre autres MM. Altman et Cappeller, ont décrit celles des montagnes de la Suisse : elles sont fréquentes dans le mont Grimsel, entre le canton de Berne et le Valais, dans le mont Saint-Gothard et autres montagnes voisines ; et c'est toujours dans les cavités du quartz ou dans les fentes des rochers quartzeux que se forme le cristal, et jamais dans les cavités ou fentes des rochers calcaires. Le cristal se produit aussi dans les pierres mixtes, comme on le voit dans presque tous les cailloux creux, dont la substance est souvent mêlée de différentes matières vitreuses, métalliques, calcaires et limoneuses : mais il faut toujours que le quartz y soit contenu en plus ou moins grande quantité ; sans cela, le cristal ne pourrait se produire, puisque sa substance est un vrai quartz, sans mélange apparent d'aucune autre matière, et que quand on y trouve des corps étrangers, ils n'y sont que renfermés, enveloppés par accident, et non intimement et réellement mêlés.

M. Achard, très-habile chimiste, de l'Académie de Berlin, ayant fait l'analyse chimique du rubis et d'autres pierres précieuses, et en ayant tiré de la terre alcaline, a pensé que le cristal de roche en contenait aussi ; et, dans cette idée, il a imaginé un appareil très-ingénieux pour former du cristal en faisant passer l'air fixe de la craie à travers du sable quartzeux et des diaphragmes d'argile cuite. M. le prince Galitzin, qui aime les sciences et les cultive avec grand succès, eut la bonté de m'envoyer, au mois de septembre 1777, un extrait de la lettre que lui avait écrite M. Achard, avec le dessin de son appareil pour faire du cristal. M. Magellan, savant physicien, de la Société royale de Londres, me fit voir, quelque temps après, un petit morceau de cristal qu'il me dit avoir été produit par l'appareil de M. Achard, et ensuite il présenta ce même cristal à l'Académie des Sciences. Les commissaires de cette compagnie firent exécuter l'appareil, et essayèrent de vérifier l'expérience de M. Achard ; j'engageai M. le duc de Chaulnes et d'autres

habiles physiciens à prendre tout le temps et tous les soins nécessaires au succès de cette expérience, et néanmoins aucun n'a réussi : et j'avoue que je n'en fus pas surpris; car, d'après les procédés de M. Achard, il me paraît qu'on viendrait plutôt à bout de faire un rubis qu'un cristal de roche : j'en dirai les raisons lorsque je traiterai des pierres précieuses, dont la substance, la formation et l'origine sont, selon moi, très-différentes de celles du cristal de roche. En attendant, je ne puis qu'applaudir aux efforts de M. Achard, dont la théorie me paraît saine et peut s'appliquer à la cristallisation des pierres précieuses; mais leur substance diffère de celle des cristaux, tant par la densité que par la dureté et l'homogénéité, et nous verrons que c'est de la terre limoneuse ou végétale, et non de la matière vitreuse, que le diamant et les pierres précieuses tirent leur origine.

Tout cristal, soit en petites aiguilles dans les cailloux creux, soit en grosses et grandes quilles dans les cavités des rochers quartzeux, est donc également un extrait, une stalactite du quartz. Les cristaux plus ou moins arrondis que l'on trouve dans le sable des rivières ou dans les mines de seconde formation, et auxquels on donne les noms impropres de *diamants de Cornouailles* ou *d'Alençon*, ne sont que des morceaux de cristal de roche détachés des rochers et entraînés par le mouvement des eaux courantes; ils sont de la même essence, de la même pesanteur spécifique et de la même transparence : ils ont de même une double réfraction, et ne diffèrent du cristal des montagnes qu'en ce qu'ils ont été plus ou moins arrondis par les frottements qu'ils ont subis. Il se trouve une grande quantité de ces cristaux arrondis dans les vallées des hautes montagnes et dans tous les torrents et les fleuves qui en découlent : ils ne perdent ni n'acquièrent rien par leur long séjour dans l'eau; l'intérieur de leur masse n'est point altéré : leur surface est seulement recouverte d'une enveloppe ferrugineuse ou terreuse, qui n'est même pas fort adhérente, et lorsque cette croûte est enlevée, les cristaux qu'elle recouvrait présentent le même poli et la même transparence que le cristal tiré de la roche où il se forme.

Parmi les cristaux, même les plus purs et les plus solides, il s'en trouve qui contiennent de l'eau et des bulles d'air; preuve évidente qu'ils ont été formés par le suintement ou la stillation de l'eau. Tavernier dit avoir vu dans le cabinet du prince de Monaco un morceau de cristal qui contenait près d'un verre d'eau. Ce fait me paraît exagéré ou mal vu ; car les pierres qui renferment une grande quantité d'eau ne sont pas de vrais cristaux, mais des espèces de cailloux plus ou moins opaques. On connaît sous le nom d'*enhydres* ceux qui sont à demi transparents et qui contiennent beaucoup d'eau; on en trouve souvent dans les matières rejetées par les volcans : mais j'ai vu plusieurs cristaux de roche bien transparents, et régulièrement cristallisés, dans lesquels on apercevait aisément une goutte d'eau surmontée d'une bulle d'air qui la rendait sensible par son mouvement, en s'élevant toujours au-dessus de la goutte d'eau lorsqu'on changeait la position verticale du morceau de cristal; et non-seulement il se trouve quelquefois des gouttes d'eau renfermées dans le cristal de roche, mais on en voit encore plus sou-

vent dans les agates et autres pierres vitreuses qui n'ont qu'une demi-transparence. M. Fougereux de Bondaroy, de l'Académie des Sciences, a trouvé de l'eau en quantité très-sensible dans plusieurs agates qu'il a fait casser. Il est donc certain que les cristaux, les agates et autres stalactites quartzeuses, ont tous été produits par l'intermède de l'eau.

Comme les montagnes primitives du globe ne sont composées que de quartz, de granite et d'autres matières vitreuses, on trouve partout, dans l'intérieur et au pied de ces montagnes, du cristal de roche, soit en petits morceaux roulés, soit en prismes et en aiguilles attachées aux rochers. Les hautes montagnes d'Asie en sont aussi fournies que les Alpes d'Europe. Les voyageurs parlent du cristal de la Chine, dont on fait de beaux vases et des magots; des cristaux de Siam, de Cambodge, des Moluques et particulièrement de celui de Ceylan, où ils disent qu'il est fort commun.

En Afrique, le pays de Congo tire son nom du cristal qui s'y trouve en très-grande abondance; il y en a aussi en grande quantité dans le pays de Galam: mais l'île de Madagascar est peut-être, de toute la contrée la plus riche en cristaux; il y en a de plus et de moins transparents. Le premier est limpide comme l'eau, et se présente, pour ainsi dire, en masse dont nous avons vu des blocs arrondis de près d'un pied de diamètre en tous sens: cependant, quoiqu'il soit plus net et plus diaphane que le cristal d'Europe, il est un peu moins dense (1), et souvent il est plus mêlé de schorl et d'autres parties hétérogènes. Le second cristal de Madagascar ressemble à celui d'Europe. M. l'abbé de Roehon a rapporté de cette île une grosse et belle aiguille à deux pointes de ce cristal: on peut la voir au Cabinet du Roi.

Dans le nouveau continent, le cristal de roche est tout aussi commun que dans l'ancien; on en a trouvé à Saint-Domingue, en Virginie, au Mexique et au Pérou, où M. d'Ulloa dit en avoir vu des morceaux fort grands et très-nets; ce savant naturaliste marque même sa surprise de ce qu'on ne le recherche pas, et que c'est le hasard seul qui en fait quelquefois trouver de grosses masses. Enfin il y a du cristal dans les pays les plus froids comme dans les climats tempérés et chauds; on a recueilli en Laponie et au Canada des cristaux roulés tout semblables à ceux de Bristol, et l'on y a vu d'autres cristaux en aiguilles et en grosses quilles. Ainsi dans tous les pays du monde il se produit du cristal, soit dans les cavités des rochers quarzeux, soit dans les fentes perpendiculaires qui les divisent; et celui qui se présente dans les cailloux creux et dans les pierres granitiques, provient aussi du quartz, qui fait partie de la substance de ces cailloux et pierres mixtes.

L'extrait le plus pur du quartz est donc le cristal blanc; et, quoique les cristaux colorés en tirent également leur origine, ils n'en ont pas tiré leurs couleurs; elles leur sont accidentelles, et ils les ont empruntées des terres métalliques qui étaient

(1) Dans la table de M. Brisson, la pesanteur spécifique du cristal de Madagascar est de 26330, et celle du cristal d'Europe de 26548, relativement à l'eau supposée 10000. Ainsi le cristal d'Europe est un peu plus dense que celui de Madagascar.

Interposées dans la masse du quartz, ou qui se sont trouvées dans le lieu de la formation des cristaux : mais cela n'empêche pas qu'on ne doive mettre au nombre des extraits ou stalactites du quartz tous ces cristaux colorés ; la quantité des molécules métalliques dont ils sont imprégnés, et qui leur ont donné des couleurs, ne fait que peu ou point d'augmentation à leur masse ; car tous les cristaux, de quelque couleur qu'ils soient, ont à très-peu près la même densité que le cristal blanc. Et comme les améthystes, la topaze de Bohême, la chrysolithe et l'aigue-marine ont la même densité, la même dureté, la même double réfraction, et qu'elles sont également résistantes à l'action du feu, on peut, sans hésiter, les regarder comme de vrais cristaux ; et l'on ne doit pas les élever au rang des pierres précieuses, qui n'ont qu'une simple réfraction, et dont la densité, la dureté et l'origine sont très-différentes de celles des cristaux vitreux.

AMÉTHYSTES.

Toutes les améthystes ne sont que des cristaux de roche teints de violet ou de pourpre ; elles ont la même densité (1), la même dureté, la même double réfraction que le cristal : elles sont aussi également réfractaires au feu. Les améthystes violettes sont les plus communes, et, dans la plupart, cette couleur n'a pas la même intensité partout ; souvent même une partie de la pierre est violette, et le reste est blanc. Il semble que, dans la formation de ce cristal, la teinture métallique qui a coloré la pyramide ait manqué pour teindre le prisme ; aussi cette teinture s'affaiblit par nuance du violet au blanc dans le plus grand nombre de ces pierres : on le voit évidemment en tranchant horizontalement une table de cristaux d'améthyste ; toutes les pointes sont plus ou moins colorées, et les bases sont souvent toutes blanches comme le cristal.

On sait que le violet et le pourpre sont les couleurs intermédiaires entre le rouge et l'indigo ou bleu foncé ; le cristal de roche n'a donc pu devenir améthyste que quand le quartz qui l'a produit s'est trouvé imprégné de particules de cette même couleur violette ou pourprée : mais comme il n'y a aucun minéral métallique qui produise cette couleur par la voie humide, et que la manganèse ne la donne au verre que par le moyen du feu, il faut avoir recours au mélange du rouge et du bleu pour la composition des améthystes ; or ces deux couleurs du rouge et du bleu peuvent être fournies par le fer seul, ou par le fer mêlé de cuivre : ainsi les améthystes ne doivent se trouver que dans les quartz de seconde formation, et qui sont voisins de ces mines métalliques en décomposition.

(1) La pesanteur spécifique de l'améthyste est de 26535 ; celle du cristal de roche d'Europe, de 26548 ; et celle du cristal de roche de Madagascar, de 26530.

On trouve en Auvergne, à quatre lieues au nord de Brioude, une mine d'améthystes violettes, dont M. Le Monnier, premier médecin ordinaire du roi, et l'un de nos savants naturalistes de l'Académie, a donné une bonne description.

On trouve de semblables améthystes dans les mines de Schemnitz en Hongrie; on en a rencontré en Sibérie, et jusqu'au Kamtschatka; il s'en trouve aussi en plusieurs autres régions, et particulièrement en Espagne; celles de Catalogne ont une couleur pourprée, et ce sont les plus estimées: mais aucune de ces pierres n'a la dureté, la densité ni l'éclat des pierres précieuses; et toutes les améthystes perdent leur couleur violette ou pourprée lorsqu'on les expose à l'action du feu. Enfin elles présentent tous les caractères et toutes les propriétés du cristal de roche: l'on ne peut donc douter qu'elles ne soient de la même essence, et que leur substance, à la couleur près, ne soit absolument la même.

Les anciens ont compté cinq espèces d'améthystes, qu'ils distinguaient par les différents tons ou degrés de couleurs: mais cette diversité ne consiste qu'en une suite de nuances qui rentrent les unes dans les autres; ce qui ne peut établir entre ces pierres une différence essentielle. La distinction qu'en font les joailliers, en *orientales* et *occidentales*, ne me paraît pas bien fondée; car aucune améthyste n'offre les caractères des pierres précieuses orientales; savoir, la dureté, la densité et la simple réfraction. Ce n'est pas qu'entre les vraies pierres précieuses il ne puisse s'en trouver quelques-unes de couleur violette ou pourprée; et même quelques amateurs se flattent d'en posséder, et leur donnent le nom d'*améthyste orientale*. Ces pierres sont au moins très-rares, et nous ne les regarderons pas comme des améthystes, mais comme des rubis dont en effet quelques-uns semblent offrir des teintes d'un rouge mêlé de pourpre.

CRISTAUX-TOPAZES.

On a mal à propos donné le nom de *topazes* à ces pierres qui se trouvent en Bohême, en Auvergne et dans plusieurs autres provinces de l'Europe, et qui ne sont que des cristaux de roche colorés d'un jaune plus ou moins foncé et souvent enfumé. Comme leur forme de cristallisation, leur dureté, leur densité, sont les mêmes que celles du cristal, et qu'elles ont aussi une double réfraction, il n'est pas douteux que ces sortes de topazes ne soient, ainsi que les améthystes, des cristaux colorés. Ces cristaux-topazes n'ont de rapport que par le nom et la couleur avec la vraie topaze, qui est une pierre précieuse et rare qu'on ne trouve que dans les climats chauds des régions méridionales, au lieu que ces cristaux-topazes ont peu de prix, et se trouvent aussi communément dans les contrées du nord que dans celles

du midi; et quoiqu'on donne l'épithète d'*occidentale* à la topaze de Saxe et à celle du Brésil, comme elles sont d'une pesanteur spécifique bien plus grande que celle des cristaux colorés, et presque égale à la densité du diamant, leur cristallisation étant d'ailleurs toute différente de celle des cristaux de roche, on doit les regarder comme des pierres qui, quoique inférieures à la topaze orientale, sont néanmoins supérieures à nos cristaux-topazes par toutes leurs propriétés essentielles.

Ces cristaux-topazes se trouvent en Bohême, en Misnie, en Auvergne, et se rencontrent aussi dans presque tous les lieux du monde où le cristal de roche est voisin des mines de fer; l'on a souvent observé que la partie par laquelle ils sont attachés au rocher quartzeux qui les produit, est environnée d'une croûte ferrugineuse plus ou moins jaune. Ainsi cette teinture provient de la dissolution du fer, et non de celle du plomb, comme le dit M. Dutens, puisque le plomb ne peut donner la couleur jaune aux matières vitreuses que lorsqu'elles sont fondues par le feu, et l'on objecterait vainement que le spath fluor qui accompagne souvent les filons des galènes de plomb est teint en jaune, comme les cristaux-topazes; car cela prouve seulement que ce spath fluor a été coloré par le plomb lorsqu'il était en état de chaux ou de calcination par le feu primitif.

La pesanteur spécifique des cristaux-topazes est précisément la même que celle du cristal de roche (1) : ainsi la petite quantité de fer qui leur a donné de la couleur, n'a point augmenté sensiblement leur densité; ils ont aussi à peu près le même degré de dureté, et ne prennent guère plus d'éclat que le cristal de roche : leur couleur jaune n'est pas nette, elle est souvent mêlée de brun; et lorsqu'on les fait chauffer, ils perdent leur couleur et deviennent blancs comme le cristal. On ne peut donc pas douter que ces prétendues topazes ne soient de vrais cristaux de roche, colorés de jaune par le fer en dissolution qui s'est mêlé à l'extrait du quartz lorsque ces cristaux se sont formés.

CHRYSOLITHE.

Les pierres auxquelles on donne aujourd'hui le nom de *chrysolithe* ne sont que des cristaux-topazes dont le jaune est mêlé d'un peu de vert; leur pesanteur spécifique est à peu près la même (2); elles résistent également à l'action du feu, et leur

(1) La pesanteur spécifique de la topaze de Bohême est de 26544, et celle du cristal de roche d'Europe de 26548. (Table de M. Brisson.)

(2) La pesanteur spécifique de la chrysolithe du Brésil est de 26923, et celle du cristal de roche de 26548. M. Brisson donne aussi 27824 pour pesanteur spécifique d'une autre chrysolithe, sans indiquer le lieu où elle se trouve; mais cette différence de densité n'est pas assez considérable pour faire rejeter cette chrysolithe du nombre des cristaux colorés.

forme de cristallisation n'est pas fort différente. M. le docteur Demeste a raison de dire qu'il y a très-peu de différence entre cette pierre chrysolithe et la topaze de Bohême; elle n'en diffère en effet que par la nuance de vert qui teint faiblement le jaune sans l'effacer (1). C'est par le plus ou moins de vert répandu dans le jaune qu'on peut distinguer au premier coup d'œil la chrysolithe du péridot, dans lequel au contraire la couleur verte domine au point d'effacer le jaune presque entièrement: mais nous verrons que le péridot diffère encore de notre chrysolithe par des caractères bien plus essentiels que ceux de la couleur.

La chrysolithe des anciens était la pierre précieuse que nous nommons aujourd'hui *topaze orientale*, et à laquelle le nom de *chrysolithe* ou *Pierre d'or*, convenait en effet beaucoup (2). « La chrysolithe dans sa beauté, dit Pline, fait pâlir l'or lui-même: aussi a-t-on coutume de la monter en transparent, et sans la doubler d'une feuille brillante qui n'aurait rien à ajouter à son éclat. » L'Éthiopie et l'Inde, c'est-à-dire en général l'Orient, fournissaient ces pierres précieuses aux Romains; et leur luxe, encore plus somptueux que le nôtre, leur faisait rechercher toutes les pierres qui avaient de l'éclat. Ils distinguaient dans les chrysolithes plusieurs variétés: la *chryselectre*, à laquelle, dit Pline, il fallait la lumière claire du matin pour briller dans tout son éclat; la *leucochryse*, d'un jaune blanc brillant; la *méléchryse*, qui, suivant la force du mot, avec un éclat doré offre la teinte rougeâtre du miel. Toutes ces belles pierres sont, comme l'on voit, très-différentes de notre chrysolithe moderne, qui n'est qu'un cristal de roche coloré de jaune verdâtre.

Les chrysolithes que l'on a trouvées dans les terrains volcanisés sont de la même nature que les chrysolithes ordinaires; on en rencontre assez souvent dans les laves et dans certains basaltes. Elles se présentent ordinairement en grains irréguliers ou en petits fragments qui ont la couleur, la dureté et les autres caractères de la véritable chrysolithe: nous en ferons la comparaison lorsque nous parlerons des matières rejetées par les volcans.

AIGUE-MARINE.

Les aigues-marines ne sont encore que des cristaux quartzeux teints de bleuâtre ou de verdâtre: ces deux couleurs sont toujours mêlées, et à différentes doses, dans ces pierres, en sorte que le vert domine sur le bleu dans les unes, et le bleu sur le

(1) Robert de Berquen définit très-bien la chrysolithe en disant que sa couleur est un vert naissant tirant sur le jaune, ou un vert jaune brillant d'un lustre doré.

(2) Χρυσός λίθος.

vert dans les autres. Leur densité (1) et leur dureté sont les mêmes que celles des améthystes, des cristaux-topazes et des chrysolithes, qui toutes ne sont guère plus dures que le cristal de roche; elles résistent également à l'action du feu. Ces trois caractères essentiels suffisent pour qu'on soit bien fondé à mettre l'aigue-marine au nombre des cristaux colorés.

La ressemblance de couleur a fait penser que le *béryl* des anciens était notre aigue-marine: mais ce béryl, auquel les lapidaires donnent la dénomination d'*aigue-marine orientale*, est une pierre dont la densité est égale à celle du diamant; et dès lors on ne peut la confondre avec notre aigue-marine, ni la placer avec les cristaux quartzeux.

On trouve les aigues-marines dans plusieurs contrées de l'Europe, et particulièrement en Allemagne; elles n'ont ni la densité, ni la dureté, ni l'éclat du béryl et des autres pierres qui ne se trouvent que dans les climats méridionaux; et ce qui prouve encore que nos aigues-marines ne sont que des cristaux de roche teints, c'est qu'elles se présentent quelquefois en morceaux assez grands pour en faire des vases.

Au reste, il se trouve entre l'aigue-marine et le béryl la même différence en pesanteur spécifique (2) qu'entre les cristaux-topazes et la topaze du Brésil, ce qui seul suffit pour démontrer que ce sont deux pierres d'essence différente; et nous verrons que le béryl provient du schorl, tandis que l'aigue-marine est un cristal quartzeux.



STALACTITES CRISTALLISÉES DU FELDSPATH.

Le feldspath, dont la densité et la dureté sont à peu près les mêmes que celles du quartz, en diffère néanmoins par des caractères essentiels, la fusibilité et la figuration en cristaux; et cette cristallisation primitive du feldspath, ayant été produite par le feu, a précédé celle de tous les cristaux quartzeux, qui ne s'opère que par l'intermède de l'eau.

Je dis que la cristallisation du feldspath a été produite par le feu primitif; et, pour le démontrer, nous pourrions rappeler ici toutes les preuves sur lesquelles nous avons établi que les granites, dont le feldspath fait toujours partie constituante, appartiennent au temps de l'incandescence du globe, puisque ces mêmes granites, ainsi que les verres primitifs dont ils sont composés, ne portent aucune

(1) Cristal d'Europe, 26548; aigue-marine, 27229; chrysolithe, 27824; chrysolithe du Brésil, 26923. (Voyez la Table de M. Brisson.)

(2) La pesanteur spécifique du béryl ou aigue-marine orientale est de 35469, et celle de l'aigue-marine occidentale n'est que 27229.

empreinte ni vestige de l'impression de l'eau, et que même ils ne contiennent pas l'air fixe qui se dégage de toutes les substances postérieurement formées par l'intermède de l'eau, c'est-à-dire de toutes les matières calcaires. On doit donc rapporter la cristallisation du feldspath dans les granites à cette époque où le feu, et le feu seul, pénétrait et travaillait le globe avant que les éléments de l'air et de l'eau volatilisés, et encore relégués loin de sa surface, n'eussent pu s'y établir.

Il en est de même du schorl, dont la cristallisation primitive a été opérée par le même feu, puisqu'en prenant les schorls en général, il en existe autant et plus en forme cristallisée dans les granites que dans les masses secondaires qui en tirent leur origine.

On reconnaît aisément le feldspath et les matières qui en proviennent, au jeu de la lumière qu'elles réfléchissent en chatoyant, et nous verrons que les extraits de ce verre primitif sont en assez grand nombre; mais ils ne se présentent nulle part en aussi gros volume que les cristaux quartzeux. Les extraits ou stalaetites du feldspath sont toujours en assez petits morceaux isolés, parce qu'il ne se trouve lui-même que très-rarement en masses un peu considérables.

Dans cette recherche sur l'origine et la formation des pierres transparentes, je fais donc entrer les caractères de la densité, dureté, homogénéité et fusibilité, que je regarde comme essentiels et très-distinctifs, sans rejeter celui de la forme de cristallisation, quoique plus équivoque: mais on ne doit regarder la couleur que comme une apparence accidentelle qui n'influe point du tout sur l'essence de ces pierres, la quantité de la matière métallique qui les colore étant presque infiniment petite, puisque les cristaux teints de violet, de pourpre, de jaune, de vert, ou du mélange de ces couleurs, ne pèsent pas plus que le cristal blanc; et que les diamants couleur de rose, ou jaunes, ou verts, sont aussi de la même densité que les diamants blancs.

Et comme nous ne traitons ici que des stalaetites transparentes, et que nous venons de présenter celles du quartz, nous continuerons cette exposition par les stalaetites du feldspath, et ensuite par celles du schorl. Ces trois verres primitifs produisent des stalaetites transparentes; les deux autres, savoir le jaspe et le mica, ne donnent guère que des concrétions opaques ou tout au plus à demi-transparentes, dont nous traiterons après celles du quartz, du feldspath et du schorl.

SAPHIR D'EAU.

Le saphir d'eau est une pierre transparente légèrement chatoyante, et teinte d'un bleu pâle; sa densité approche de celle du feldspath et du cristal de roche (1): il

(1) La pesanteur spécifique du saphir d'eau est de 23813; celle du cristal de roche est de 26548; la pesanteur spé-

a souvent des glaces et reflets blancs, et souvent aussi la couleur bleue manque tout a coup ou s'affaiblit par nuances, comme la couleur violette se perd et s'affaiblit dans l'améthyste. Il paraît seulement, par la différence de la pesanteur spécifique qui se trouve entre ces deux pierres (1), que le saphir d'eau n'est pas tout à fait aussi dense que l'améthyste et le cristal de roche, et qu'il l'est plus que le feldspath en cristaux rougeâtres. Je suis donc porté à croire qu'il est de la même essence que le feldspath ou du moins que les parties quartzueuses dont il est composé sont mélangées de feldspath. On pourra confirmer ou faire tomber cette conjecture, en éprouvant au feu la fusibilité du saphir d'eau; car s'il résiste moins que le cristal de roche ou le quartz à l'action d'un feu violent, on prononcera sans hésiter qu'il est mêlé de feldspath.

Au reste, on ne doit pas confondre ce saphir d'eau, qui n'est qu'une pierre vitreuse faiblement colorée de bleu, avec le vrai saphir ou saphir d'Orient, qui ne diffère pas moins de celui-ci par l'intensité, la beauté et le brillant de sa couleur que par sa densité, sa dureté, et par tous les autres caractères de nature qui le mettent au rang des vraies pierres précieuses.

FELDSPATH DE RUSSIE.

Cette substance vitreuse assez récemment connue, et jusqu'ici dénommée *Pierre de Labrador* (2), parce que les premiers échantillons en ont été ramassés sur cette terre sauvage du nord de l'Amérique, doit à plus juste titre, prendre sa dénomination de la Russie, où l'on vient de trouver non loin de Pétersbourg, ce feldspath en grande quantité. L'auguste impératrice de Russie a daigné elle-même me le faire savoir, et c'est avec empressement que je saisis cette légère occasion de présenter à cette grande souveraine l'hommage universel que les sciences doivent à son génie qui les éclaire autant que sa faveur les protège, et l'hommage particulier que je mets à ses pieds pour les hautes bontés dont elle m'honore.

Ce beau feldspath s'est trouvé produit et répandu dans des blocs de rocher que l'on a attaqués pour paver la route de Pétersbourg à Pétersauf. La masse de cette roche est une concrétion vitreuse dans laquelle le schorl domine, et où l'on voit le feldspath formé en petites tables obliquement inclinées, ou en rhombes cristalli-

cifique du feldspath blanc est de 26466, et celle du feldspath rougeâtre est de 24378 : en sorte que la pesanteur spécifique du saphir d'eau étant de 25813, elle fait le terme moyen entre celle de ces deux feldspaths ; et c'est ce qui me fait présumer que la substance du saphir d'eau est plutôt composée de feldspath que de quartz.

(1) La pesanteur spécifique du saphir d'eau est de 25813, et celle de l'améthyste de 26535.

(2) Feldspath à couleurs changeantes, connu sous le nom de *Pierre de Labrador*. On le trouve en effet en morceaux roulés, quelquefois chargés de glands de mer, sur les côtes de cette contrée septentrionale de l'Amérique.

sés d'une manière plus ou moins distincte. On le reconnaît au jeu de ses couleurs chatoyantes, dont les reflets bleus et verts deviennent plus vifs et sont très-agréables à l'œil, lorsque cette pierre est taillée et polie. Elle a plus de densité que le feldspath blanc ou rouge (1) : ce feldspath vert a donc pris ce surplus de densité par le mélange du schorl et probablement du schorl vert, qui est le plus pesant de tous les schorls (2).

Au reste, cette belle pierre chatoyante, qui était très-rare, le deviendra moins d'après la découverte que l'on vient d'en faire en Russie ; et peut-être est-elle la même que ce feldspath verdâtre dont parle Walerius, et qu'il dit se trouver dans les mines d'or de Hongrie et dans quelques endroits de la Suède.

M. Pallas confirme par de très-bonnes observations ce que j'ai dit au sujet du feldspath, qui se trouve toujours incorporé dans les granites, et très-rarement isolé. Il ajoute que ces feldspaths isolés se rencontrent dans les filons de certaines mines, et ce n'est presque qu'en Suède et en Saxe qu'on en a des exemples.

« Le feldspath, qui est la même chose que le *pétun-sé*, dont on sert pour faire la porcelaine, est, dit ce savant naturaliste, ordinairement d'une couleur plus ou moins grise dans les granites communs : mais il s'en trouve quelquefois en Finlande du rouge ou rougeâtre dans un granite, qui dès lors est égal en beauté au granite rouge antique.

Lorsque le feldspath se trouve mêlé, comme c'est le plus ordinaire, dans nos granites avec le quartz et le mica, on le voit quelquefois former des masses de plusieurs pouces cubes ; mais plus souvent il n'est qu'en grains, et représente fréquemment de vrais granitelles. C'est une espèce de granitelle, coupée de grosses veines de quartz demi-transparent, qui fournit, aux environs de Catherinebourg, la pierre connue sous le nom d'*alliance*, dont on ne connaît presque pas d'autres exemples.

» Il est très-rare dans l'empire de Russie de trouver de ces granites simples, c'est-à-dire uniquement composés de quartz et de feldspath ; il est encore plus rare de trouver des roches presque purement composées de feldspath en cristallisations plus ou moins confuses : cependant, je connais un exemple d'un tel granite sur le Selingha, près de la ville de Selinghinsk, où il y a des montagnes en partie purement composées de feldspath gris, qui se décompose en gravier et en sable.

» Un second exemple d'une roche de feldspath presque pure, est cette pierre chatoyante, analogue à la pierre de Labrador, qu'on a découverte aux environs de Pétersbourg. La couleur obscure, le chatoiement et la pâte de cette pierre la rendent si semblable à celle que les frères Moraves ont découverte sur la côte des Esquimaux, et débitée sous le nom de *Labrador*, qu'à l'aspect des premiers échantillons que j'en vis, je fus tenté de les déclarer étrangères et véritables pierres de

(1) La pesanteur spécifique du feldspath blanc de Russie, ou pierre de Labrador, est de 26925 ; celle du feldspath blanc, de 24278 ; et celle du feldspath en cristaux rouges, de 26466. (Table de M. Brisson.)

(2) La pesanteur spécifique du schorl olivâtre ou vert est de 34519. (Même Table.)

Labrador : mais par une comparaison plus attentive, l'on trouve bientôt que le feldspath chatoyant de Russie est,

» 1° Plus dur, moins facile à entamer par la lime et à se diviser en éclats;

» 2° Qu'il montre constamment une cristallisation plus ou moins confuse, en petits losanges ou parallépipèdes allongés, qui n'ont ordinairement que quelques lignes d'épaisseur, tandis que la pierre de Labrador offre quelquefois des cristaux de plusieurs pouces, et par cette raison des plans chatoyants d'une plus grande étendue.

» 3° Que le feldspath de Russie se trouve en blocs considérables, qui semblent avoir été détachés de rochers entiers, tandis qu'on n'a trouvé la pierre de Labrador qu'en cailloux roulés, depuis la grosseur d'une noisette jusqu'à celle d'un petit melon, qui semblent avoir appartenu à un filon, et offrent souvent des traces de mines de fer.

» Les blocs de feldspath qui ont été trouvés entre Pétersbourg et Péterauf ne sont certainement pas là dans leur sol natal, mais ont été charriés de loin, et déposés par quelque inondation violente aussi bien que ces innombrables blocs de granite et d'autres roches qu'on trouve semés sur les plaines de la Finlande, et jusqu'aux montagnes de Valdäi... Je crois qu'il faudra chercher la véritable patrie de cette pierre chatoyante parmi les montagnes granitiques qui bordent la mer Blanche depuis Soroka jusqu'à Umba.

» La couleur obscure et la qualité chatoyante du feldspath en question me semblent dépendre d'un même principe colorant, et ce principe est le fer, dont les dissolutions par l'acide acrien, si généralement répandues dans la nature, produisent, par différentes modifications, les plus vives couleurs dans les fêlures les moins perceptibles des minéraux et des pierres qu'elles pénètrent. Le feldspath étant d'une texture lamelleuse, doit admettre entre ses feuillettes ces solutions colorantes, et produire des reflets, lorsque, par une coupe un peu oblique, les bords, quoique peu transparents, des lames colorées se présentent à la lumière. C'est en conséquence de cela que les couleurs de la pierre chatoyante brillent ordinairement par les lignes ou raies qui répondent aux lames ou feuillettes de la pierre; et des raies obscures dans un sens deviennent brillantes dans une autre exposition, et quelquefois présentent une couleur différente par les reflets changés. »

ŒIL-DE-CHAT.

Les pierres auxquelles on a donné ce nom sont toutes chatoyantes, et varient non-seulement par le jeu de la lumière et par les couleurs, mais aussi par le dessin plus ou moins régulier des cercles ou anneaux qu'elles présentent. Les plus belles sont celles qui ont des teintes d'un jaune vif ou mordoré avec des cercles bien

distincts; elles sont très-rares et fort estimées des Orientaux : celles qui n'ont point de cereles et qui sont grises ou brunes, n'ont que peu d'éclat et de valeur; on trouve celles-ci en Egypte, en Arabie, etc., et les premières à Ceylan. Pline paraît désigner le plus bel œil-de-chat sous le nom de *leucophthalmos*, « lequel, dit-il, avec la figure du globe blanc et de la prunelle noire d'un œil brille d'une lumière enflammée. » Et dans une autre notice où cette même pierre est également reconnaissable, il nous a conservé quelques traces de la grande estime qu'on en faisait en Orient dès la plus haute antiquité. « Les Assyriens lui donnaient le beau nom d'*œil de Bélus*, et l'avaient consacrée à ce dieu.

Toutes ces pierres sont chatoyantes, et ont à très-peu près la même densité que le feldspath (1), auquel on doit par conséquent les rapporter par ces deux caractères; mais il y a une autre pierre, à laquelle on a donné le nom d'*œil de chat noir* ou *noirdâtre*, dont la densité est bien plus grande, et que par cette raison nous rapporterons au schorl.

 ŒIL-DE-POISSON.

Il me paraît que l'on doit encore regarder comme un produit du feldspath la pierre chatoyante à laquelle on a donné le nom d'*œil-de-poisson*, parce qu'elle est à peu près de la même pesanteur spécifique que ce verre primitif (2).

Dans cette pierre *œil-de-poisson*, la lumière est blanche et roule d'une manière uniforme; le reflet en est d'un blanc éclatant et vif, lorsqu'elle est taillée en forme arrondie et polie avec soin. « La plupart des pierres chatoyantes, dit très-bien M. Demeste, ne sont que des feldspaths d'un tissu extrêmement fin, que l'on taille en *goutte de suif* ou en *cabochon*, pour donner à la pierre tout le jeu dont elle est susceptible. » Cette pierre *œil-de-poisson*, quoique assez rare, n'est pas d'un grand prix, parce qu'elle n'a que peu de dureté, et qu'elle est sans couleur. Elle paraît laiteuse et bleuâtre lorsqu'on la regarde obliquement; mais au reflet direct de la lumière, elle est d'un blanc éclatant et très-intense. A ce caractère, et en se fondant sur le sens étymologique, il me paraît que l'on pourrait prendre l'*argyrodamas* de Pline pour notre *œil-de-poisson*; car il n'est aucune pierre qui joigne à un beau blanc d'argent plus d'éclat et de reflet, et qui, par conséquent puisse à plus juste titre, quoique toujours improprement, recevoir le nom de *diamant d'argent*; et cela étant, la pierre *gallaique* du même naturaliste serait une variété de notre

(1) La pesanteur spécifique du feldspath blanc est de 26466; celle de l'œil-de-chat mordoré est de 26667, de l'œil-de-chat jaune, 25573, et de l'œil-de chat gris, 25675.

(2) La pesanteur spécifique de la pierre *œil-de-poisson* est de 25682; ce qui est à peu près le terme moyen entre la pesanteur spécifique 26466 du feldspath blanc, et 24378, pesanteur spécifique du feldspath rougeâtre.

Pierre *œil-de-poisson*, puisqu'il la rapporte lui-même à son *argyrodamas*. Au reste, cette pierre *œil-de-poisson* est ainsi nommée parce qu'elle ressemble par sa couleur au cristallin de l'œil d'un poisson.

ŒIL-DE-LOUP.

La pierre appelée *œil-de-loup* est de même un produit du feldspath; elle est chatoyante, et probablement mêlée de parties micacées qui en augmentent le volume et diminuent la masse. Cette pierre *œil-de-loup*, moins dense que le feldspath (1), paraît faire la nuance entre les feldspaths et les opales, qui sont encore plus mélangés de parties micacées; car l'œil-de-loup n'étincelle pas par paillettes variées, comme l'aventurine ou l'opale, mais il luit d'une manière pleine et sombre; ses reflets verdâtres semblent sortir d'un fond rougeâtre, et on pourrait prendre cette pierre pour une variété colorée de la pierre *œil-de-poisson*, ou pour une aventurine sans accident, sans *aventure* de couleurs, si sa densité n'était pas fort au-dessous de celle de ces pierres. Nous la regarderons donc comme un des produits ou stalactites, mais des moins pures et des plus mélangées, du feldspath. Sa teinte foncée et obscure ne laisse à ses reflets que fort peu d'éclat; et cette pierre, quoique assez rare, dont nous avons au Cabinet du Roi deux grands échantillons, n'a que peu de valeur.

AVENTURINE.

Le feldspath et toutes les pierres transparentes qui en tirent leur origine, ont des reflets chatoyants; mais il y a encore d'autres pierres qui réunissent, à la lumière flottante et variée du chatolement, les couleurs fixes, vives et intenses, telles que nous les présentent les aventurines et les opales.

La pesanteur spécifique des aventurines est à très-peu près la même que celle du feldspath (2): la plupart de ces pierres, encore plus brillantes que chatoyantes, paraissent être semées de petites paillettes rouges, jaunes et bleues, sur un fond de couleur plus ou moins rouge; les plus belles aventurines ne sont néanmoins qu'à demi transparentes; les autres sont plus ou moins opaques, et je ne les rapporte

(1) La pesanteur spécifique de la pierre *œil-de-loup* n'est que de 23507, tandis que celle de l'*œil-de-poisson* est de 25782.

(2) Feldspath, 26466; aventurine demi transparente, 26667; aventurine opaque, 26426. (Table de M. Brisson.)

au feldspath qu'à cause de leurs reflets légèrement chatoyants, et de leur densité, qui est à très-peu près la même; car les unes et les autres pourraient bien participer de la nature du mica, dont les paillettes brillantes contenues dans ces pierres paraissent être des parcelles colorées.

OPALE.

De toutes les pierres chatoyantes, l'opale est la plus belle : cependant, elle n'a ni la dureté, ni l'éclat des vraies pierres précieuses; mais la lumière qui la pénètre s'anime des plus agréables couleurs, et semble se promener en reflets ondoyants; et l'œil est encore moins ébloui que flatté de l'effet suave de ses beautés. Pline s'arrête avec complaisance à les peindre. « C'est, dit-il, le feu de l'escarboucle, le pourpre de l'améthyste, le vert éclatant de l'émeraude, brillant ensemble, et tantôt séparés, tantôt unis par le plus admirable mélange. » Ce n'est pas tout encore, le bleu et l'orangé viennent sous certains aspects se joindre à ces couleurs, et toutes prennent plus de fraîcheur du fond blanc et luisant sur lequel elles jouent, et dont elles ne semblent sortir que pour y rentrer et jouer de nouveau.

Ces reflets colorés sont produits par le brisement des rayons de lumière mille fois réfléchis, rompus, et renvoyés de tous les petits plans des lames dont l'opale est composée; ils sont en même temps réfractés au sortir de la pierre, sous des angles divers et relatifs à la position des lames qui les renvoient; et ce qui prouve que ces couleurs mobiles et fugitives, qui suivent l'œil et dépendent de l'angle qu'il fait avec la lumière, ne sont que des *iris*, ou spectres colorés, c'est qu'en cassant la pierre, elle n'offre plus dans sa fracture ces mêmes couleurs dont le jeu varié tient à sa structure intérieure, et s'accroît par la forme arrondie qu'on lui donne à l'extérieur : l'opale est donc une pierre irisée dans toutes ses parties. Elle est en même temps la plus légère des pierres chatoyantes, et de près d'un cinquième de moins dense que le feldspath, qui, de tous les verres primitifs, est le moins pesant (1); elle n'a aussi que peu de dureté : il faut donc que les petites lames dont l'opale est composée soient peu adhérentes et assez séparées les unes des autres, pour que sa densité et sa dureté en soient diminuées dans cette proportion de plus d'un cinquième relativement aux autres matières vitreuses.

Une opale d'un grand volume, dans toutes les parties de laquelle les couleurs brillent et jouent avec autant de feu que de variété, est une production si rare qu'elle n'a plus qu'un prix d'estime qu'on peut porter très-haut. Pline nous dit qu'Antoine proscrivit un sénateur auquel appartenait une très-belle opale qu'il

(1) La pesanteur spécifique de l'opale est de 21140; et celle du feldspath le plus léger, de 24378. (Table de M. Bisson.)

avait refusé de lui céder ; sur quoi le naturaliste romain s'écrie avec une éloquente indignation : « De quoi s'étonner ici davantage, de la cupidité farouche du tyran qui proscriit pour une bague, ou de l'inconcevable passion de l'homme qui tient plus à sa bague qu'à sa vie ? »

On peut encore juger de l'estime que faisaient les anciens de l'opale, par la scrupuleuse attention avec laquelle ils en ont remarqué les défauts, et par le soin qu'ils ont pris d'en caractériser les belles variétés. L'opale en offre beaucoup, non-seulement par les différences du jeu de la lumière, mais encore par le nombre des nuances et la diversité des couleurs qu'elle réfléchit : il y a des opales à reflets faiblement colorées où sur un fond laiteux flottent à peine quelques légères nuances de bleu. Dans ces pierres nuageuses, laiteuses, et presque opaques, la pâte opaline semble s'épaissir et se rapprocher de celle de la calcédoine : au contraire cette même pâte s'éclaircit quelquefois de manière à n'offrir plus que l'apparence vitreuse et les teintes claires et lumineuses d'un feldspath chatoyant et coloré ; et ces nuances, comme l'a très-bien observé Boèce, se trouvent souvent réunies et fondues dans un seul et même morceau d'opale brute. Le même auteur parle des opales noires comme des plus rares et des plus superbes par l'éclat du feu qui jaillit de leur fond sombre.

On trouve des opales en Hongrie, en Misnie (1) et dans quelques îles de la Méditerranée. Les anciens tiraient cette pierre de l'Orient, d'où il en vient encore aujourd'hui ; et nos lapidaires distinguent les opales, ainsi que plusieurs autres pierres en *orientales* et en *occidentales*, mais cette distinction n'est pas bien énoncée ; car ce n'est que sur le plus ou le moins de beauté de ces pierres que portent les dénominations d'*orientales* et d'*occidentales*, et non sur le climat où elles se trouvent, puisque dans nos opales d'Europe il s'en rencontre de belles parmi les communes, de même qu'à Ceylan et dans les autres contrées de l'Inde on trouve beaucoup d'opales communes parmi les plus belles. Ainsi, cette distinction de dénomination, adoptée par les lapidaires doit être rejetée par les naturalistes, puisqu'on pourrait la croire fondée sur une différence essentielle de climat, tandis qu'elle ne l'est que sur la différence accidentelle de l'éclat ou de la beauté.

Au reste, l'opale est certainement une pierre vitreuse de seconde formation, et qui a été produite par l'intermède de l'eau : sa gangue est une terre jaunâtre qui ne fait point d'effervescence avec les acides : les opales renferment souvent des gouttes d'eau. M. Fougeroux de Bondaroy, l'un de nos savants académiciens, a sacrifié à son instruction quelques opales, et les a fait casser pour recueillir l'eau qu'elles renfermaient ; cette eau s'est trouvée pure et limpide comme dans les cailloux creux et les enhydres. Il se trouve quelquefois des opales dans les pouzzolanes et dans les terres jetées par les volcans. M. Ferber en a observé, comme M. de Bondaroy, dans les terrains volcanisés du Viennois. Ces faits suffisent pour nous démontrer que les opales sont des pierres de seconde formation, et leurs reflets chatoyants

(1) A Freyberg.

nous indiquent que c'est aux stalactites du feldspath qu'on doit les rapporter.

Quoique plusieurs auteurs aient regardé le girasol comme une sorte d'opale, nous nous croyons fondé à le séparer non-seulement de l'opale, mais même de toutes les autres pierres vitreuses : c'est en effet une pierre précieuse dont la dureté et la densité sont presque doubles de celles de l'opale, et égales à celles des vraies pierres précieuses (1).

PIERRES IRISÉES.

Après ces pierres chatoyantes dont les couleurs sont flottantes, et dans lesquelles les reflets de lumière paraissent uniformes, il s'en trouve plusieurs autres dont les couleurs variées ne dépendent ni de la réflexion extérieure de la lumière ni de sa réfraction dans l'intérieur de ces pierres, mais des couleurs *irisées* que produisent tous les corps lorsqu'ils sont réduits en lames extrêmement minces : les pierres qui présentent ces couleurs sont toutes défectueuses ; on peut en juger par le cristal de roche *irisé*, qui n'est qu'un cristal fêlé. Il en est de même du feldspath *irisé* : les couleurs qu'ils offrent à l'œil ne viennent que du reflet de la lumière sur les lames minces de leurs parties constituantes, lorsqu'elles ont été séparées les unes des autres par la percussion ou par quelque autre cause. Ces pierres irisées sont *étonnées*, c'est-à-dire fêlées dans leur intérieur ; elles n'ont que peu ou point de valeur, et on les distingue aisément des vraies pierres chatoyantes par le faible éclat et le peu d'intensité des couleurs qu'elles renvoient à l'œil : le plus souvent même, la fêlure ou séparation des lames est sensible à la tranche, et visible jusque dans l'intérieur du morceau. Au reste, il y a aussi du cristal irisé seulement à sa superficie, et cette iris superficielle s'y produit par l'exfoliation des petites lames de sa surface, de même qu'on le voit dans notre verre factice longtemps exposé aux impressions de l'air.

Au reste, la pierre *iris* de Pline, qui semblerait devoir être spécialement notre cristal irisé, n'est pourtant que le cristal dans lequel les anciens avaient observé la réfraction de la lumière, la division des couleurs, en un mot tous les effets du prisme (2) sans avoir su en déduire la théorie.

(1) Voyez ci-après l'article du *Girasol*.

(2) Il est singulier que Pline, pour nous décrire cet effet, ait recours à un cristal de la mer Rouge, tandis que la première aiguille de cristal des Alpes pouvait également le lui offrir.

STALACTITES CRISTALLISÉES DU SCHORL.

Le schorl diffère du quartz, et ressemble au feldspath par sa fusibilité, et il surpasse de beaucoup en densité les quatre autres verres primitifs; nous rapporterons donc au schorl les pierres transparentes qui ont ces mêmes propriétés : ainsi nous reconnâtrons les produits du schorl par leur densité et par leur fusibilité, et nous verrons que toutes les matières vitreuses qui sont spécifiquement plus pesantes que le quartz, les jaspes, le mica et le feldspath, proviennent du schorl en tout ou en partie. C'est sur ce fondement que je rapporte au schorl plutôt qu'au feldspath les émeraudes, les péridots, le saphir du Brésil, etc.

J'ai déjà dit que les couleurs dont les pierres transparentes sont teintes, n'influent pas sensiblement sur leur pesanteur spécifique : ainsi l'on aurait tort de prétendre que c'est au mélange des matières métalliques qui sont entrées dans la composition des péridots, des émeraudes et du saphir du Brésil, qu'on doit attribuer leur densité plus grande que celle du cristal; et dès lors nous sommes bien fondé à rapporter ce surplus de densité au mélange du schorl, qui est le plus pesant de tous les verres primitifs.

Les extraits ou stalactites du schorl sont donc toujours reconnaissables par leur densité et leur fusibilité; ce qui les distingue des autres cristaux vitreux, avec lesquels ils ont néanmoins le caractère commun de la double réfraction.



ÉMERAUDE.

L'émeraude, qui, par son brillant éclat et sa couleur suave, a toujours été regardée comme une pierre précieuse, doit néanmoins être mise au nombre des cristaux du quartz mêlé de schorl, 1° parce que sa densité est moindre d'un tiers que celle des vraies pierres précieuses, et qu'en même temps elle est un peu plus grande que celle du cristal de roche (1); 2° parce que sa dureté n'est pas comparable à celle du rubis, de la topaze et du saphir d'Orient, puisque l'émeraude n'est guère plus dure que le cristal; 3° parce que cette pierre, mise au foyer du miroir ardent, se fond et se convertit en une masse vitreuse; ce qui prouve que sa substance quartzreuse est mêlée de feldspath ou de schorl, qui l'ont rendue fusible; mais la densité du feldspath étant moindre que celle du cristal, et celle de l'émeraude

(1) La pesanteur spécifique de l'émeraude du Pérou est de 27755, et celle du cristal de roche de 26348. (Table de M. Brisson.)

étant plus grande, on ne peut attribuer qu'au mélange du schorl cette fusibilité de l'émeraude; 4° parce que les émeraudes croissent, comme tous les cristaux, dans les fentes des rochers vitreux; enfin parce que l'émeraude a, comme tous ces cristaux, une double réfraction: elle leur ressemble donc par les caractères essentiels de la densité, de la dureté, de la double réfraction; et comme l'on doit ajouter à ces propriétés celle de la fusibilité, nous nous croyons bien fondé à séparer l'émeraude des vraies pierres précieuses, et à la mettre au nombre des produits du quartz mêlé de schorl.

Les émeraudes, comme les autres cristaux, sont fort sujettes à être glacées ou nuageuses; il est rare d'en trouver d'un certain volume qui soient totalement exemptes de ces défauts: mais quand cette pierre est parfaite, rien n'est plus agréable que le jeu de sa lumière, comme rien n'est plus gai que sa couleur, plus amie de l'œil qu'aucune autre (1). La vue se repose, se délasse, se récréé dans ce beau vert qui semble offrir la miniature des prairies au printemps. La lumière qu'elle lance en rayons aussi vifs que doux, semble, dit Pline, brillanter l'air qui l'environne, et teindre par son irradiation l'eau dans laquelle on la plonge (2); toujours belle, toujours éclatante, soit qu'elle pétille sous le soleil, soit qu'elle luise dans l'ombre, ou qu'elle brille dans la nuit aux lumières, qui ne lui font rien perdre des agréments de sa couleur, dont le vert est toujours pur.

Aussi les anciens, au rapport de Théophraste, se plaisaient-ils à porter l'émeraude en bague, afin de s'égayer la vue par son éclat et sa couleur suave; ils la taillaient, soit en cabochon pour faire flotter la lumière, soit en table pour la réfléchir comme un miroir, soit en creux régulier dans lequel, sur un fond ami de l'œil, venaient se peindre les objets en raccourci. C'est ainsi que l'on peut entendre ce que dit Pline d'un empereur qui voyait dans une émeraude les combats des gladiateurs; réservant l'émeraude à ces usages, ajoute le naturaliste romain, et respectant ses beautés naturelles, on semblait être convenu de ne point l'entamer par le burin. Cependant il reconnaît lui-même ailleurs que les Grecs avaient quelquefois gravé sur cette pierre (3), dont la dureté n'est en effet qu'à peu près égale à celle des belles agates ou du cristal de roche.

Les anciens attribuaient aussi quelques propriétés imaginaires à l'émeraude; ils croyaient que sa couleur gaie la rendait propre à chasser la tristesse, et faisait disparaître les fantômes mélancoliques, appelés *mauvais esprits* par le vulgaire. Ils

(1) Une belle émeraude se monte sur noir comme les diamants blancs: elle est la seule pierre de couleur qui jouisse de cette prérogative, parce que le noir, bien loin d'altérer sa couleur, la rend plus riche et plus veloutée, au lieu que le contraire arrive avec toute autre pierre de couleur. (Note communiquée par M. Hoppé.)

(2) C'est la remarque de Théophraste (*Lapid. et Gemm.* n° 44), sur quoi les commentateurs sont tombés dans une foule de doutes et de méprises, cherchant mal à propos comment l'émeraude pouvait donner à l'eau une teinte verte, tandis que Théophraste n'entend parler que du reflet de la lumière qu'elle y répand.

(3) Livre XXXVII, n° 3. Il parle de deux émeraudes sur chacune desquelles était gravé *Amymon*, l'une des Danaïdes; et dans ce même livre de son *Histoire naturelle*, n° 4, il rapporte la gravure des émeraudes à une époque qui répond, en Grèce, au dernier des Tarquins. — Selon Clément Alexandrin, le fameux cachet de Polycrate était une émeraude gravée par Théodore de Samos. — Lorsque Lucullus, ce Romain si célèbre par ses richesses et par son luxe, aborde à Alexandrie, Ptolémée, occupé du soin de lui plaire, ne trouve rien de plus précieux à lui offrir qu'une émeraude sur laquelle était gravé le portrait du monarque égyptien.

donnaient de plus à l'émeraude toutes les prétendues vertus des autres pierres précieuses contre les poisons et différentes maladies ; séduits par l'éclat de ces pierres brillantes, ils s'étaient plu à leur imaginer autant de vertus que de beauté ; mais, au physique comme au moral, les qualités extérieures les plus brillantes ne sont pas toujours l'indice du mérite le plus réel. Les émeraudes réduites en poudre et prises intérieurement ne peuvent agir autrement que comme des poudres vitreuses, action sans doute peu curative, et même peu salutaire ; et c'est avec raison que l'on a rejeté du nombre de nos remèdes d'usage cette poudre d'émeraude et les cinq fragments précieux, autrefois si fameux dans la médecine galénique.

Je ne me suis fort étendu sur les propriétés réelles et imaginaires de l'émeraude que pour mieux démontrer qu'elle était bien connue des anciens ; et je ne conçois pas comment on a pu de nos jours révoquer en doute l'existence de cette pierre dans l'ancien continent, et nier que l'antiquité en eût jamais eu connaissance ; c'est cependant l'assertion d'un auteur récent (1), qui prétend que les anciens n'avaient pas connu l'émeraude, sous prétexte que, dans le nombre des pierres auxquelles ils ont donné le nom de *smaragdus*, plusieurs ne sont pas des émeraudes : mais il n'a pas pensé que ce mot *smaragdus* était une dénomination générique pour toutes les pierres vertes, puisque Pline comprend sous ce nom des pierres opaques qui semblent n'être que des prases ou même des jaspes verts ; mais cela n'empêche pas que la véritable émeraude ne soit du nombre de ces *smaragdes* des anciens : il est même assez étonnant que cet auteur, d'ailleurs très-estimable et fort instruit, n'ait pas reconnu la véritable émeraude aux traits vifs et brillants et aux caractères très-distinctifs sous lesquels Pline a su la dépeindre. Et pourquoi chercher à atténuer la force des témoignages, en ne les rapportant pas exactement ? Par exemple, l'auteur cite Théophraste comme ayant parlé d'une émeraude de quatre coudées : mais il n'ajoute pas que le naturaliste grec témoigne sur ces faits un doute très-marqué, ce qui prouve qu'il connaissait assez la véritable émeraude pour être bien persuadé qu'on n'en avait jamais vu de cette grandeur. En effet, Théophraste dit en propres termes que *l'émeraude est rare, et ne se trouve jamais en grand volume*, « à moins, ajoute-t-il, qu'on ne croie aux mémoires égyptiens, qui parlent d'émeraudes de trente ou quarante coudées ; » *mais ce sont choses, continue-t-il, qu'il faut laisser sur leur bonne foi* : et à l'égard de la colonne tronquée ou du cippe d'émeraude du temple d'Hercule à Tyr, dont Hérodote fait aussi mention, il dit que c'est sans doute une fausse émeraude. Nous conviendrons avec M. Dutens, que, des dix ou douze sortes de *smaragdes* dont Pline fait l'énumération, la plupart ne sont, en effet, que de fausses émeraudes ; mais il a dû voir, comme nous, que Pline en distingue trois comme supérieures à toutes les autres (2). Il est

(1) M. Dutens.

(2) La première est l'émeraude nommée par les anciens *Pierre de Scythie*, et qu'ils ont dit être la plus belle de toutes ; la seconde, qui nous paraît être aussi une émeraude véritable, est la *baactriane*, à laquelle Pline attribue la même dureté et le même éclat qu'à l'émeraude scythique, mais qui, ajoute-t-il, est toujours fort petite ; la troisième, qu'il nomme émeraude de *Coptos*, et qu'il dit être en morceaux assez gros, mais qui est moins parfaite, moins transparente, et n'ayant pas le vif éclat des deux premières ; les neuf autres sortes étaient celles de *Chypre*,

donc évident que, dans ce grand nombre de pierres auxquelles les anciens donnaient le nom générique de *smaragdes*, ils avaient néanmoins très-bien su distinguer et connaître l'émeraude véritable, qu'ils caractérisent, à ne pas s'y méprendre, par sa couleur, sa transparence et son éclat. L'on doit en effet la séparer et la placer à une grande distance de toutes les autres pierres vertes, telles que les prases, les fluors verts, les malachites et les autres pierres vertes opaques de la classe du jaspe, auxquelles les anciens appliquaient improprement et génériquement le nom de *smaragles*.

Ce n'était donc pas d'émeraude, mais de quelques-uns de ces faux et grands *smaragdes*, qu'étaient faites les colonnes et les statues prétendues d'émeraude dont parle l'antiquité (1), de même que les très-grands vases ou morceaux d'émeraude que l'on montre encore aujourd'hui dans quelques endroits, tels que la grande jatte du trésor de Gènes (2), la pierre verte pesant vingt-neuf livres, donnée par Charlemagne au couvent de Reichenau (3), ne sont que des prases, ou même des verres factices : or, comme ces émeraudes supposées ne prouvent rien aujourd'hui contre l'existence de la véritable émeraude, ces mêmes erreurs dans l'antiquité ne prouvent pas davantage.

D'après tous ces faits, comment peut-on douter de l'existence de l'émeraude en Italie, en Grèce et dans les autres parties de l'ancien continent, avant la découverte du nouveau ? Comment, d'ailleurs, se prêter à la supposition forcée que la nature ait réservé exclusivement à l'Amérique cette production qui peut se trouver dans tous les lieux où elle a formé des cristaux ? et ne devons-nous pas être circonspects lorsqu'il s'agit d'admettre des faits extraordinaires et isolés comme le serait celui-ci ? Mais indépendamment de la multitude des témoignages anciens, qui prouvent que les émeraudes étaient connues et communes dans l'ancien continent avant la découverte du nouveau, on sait par des observations récentes, qu'il

d'*Ethiopie*, d'*Herminie*, de *Perse*, de *Médie*, de l'*Attique*, de *Lacédémone*, de *Carthage*, et celle d'*Arabie* nommée *cholut*... La plupart de celles-ci, disent les anciens eux-mêmes, ne méritaient pas le nom d'émeraudes, et n'étaient, suivant l'expression de Théophraste, que de fausses émeraudes (*pseudosmaragd*), n^{os} 45 et 46. On les trouvait communément dans les environs des mines de cuivre, circonstance qui peut nous les faire regarder comme des fluors verts, ou peut-être même des malachites.

(1) Telle était encore la statue de Minerve, faite d'émeraude, ouvrage fameux de Dipœnus et Scyllis.

(2) M. de la Condamine, qui s'est trouvé à Gènes avec MM. les princes Corsini, petits-neveux du pape Clément XII, a eu par leur moyen occasion d'examiner attentivement ce vase à la lueur d'un flambeau. La couleur lui en a paru d'un vert très-foncé : il n'y aperçut pas la moindre trace de ces glaces, pailles, nuages et autres défauts de transparence si communs dans les émeraudes et dans toutes les pierres précieuses un peu grosses, même dans le cristal de roche ; mais il y distingua très-bien plusieurs petits vides semblables à des bulles d'air de forme ronde ou oblongue, telles qu'il s'en trouve communément dans les cristaux ou verres fondus, soit blancs, soit colorés... Le doute de M. de La Condamine sur ce vase soi-disant d'émeraude n'est pas nouveau. « Il est, dit-il, clairement indiqué par les expressions qu'employait Guillaume, archevêque de Tyr, il y a quatre siècles, en disant qu'à la prise de Césarée ce vase échut pour une grande somme d'argent aux Gênois, qui le crurent d'émeraude, et qui le montrent encore comme tel et comme miraculeux aux voyageurs. Au reste, continue l'auteur, il ne tient qu'à ceux à qui ces soupçons peuvent déplaire de les détruire s'ils ne sont pas fondés.

(3) On me montra (à l'abbaye de Reichenau près de Constance) une prétendue émeraude d'une prodigieuse grandeur ; elle a quatre côtés inégaux, dont le plus petit n'a pas moins de neuf pouces, et dont le plus long a près de deux pieds ; son épaisseur est d'un ponce et son poids de vingt-neuf livres. Le supérieur du couvent l'estime cinquante mille florins ; mais ce prix se réduirait à bien peu, si, comme je présume, cette émeraude n'était autre chose qu'un spath fluor transparent d'un assez beau vert. (*Lettres de M. William Coxe sur l'état de la Suisse*, pag. 21.)

se trouve aujourd'hui des émeraudes en Allemagne (1), en Angleterre, en Italie, et il serait bien étrange, quoi qu'en disent quelques voyageurs, qu'il n'y en eût point en Asie. Tavernier et Chardin ont écrit que les terres d'Orient ne produisaient point d'émeraudes, et néanmoins Chardin, relateur véridique, convient qu'avant la découverte du Nouveau-Monde, les Persans tiraient des émeraudes de l'Égypte, et que leurs anciens poètes en ont fait mention ; que de son temps, on connaissait en Perse trois sortes de ces pierres, savoir : l'émeraude d'Égypte, qui est la plus belle, ensuite les émeraudes *vieilles* et les émeraudes *nouvelles*, il dit même avoir vu plusieurs de ces pierres : mais il n'en indique pas les différences, et il se contente d'ajouter que, quoiqu'elles soient d'une très-belle couleur et d'un poli vif, il croit en avoir vu d'aussi belles qui venaient des Indes occidentales. Ceci prouverait ce que l'on doit présumer avec raison : c'est que l'émeraude se trouve dans l'ancien continent aussi bien que dans le nouveau, et qu'elle est de même nature en tous lieux ; mais comme l'on n'en connaît plus les mines en Égypte ni dans l'Inde, et que, néanmoins, il y avait beaucoup d'émeraudes en Orient avant la découverte du Nouveau-Monde, ces voyageurs ont imaginé que ces anciennes émeraudes avaient été apportées du Pérou aux Philippines, et de là aux Indes orientales et en Égypte. Selon Tavernier, les anciens Péruviens en faisaient commerce avec les habitants des îles orientales de l'Asie, et Chardin, en adoptant cette opinion, dit que les émeraudes qui, de son temps, se trouvaient aux Indes orientales, en Perse et en Égypte, venaient probablement de ce commerce avec les Péruviens, qui avaient traversé la mer du Sud longtemps avant que les Espagnols eussent fait la conquête de leur pays. Mais était-il nécessaire de recourir à une supposition aussi peu fondée pour expliquer pourquoi l'on n'a cru ne voir aux Indes orientales, en Égypte et en Perse que des émeraudes des Indes occidentales ? La raison en est bien simple, c'est que les émeraudes ne sont pas les mêmes partout, et que, comme les anciens Péruviens en avaient ramassé une très-grande quantité, les Espagnols en ont tant apporté aux Indes orientales, qu'elles ont fait disparaître le nom et l'origine de celles qui s'y trouvaient auparavant, et que par leur entière et parfaite ressemblance, ces émeraudes de l'Asie ont été et sont encore aujourd'hui confondues avec les émeraudes de l'Amérique.

Cette opinion, que nous réfutons, paraît n'être que le produit d'une erreur de nomenclature : les naturalistes récents ont donné, avec les joailliers, la dénomination de *pierres orientales* à celles qui ont une belle transparence, et qui en même temps sont assez dures pour recevoir un poli vif ; et ils appellent *pierres occidentales* (2) celles qu'ils croient être du même genre, et qui ont moins d'éclat

(1) Il est parlé, dans quelques relations, d'une tasse d'émeraude, de la grandeur d'une tasse ordinaire, qui est conservée à Vienne dans le cabinet de l'empereur, et que des morceaux qu'on a ménagés en creusant cette tasse on a fait une garniture complète pour l'impératrice.

(2) Boèce paraît être l'auteur de la distinction des émeraudes en orientales et occidentales. Il caractérise les premières par leur grand brillant, leur pureté et leur excès de dureté. Il se trompe quant à ce dernier point, et de Laët s'est de même trompé d'après lui ; car on ne trouve pas entre les émeraudes cette différence de dureté, et toutes n'ont à peu près que la dureté du cristal de roche.

et de dureté. Et comme l'émeraude n'est pas plus dure en Orient qu'en Occident, ils en ont conclu qu'il n'y avait point d'émeraudes orientales, tandis qu'ils auraient dû penser que cette pierre étant partout la même, comme le cristal, l'améthyste, etc., elle ne pouvait pas être reconnue ni dénommée par la différence de son éclat et de sa dureté.

Les émeraudes étaient seulement plus rares et plus chères avant la découverte de l'Amérique ; mais leur valeur a diminué en même raison que leur quantité s'est augmentée. « Les lieux, dit Joseph Acosta, où l'on a trouvé beaucoup d'émeraudes (et où l'on en trouvait encore de son temps en plus grande quantité) sont au nouveau royaume de Grenade et au Pérou : proche de Manta et de Porto-Vieil, il y a un terrain qu'on appelle *terre des émeraudes* ; mais on n'a point encore fait la conquête de cette terre. Les émeraudes naissent des pierres en forme de cristaux... j'en ai vu quelques-unes qui étaient *moitié blanches et moitié vertes, et d'autres toutes blanches*... En l'année 1387, ajoute cet historien, l'on apporta des Indes occidentales en Espagne deux canons d'émeraude, dont chacun pesait pour le moins quatre arobes. « Mais je soupçonne avec raison que ce dernier fait est exagéré ; car Garcilaso dit que la plus grosse pierre de cette espèce, que les Péruviens adoraient comme la déesse-mère des émeraudes, n'était que de la grosseur d'un œuf d'autruche, c'est-à-dire d'environ six pouces sur son grand diamètre ; et cette pierre-mère des émeraudes n'était peut-être elle-même qu'une prime d'émeraude, qui, comme la prime d'améthyste, n'est qu'une concretion plus ou moins confuse de divers petits canons ou cristaux de ces pierres. Au reste, les primes d'émeraudes sont communément fort nuageuses, et leur couleur n'est pas d'un vert pur, mais mélangé de nuages jaunâtres : quelquefois néanmoins cette couleur verte est aussi franche dans quelques endroits de ces primes que l'émeraude même, et Boèce remarque fort bien que, dans un morceau de prime nébuleux et sans éclat, il se trouve souvent quelque partie brillante, qui, étant enlevée et taillée, donne une vraie et belle émeraude.

Il serait assez naturel de penser que la belle couleur verte de l'émeraude lui a été donnée par le cuivre ; cependant M. Demeste dit que « cette pierre paraît devoir sa couleur verte au cobalt, parce qu'en fondant des émeraudes du Pérou avec deux parties de verre de borax, on obtient un émail bleu. » Si ce fait se trouve constant et général pour toutes les émeraudes, on lui sera redevable de l'avoir observé le premier ; et, dans ce cas, on devrait chercher et on pourrait trouver des émeraudes dans le voisinage des mines de cobalt.

Cependant cet émail bleu que donne l'émeraude fondue avec le borax ne provient pas de l'émeraude seule ; car les émeraudes qu'on a exposées au miroir ardent ou au feu violent de nos fourneaux commencent par y perdre leur couleur verte : elles deviennent friables, et finissent par se fondre sans prendre une couleur bleue. Ainsi l'émail bleu produit par la fusion de l'émeraude au moyen du borax, provient peut-être moins de cette pierre que du borax même qui, comme je l'ai dit, contient une base métallique ; et ce que cette fusibilité de l'émeraude nous

indique de plus réel, c'est que sa substance quartzreuse est mêlée d'une certaine quantité de schorl, qui la rend plus fusible que celle du cristal de roche pur.

La pierre à laquelle on a donné le nom *d'émeraude du Brésil* présente beaucoup plus de rapports que l'émeraude ordinaire avec les schorls : elle leur ressemble par la forme, et se rapproche de la tourmaline par ses propriétés électriques : elle est plus pesante et d'un vert plus obscur que l'émeraude du Pérou (1) ; sa couleur est à peu près la même que celle de notre verre à bouteilles : ses cristaux sont fortement striés ou cannelés dans leur longueur, et ils ont encore un autre rapport avec les cristaux du schorl par la pyramide à trois faces qui les termine ; ils croissent, comme tous les autres cristaux, contre les parois et dans les fentes des rochers vitreux. On ne peut donc pas douter que cette émeraude du Brésil ne soit, comme les autres émeraudes, une stalactite vitreuse, teinte d'une substance métallique, et mêlée d'une grande quantité de schorl qui aura considérablement augmenté sa pesanteur ; car la densité du schorl vert est plus grande que celle de cette émeraude (2). Ainsi c'est au mélange de ce schorl vert qu'elle doit sa couleur, son poids et sa forme.

L'émeraude du Pérou, qui est l'émeraude de tout pays, n'est qu'un cristal teint et mêlé d'une petite quantité de schorl qui suffit pour la rendre moins réfractaire que le cristal de roche à nos feux. Il faudrait essayer si l'émeraude du Brésil, qui contient une plus grande quantité de schorl, et qui en a pris son plus grand poids et emprunté sa figuration, ne se fondrait pas encore plus facilement que l'émeraude commune.

Les émeraudes, ainsi que les améthystes violettes ou pourprées, les cristaux-topazes, les chrysolithes dont le jaune est mêlé d'un peu de vert, les aigues-marines verdâtres ou bleuâtres, le saphir d'eau légèrement teint de bleu, le feldspath de Russie, et toutes les autres pierres transparentes que nous avons ici devant indiquées, ne sont donc que des cristaux vitreux, teints de ces diverses couleurs par les vapeurs métalliques qui se sont rencontrées dans le lieu de leur formation, et qui se sont mêlées avec le suc vitreux qui fait le fond de leur essence : ce ne sont que des cristaux colorés, dont la substance, à l'exception de la couleur, est la même que celle du cristal de roche pur, ou de ce cristal mêlé de feldspath et de schorl. On ne doit donc pas mettre les émeraudes au rang des pierres précieuses, qui, par la densité, la dureté et l'homogénéité, sont d'un ordre supérieur, et dont nous prouverons que l'origine est toute différente de celle des émeraudes et de toutes les autres pierres transparentes, vitreuses ou calcaires.

(1) La pesanteur spécifique de l'émeraude du Brésil est de 31535, et celle de l'émeraude du Pérou n'est que de 27753.

(2) La pesanteur spécifique du schorl vert est de 34527, et celle de l'émeraude du Brésil de 31535.

PÉRIDOT.

Il en est du péridot comme de l'émeraude du Brésil ; il tire également son origine du schorl, et la même différence de densité qui se trouve entre l'émeraude du Brésil et les autres émeraudes, se trouve aussi entre la chrysolithe et le péridot : cependant on n'avait jusqu'ici distingué ces deux dernières pierres que par les nuances des couleurs jaune et verte dont elles sont toujours teintes. Le jaune domine sur le vert dans les chrysolithes, et le vert domine sur le jaune dans les péridots ; et ces deux pierres offrent toutes les nuances des couleurs entre les topazes, qui sont toujours purement jaunes, et les émeraudes, qui sont purement vertes. Mais les chrysolithes diffèrent des péridots par le caractère essentiel de la densité : le péridot pèse spécifiquement beaucoup plus (1) ; et il paraît, par le rapport des pesanteurs respectives, que la chrysolithe, comme nous l'avons dit, est un extrait du quartz, un cristal coloré, et que les péridots, dont la pesanteur spécifique est bien plus grande (2), ne peuvent provenir que des schorls également denses. On doit donc croire que les péridots sont des extraits du schorl, tandis que les chrysolithes sont des cristaux du quartz.

Nous connaissons deux sortes de péridots, l'un qu'on nomme *oriental*, et dont la densité est considérablement plus grande que celle du péridot *occidental* : mais nous connaissons aussi des schorls dont les densités sont dans le même rapport. Le schorl cristallisé correspond au péridot occidental, et le schorl spathique au péridot oriental ; et même cette densité du péridot oriental n'est pas encore aussi grande que celle du schorl vert (3) ; et ce qui confirme ici mon opinion, c'est que les péridots se cristallisent en prismes striés comme la plupart des schorls : j'ignore à la vérité, si ces pierres sont fusibles comme les schorls, mais je crois pouvoir le présumer, et j'invite les chimistes à nous l'apprendre.

M. l'abbé de Rochon, qui a fait un si grand nombre d'expériences sur la réfraction des pierres transparentes, m'a assuré que le péridot donne une double réfraction beaucoup plus forte que celle du cristal de roche et moindre que celle du cristal d'Islande : de plus, le péridot a, comme le cristal de roche, un sens dans lequel il n'y a point de double réfraction ; et puisqu'il y a une différence encore plus grande dans les deux réfractions du péridot que dans celle du cristal, on doit en conclure que sa substance est composée de couches alternatives d'une densité plus différente qu'elle ne l'est dans celles qui composent le cristal de roche.

(1) La pesanteur spécifique de la chrysolithe du Brésil est de 2923, et celle de la chrysolithe de l'ancien continent est de 2721 ; ce qui ne s'éloigne pas beaucoup de la pesanteur 2638 du cristal, et de celle de la topaze de Bohême, qui est de 2654. (Table de M. Brisson.)

(2) La pesanteur spécifique du péridot occidental est de 30989, et celle du schorl cristallisé est de 30926. (Table de M. Brisson.)

(3) La pesanteur spécifique du péridot oriental est de 37548, celle du schorl spathique est de 33832, et celle du schorl olivâtre ou vert est de 34729. (Table de M. Brisson.)

SAPHIR DU BRÉSIL.

Une autre pierre transparente, qui, comme le péridot et l'émeraude du Brésil, nous paraît provenir du schorl, est celle qu'on a nommée *saphir du Brésil*, et qui ne diffère que par sa couleur bleue de l'émeraude du même climat; car leur dureté et leur densité sont à peu près égales (1), et on les rencontre dans les mêmes lieux. Ce saphir du Brésil a plus de couleur et un peu plus d'éclat que notre saphir d'eau, et leur densité respective est en même raison que celle du schorl au quartz : ces deux saphirs sont des extraits ou stalactites de ces verres primitifs, et ne peuvent ni ne doivent être comparés au vrai saphir, dont la densité est d'un quart plus grande, et dont l'origine est aussi très-différente.

ŒIL-DE-CHAT NOIR OU NOIRÂTRE.

Nous avons rapporté au feldspath l'œil-de-chat gris, l'œil-de-chat jaune et l'œil-de-chat mordoré, parce que leur densité est à peu près la même que celle de ce verre primitif; mais la pierre à laquelle on a donné le nom d'*œil-de-chat noirâtre* est beaucoup plus dense que les trois autres : sa pesanteur spécifique approche de celle du schorl violet du Dauphiné (2).

Toutes les pierres vitreuses et transparentes dont les pesanteurs spécifiques se trouvent entre 25 et 28 mille, sont des stalactites du quartz et du feldspath, desquels les densités sont aussi comprises dans les mêmes limites; et toutes les pierres vitreuses et transparentes dont les pesanteurs spécifiques sont entre 30 et 35 mille doivent se rapporter aux schorls, desquels les densités sont aussi comprises entre 30 et 35 mille, relativement au poids de l'eau supposé 10 mille (3).

Cette manière de juger de la nature des stalactites cristallisées, et de les classer par le rapport de leur densité avec celle des matières primitives dont elles tirent leur origine, me paraît, sans comparaison, la plus distincte et la plus certaine de toutes les méthodes, et je m'étonne que jusqu'ici elle n'ait pas été saisie par les naturalistes, car la densité est le caractère le plus intime, et pour ainsi dire le plus substantiel, que puisse offrir la matière : c'est celui qui tient de plus près à son

(1) La pesanteur spécifique du saphir du Brésil est de 31337, et celle de l'émeraude du Brésil est de 31555. (Table de M. Brisson.)

(2) La pesanteur spécifique du schorl violet de Dauphiné est de 32356, celle de l'œil-de-chat noirâtre de 32593. (Table de M. Brisson.)

(3) Les pesanteurs spécifiques des schorls sont : schorl cristallisé, 30926; schorl violet du Dauphiné, 32956; schorl spathique, 33852; schorl vert ou olivâtre, 34529. (Table de M. Brisson.)

essence, et duquel dérivent le plus immédiatement la plupart de ses propriétés secondaires. Ce caractère distinctif de la densité ou pesanteur spécifique est si bien établi dans les métaux, qu'il sert à reconnaître les proportions de leur mélange jusque dans l'alliage le plus intime : or ce principe, si sûr à l'égard des métaux, parce que nous avons rendu par notre art leur substance homogène, peut s'appliquer de même aux pierres cristallisées, qui sont les extraits les plus purs et les plus homogènes des matières primitives produites par la nature.

BÉRYL.

La couleur du péridot est un vert mêlé de jaune ; celle du béryl est un vert mêlé de bleu, et la nature de ces deux pierres nous paraît être la même. Les lapidaires ont donné au béryl le nom d'*aigue-marine orientale*, et cette pierre nous a été assez bien indiquée par les anciens : « Le béryl, disent-ils, vient de l'Inde, et on le trouve rarement ailleurs : on le taille en hexaèdre et à plusieurs faces, pour donner par la réflexion de la lumière plus de vivacité à sa couleur, et un plus grand jeu à son éclat, qui sans cela est faible.

» On distingue plusieurs sortes de béryls : les plus estimés sont ceux dont la couleur est d'un vert de mer pur ; ensuite ceux qu'on appelle *chrysobéryls*, qui sont d'un vert un peu plus pâle avec une nuance de jaune doré... Les défauts ordinaires à ces pierres sont les filets et les taches : la plupart ont aussi peu d'éclat ; les Indiens néanmoins en font un grand cas à cause de leur grandeur (1). » Il n'est pas rare en effet de trouver d'assez grandes pierres de cette espèce, et on les distinguera toujours de l'aigue-marine, qui ne leur ressemble que par la couleur, et qui en diffère beaucoup, tant par la dureté que par la densité (2). Le béryl, comme le péridot, tire son origine des schorls, et l'aigue-marine provient du quartz ; c'est ce qui met cette grande différence entre leurs densités : et quoique le béryl ne soit pas d'une grande dureté, il est cependant plus dur que l'aigue-marine, et il a par conséquent plus d'éclat et de jeu, surtout à la lumière du jour : car ces deux pierres font fort peu d'effet aux lumières.

(1) Plin., liv. XXXVII, chap. 5.

(2) La pesanteur spécifique du béryl ou aigue-marine orientale, est de 35489, tandis que celle de l'aigue-marine occidentale n'est que de 27229. (Table de M. Brisson.)

TOPAZE ET RUBIS DU BRÉSIL.

Il se trouve au Brésil des pierres transparentes d'un rouge clair, et d'autres d'un jaune très-foncé, auxquelles on a donné les noms de *rubis* et *topazes*, quoiqu'elles ne ressemblent que par la couleur aux rubis et topazes d'Orient; car leur nature et leur origine sont toutes différentes : ces pierres du Brésil sont des cristaux vitreux provenant du schorl, auquel ils ressemblent par leur forme de cristallisation (1); elles se cassent transversalement comme les autres schorls, leur texture est semblable, et l'on ne peut douter qu'elles ne tirent leur origine de ce verre primitif, puisqu'elles se trouvent, comme les autres cristaux, implantées dans les rochers vitreux. Ces topazes et rubis du Brésil diffèrent essentiellement des vraies topazes et des vrais rubis, non-seulement par ce caractère extérieur de la forme, mais encore par toutes les propriétés essentielles, la densité, la dureté, l'homogénéité et la fusibilité. La pesanteur spécifique de ces pierres du Brésil (2) est fort au-dessus de ces pierres d'Orient : leur dureté, quoiqu'un peu plus grande que celle du cristal de roche, n'approche pas de celle de ces pierres précieuses; celles-ci n'ont, comme je l'ai dit, qu'une simple et forte réfraction, au lieu que ces pierres du Brésil donnent une double et plus faible réfraction. Enfin elles sont fusibles à un feu violent, tandis que le diamant et les vraies pierres précieuses sont combustibles, et ne se réduisent point en verre.

La couleur des topazes du Brésil est d'un jaune foncé mêlé d'un peu de rouge; ces topazes n'ont ni l'éclat ni la belle couleur d'or de la vraie topaze orientale; elles en diffèrent aussi beaucoup par toutes les propriétés essentielles, et se rapprochent en tout du péridot, à l'exception de la couleur, car elles n'ont pas la moindre nuance de vert. Elles sont exactement de la même pesanteur spécifique que les pierres auxquelles on a donné le nom de *rubis du Brésil* (3) : aussi la plupart de ces prétendus rubis ne sont-ils que des topazes chauffées; il ne faut, pour leur donner la couleur du rubis-balais, que les exposer à un feu assez fort pour les faire rougir par degrés; elles y deviennent couleur de rose, et même pourprées : mais il est très-aisé de distinguer les rubis naturels et factices du Brésil des vrais rubis, tant par leur moindre poids que par leur fausse couleur, leur double réfraction et la faiblesse de leur éclat.

(1) La topaze du Brésil est en prismes striés ou cannelés à l'extérieur, comme ceux de l'émeraude du même pays; et ces prismes sont ordinairement surmontés d'une pyramide à l'extrémité, qui pointe en avant au sortir du rocher auquel leur base est adhérente : cette structure est constante; mais le nombre de leurs faces latérales varie presque autant que celles des autres schorls.

(2) La pesanteur spécifique du rubis d'Orient est de 42838, et celle du rubis du Brésil n'est que de 35314. La pesanteur spécifique de la topaze d'Orient est de 40106, et celle de la topaze du Brésil n'est que de 35365. (Table de M. Brisson.)

(3) La pesanteur spécifique du rubis du Brésil est de 35314, et celle de la topaze du Brésil est de 35365. (Table de M. Brisson.)

Ce changement de jaune en rouge est une exaltation de couleur que le feu produit dans presque toutes les pierres teintes d'un jaune foncé. Nous avons dit, à l'article des marbres, qu'en les chauffant fortement, lorsqu'on les polit, on fait changer toutes leurs taches jaunes en un rouge plus ou moins clair : la topaze du Brésil offre ce même changement du jaune en rouge, et M. de Fontanier, l'un de nos académiciens, observe qu'on connaît en Bohême un verre fusible d'un jaune à peu près semblable à celui de la topaze du Brésil, qui, lorsqu'on le fait chauffer, prend une couleur rouge plus ou moins foncée, selon le degré de feu qu'on lui fait subir. Au reste, la topaze du Brésil, soit qu'elle ait conservé sa couleur jaune naturelle, ou qu'elle soit devenue rouge par l'action du feu, se distingue toujours aisément de la vraie topaze et du rubis-balais par les caractères que nous venons d'indiquer : nous sommes donc bien fondé à les séparer des vraies pierres précieuses, et à les mettre au nombre des stalactites du schorl, d'autant que leur densité les en rapproche plus que d'aucun autre verre primitif (1).

Je présume, avec l'un de nos plus savants chimistes, M. Sage, que le rubis sur lequel on a fait à Florence des expériences au miroir ardent n'était qu'un rubis du Brésil, puisqu'il est entré en fusion, et s'est ramolli au point de recevoir à sa surface l'impression d'un cachet, et qu'en même temps sa substance fondue adhérait aux parois du creuset : cette fusibilité provient du schorl, qui constitue l'essence de toutes ces pierres du Brésil (2) ; je dis toutes ces pierres, parce que, indépendamment des émeraudes, saphirs, rubis, topazes, dont nous venons de parler, il se trouve encore au Brésil des pierres blanches transparentes qui sont de la même essence que les rouges, les jaunes, les bleues et les vertes.

(1) La pesanteur spécifique du schorl vert ou olivâtre est de 34529, et celle du rubis du Brésil, 35341.

(2) C'est aussi le sentiment d'un de nos meilleurs observateurs (M. Romé de Lisle, dont l'ouvrage vient de me tomber entre les mains). Les topazes brutes, dit-il, qui nous arrivent du Brésil, ne conservent ordinairement qu'une seule de leurs pyramides ; l'autre extrémité est ordinairement terminée par une surface plane rhomboïdale, qui est l'endroit de la cassure qui se fait aisément et transversalement. On y distingue facilement le tissu lamelleux de ces cristaux. La position de leurs lames est perpendiculaire à l'axe du prisme, et conséquemment dans une direction contraire aux stries de la surface, qui sont toujours parallèles à l'axe de ce même prisme. Souvent les deux pyramides manquent, mais c'est toujours par des ruptures accidentelles. L'extérieur de ces cristaux présente des cannelures parallèles à l'axe.

La topaze, le rubis, et le saphir du Brésil, ont beaucoup de rapport avec les schorls et les tourmalines par leur texture, leur cannelure, et par la variation dans les plans du prisme et des pyramides, qui rend souvent leur cristallisation indéterminée.

» La topaze du Brésil a rarement la belle couleur jonquille de la topaze d'Orient ; mais elle est souvent d'un jaune pâle, et même entièrement blanche.

» Celle dont la couleur très-foncée tire sur l'hyacinthe est la plus propre à se convertir par le feu en rubis du Brésil ; mais il y a aussi des rubis du Brésil naturels, souvent avec une légère teinte de jaune, que les Portugais appellent *topazes rouges*.

Les plus beaux sont d'un rouge clair, ou de la teinte que l'on désigne par le nom de *balais*. Ceux qu'on fait en exposant au feu la topaze du Brésil enfumée, sont d'un rouge violet plus ou moins foncé.

» Quant aux saphirs du Brésil, il s'en trouve depuis le bleu foncé de l'indigo jusqu'au blanc bleuâtre.

» Le tissu feuilleté de ces gemmes fait qu'on les taille aussi quelquefois de manière à produire cette réfraction de la lumière qui caractérise les pierres chatoyantes. De là le rubis chatoyant, le saphir œil-de-chat, et les chatoyantes jaunes, vertes, brunes, etc., du Brésil et autres lieux. (*Cristallographie*, M. Romé de Lisle, tome II, pages 234 et suivantes.)

TOPAZE DE SAXE.

La topaze de Saxe est encore, comme celle du Brésil, une pierre vitreuse que l'on doit rapporter au schorl, parce qu'elle est d'une densité beaucoup plus grande que la topaze de Bohême (1) et autres cristaux quartzeux avec lesquels il ne faut pas la confondre. La topaze de Saxe et celle du Brésil sont à très-peu près de la même pesanteur spécifique (2), et ne diffèrent que par la teinte de leur couleur jaune, qui est bien plus légère, plus nette et plus claire dans la topaze de Saxe; mais dans toutes deux la densité excède de plus d'un quart celle du cristal de roche et du cristal jaune ou topaze de Bohême: ainsi, par cette première propriété, on doit les rapporter au schorl, qui des cinq verres primitifs est le plus dense. D'ailleurs la topaze de Saxe se trouve, comme celle du Brésil, implantée dans les rochers vitreux; et toutes deux sont fusibles, comme les schorls, à un feu violent.

Les topazes de Saxe, quoique d'une couleur moins foncée que celles du Brésil, ont néanmoins différentes teintes de jaune. Les plus belles sont celles d'un jaune d'or pur, et qui ressemblent, par cette apparence, à la topaze orientale; mais elles en diffèrent beaucoup par la densité et par la dureté (3). D'ailleurs la lumière, en traversant ces topazes de Saxe, se divise et souffre une double réfraction, au lieu que cette réfraction est simple dans la vraie topaze, qui, étant et plus dense et plus pure, a aussi beaucoup plus d'éclat que ces topazes de Saxe, et dont le poli n'est jamais aussi vif ni la réfraction aussi forte que dans la topaze d'Orient.

La texture de la topaze de Saxe est lamelleuse: cette pierre est composée de lames très-minces et très-serrées; sa forme de cristallisation est différente de celle du cristal de roche, et se rapproche de celle des schorls: ainsi tout nous démontre que cette pierre ne doit point être confondue avec la topaze de Bohême et les autres cristaux quartzeux plus ou moins colorés de jaune.

Et comme la densité de cette topaze de Saxe est à très-peu près la même que la densité de la topaze du Brésil, on pourrait croire qu'en faisant chauffer avec précaution cette topaze de Saxe, elle prendrait, comme la topaze du Brésil, une couleur rougeâtre de rubis-balais; mais l'expérience a démenti cette présomption: la topaze de Saxe perd sa couleur au feu, et devient tout à fait blanche; ce qui vient sans doute de ce qu'elle n'est teinte que d'un jaune très-léger en comparaison du jaune foncé et rougeâtre de la topaze du Brésil.

(1) La pesanteur spécifique de la topaze de Saxe est de 35640, tandis que celle de la topaze de Bohême n'est que de 26541.

(2) La pesanteur spécifique de la topaze du Brésil est de 35365.

(3) La pesanteur spécifique de la topaze orientale est de 40106, tandis que celle de la topaze de Saxe n'est que de 35640.

GRENAT

Quoique la pesanteur spécifique du grenat excède celle du diamant, et soit à peu près la même que celle du rubis et de la topaze d'Orient (1), on ne doit cependant pas le mettre au rang de ces pierres précieuses; s'il leur ressemble par la densité, il en diffère par la dureté, par l'éclat et par d'autres propriétés encore plus essentielles. D'ailleurs l'origine, la formation et la composition des grenats sont très-différentes de celles des vraies pierres précieuses, la substance de celles-ci est homogène et pure; elles n'ont qu'une simple réfraction, au lieu que la substance du grenat est impure, composée de parties métalliques et vitreuses, dont le mélange se manifeste par la double réfraction et par une densité plus grande que celle des cristaux et même des diamants. Le grenat n'est réellement qu'une pierre vitreuse mêlée de métal; c'est du schorl et du fer, sa couleur rouge et sa fusibilité le démontrent: il faut, à la vérité, un feu violent pour le fondre. M. Pott est le premier qui l'ait fondu sans intermède et sans addition: il se réduit en un émail brun et noirâtre.

Le grenat a d'ailleurs beaucoup de propriétés communes avec les schorls de seconde formation; il ressemble par sa composition aux émeraudes et saphirs du Brésil; il est, comme le schorl, fusible sans addition; le grenat et la plupart des schorls de seconde formation sont mêlés de fer, et tous les grenats en contiennent une plus grande quantité que les schorls: plusieurs même agissent sur l'aiguille aimantée: ce fer contenu dans les grenats est donc dans son état métallique, comme le sable ferrugineux qui a conservé son magnétisme, et l'on ne peut douter que leur grande pesanteur ne provienne et ne dépende de la quantité considérable de fer qui est entrée dans la composition de leur substance. Les différentes nuances de leur couleur plus ou moins rouge, et de leur opacité plus ou moins grande, en dépendent aussi, car leur transparence est d'autant plus grande qu'ils contiennent moins de fer, et que les particules de ce métal sont plus atténuées: le grenat syrien, qui est le plus transparent de tous, est en même temps le moins pesant, et néanmoins la quantité de fer qu'il contient est encore assez grande pour qu'il agisse sur l'aiguille aimantée.

Les grenats ont tant de rapports avec les schorls, qu'ils paraissent avoir été produits ensemble et dans les mêmes lieux; car on y trouve également des masses de schorls parsemées de grenat, et des masses de grenat parsemées de schorls: leur origine et leur formation paraissent être contemporaines et analogues; ils se trouvent dans les fentes des rochers graniteux, schisteux, micacés et ferrugineux, en sorte

(1) Pesanteur spécifique du grenat, 41888; du grenat syrien, 40000; du rubis d'Orient, 42838; de la topaze d'Orient, 40106. (Table de M. Brisson.)

que le grenat pourrait être mis au nombre des vrais schorls s'il ne contenait pas une plus grande quantité de fer qui augmente sa densité de plus d'un sixième; car la pesanteur spécifique du schorl vert, le plus pesant de tous les schorls, n'est que de 34529, tandis que celle du grenat syrien, le moins pesant et le plus pur des grenats est de 40000. Les grenats les plus opaques contiennent jusqu'à vingt-cinq et trente livres de fer par quintal, et les plus transparentes en contiennent huit ou dix, c'est-à-dire toujours plus que les schorls les plus pesants : cependant, il y a des grenats, qui ne sont que très-peu ou point sensibles à l'action de l'aimant ; ce qui prouve que le fer dont ils sont mélangés était réduit en rouille, et avait perdu son magnétisme lorsqu'il est entré dans leur composition.

Ainsi, le fer donne non-seulement la couleur, mais la pesanteur aux grenats; on pourrait donc les regarder comme des stalactites de ce métal, et nous ne les rapportons ici à celles du schorl qu'à cause des autres propriétés qui leur sont communes, et des circonstances de leur formation qui semblent être les mêmes. La forme des grenats varie presque autant que celle des schorls de deuxième formation ; leur substance vitreuse est toujours mêlée d'une certaine quantité de particules ferrugineuses, et les unes et les autres sont attirables à l'aimant, lorsque ces particules de fer sont dans leur état de magnétisme.

Les grenats, comme les schorls de seconde formation, se présentent quelquefois en assez gros groupes, mais plus souvent en cristaux isolés et logés dans les fentes et cavités des rochers vitreux, dans les schistes micacés, et dans les autres concrétions du quartz, du feldspath et du mica; et comme ils sont disséminés en grand nombre dans les premières couches de la terre, on les retrouve dans les laves et dans les déjections volcaniques. La chaleur de la lave en fusion change leur couleur de rouge en blanc, mais n'est pas assez forte pour les fondre ; ils y conservent leur forme, et perdent seulement avec leur couleur une grande partie de leur poids (1) : ils sont aussi bien plus réfractaires au feu. La grande chaleur qu'ils éprouvent lorsqu'ils sont saisis par la lave en fusion suffit pour brûler le fer qu'ils contenaient et réduire par conséquent leur densité à celle des autres matières vitreuses : car on ne peut douter que le fond de la substance du grenat ne soit vitreux ; il étincelle sous le briquet, il résiste aux acides, il a la cassure vitreuse, il est aussi dur que le cristal ; et s'il n'était pas chargé de fer, il aurait toutes les qualités de nos verres primitifs.

Si le fer n'entraît qu'en vapeurs dans les grenats pour leur donner la couleur, leur pesanteur spécifique n'en serait que très-peu ou point augmentée : le fer y réside donc en parties massives, et c'est de ce mélange que provient cette grande densité. En les exposant à un feu violent et longtemps soutenu, le fer se brûle et se dissipe, la couleur rouge disparaît ; et lorsqu'on leur fait subir une plus longue et plus violente action du feu, ils se fondent et se convertissent en une sorte d'émail (2).

(1) La pesanteur spécifique du grenat volcanisé n'est que de 24684, au lieu que celle du grenat ordinaire est de 41888. (Table de M. Brisson.)

(2) Ce n'est en effet qu'à un feu libre et très-violent ou très-longtemps soutenu que le grenat perd sa couleur;



Le Vautour Royal. Le Vautour fauve.

Quoique les lapidaires distinguent les grenats en orientaux et occidentaux, il n'en est pas moins vrai que dans tout pays, ils sont de même nature, et que cette distinction ne porte que sur sa différence d'éclat et de dureté. Les grenats les plus purs et les plus transparents, lorsqu'ils sont polis, sont plus brillants et plus durs, et ont par conséquent plus d'éclat et de jeu que les autres, et ce sont ceux que les lapidaires appellent *grenats orientaux* : mais il s'en trouve de pareils dans les régions de l'occident comme dans celles de l'orient; les grenats de Bohême en particulier sont même souvent plus purs, plus transparents et moins défectueux que ceux qu'on apporte des Indes orientales. Il faut néanmoins en excepter le grenat dont le rouge est teint de violet, qui nous vient de l'Orient, et se trouve particulièrement à Surian, dans le royaume de Pégu, et auquel on a donné le nom de *grenat syrien* (1) ; mais ces grenats les plus transparents et les plus purs ne le sont cependant pas plus que le cristal, et ils ont, de même que toutes les autres pierres vitreuses, une double réfraction.

Quoique dans tous les grenats, le fond de la couleur soit rouge, il s'en trouve, comme l'on voit, d'un rouge pourpré ; d'autres sont mêlés de jaune et ressemblent aux hyacinthes : ils viennent aussi des Indes orientales (2). Ces grenats teints de violet ou de jaune sont les plus estimés, parce qu'ils sont bien plus rares que les autres, dont le rouge plus clair ou plus foncé est la seule couleur. Les grenats d'Espagne sont communément d'un rouge semblable à celui des pepins de la grenade bien mûrs, et c'est peut-être de cette ressemblance de couleur qu'on a tiré le nom de *grenat*. Ceux de Bohême sont d'un rouge plus intense (3) : et il y en a aussi de

car on peut émailler sur cette pierre sans qu'elle se décolore et sans qu'elle perde son poli ; et je me suis assuré qu'il fallait un feu violent pour diminuer la densité du grenat et brûler le fer qu'il contient. J'ai prié M. Foureroy, l'un de nos plus habiles chimistes, d'en faire l'expérience. Il a exposé, dans une coupelle pesant trois gros vingt-cinq grains, douze grains de grenat en poudre. Après trois heures d'un feu très-fort, pendant lequel on n'a aperçu ni vapeur, ni flamme, ni décrépitation, ni fusion sensible dans la matière, le grenat a commencé à se ramollir et à se boursouffler légèrement. Le feu ayant été continué pendant huit heures en tout, le grenat n'a pas éprouvé une fusion plus forte, et il est resté constamment dans l'état de ramollissement déjà indiqué. L'appareil refroidi a présenté une matière rougeâtre, agglutinée, adhérente à la coupelle.

(1) Il paraît que le mot *syrien* vient de *Surian*, ville capitale du royaume de Pégu. — Les Italiens ont donné à ces grenats le nom de *rubini di rocca*, et cette dénomination n'est pas mal appliquée, parce que les grenats se trouvent en effet dans les roches vitreuses, tandis que les rubis tirent leur origine de la terre limonneuse et se trouvent isolés dans les terres et les sables.

(2) Le grenat syrien est d'un rouge plus ou moins pourpré, ou chargé de violet, et cette couleur n'est jamais claire. Il y en a de presque violets, mais ils sont rares, et n'ont guère cette couleur que lorsque la pierre a un certain volume.

Quoique le grenat syrien soit assez commun, on en rencontre difficilement de fort gros, purs et parfaits ; en général, la couleur en est rarement franche et décidée ; elle est très-souvent sourde et enfumée.

C'est le grenat syrien, lorsqu'il est vif et bien pourpré, que les fripons et les ignorants font quelquefois passer pour améthyste orientale ; ce qui fait croire à des gens peu instruits que cette dernière n'est pas si rare qu'on le dit. (*Note communiquée par M. Hoppé*.)

(3) Le grenat de Bohême (appelé *vermeil* en France) est d'un rouge-ponceau foncé, mais pur et velouté. La grande intensité de sa couleur ne permet pas de le tailler à facettes dessus et dessous, comme les autres pierres, car il paraîtrait presque noir ; mais on le cabochonne en dessus et on le chève en dessous ; cette opération l'amincit assez pour qu'on puisse jouir de sa riche et superbe couleur, et lui donne un jeu grand et large qui enchante l'œil d'un amateur.

Un grenat de Bohême parfait, d'une certaine grandeur, est une chose extraordinairement rare ; rien de plus commun en très-petit volume.

Les défauts ordinaires des grenats de Bohême sont d'être remplis de points noirs et de petites bulles d'air,

verdâtres, de bruns et de noirâtres (1) : ces derniers sont les plus opaques et les plus pesants, parce qu'ils contiennent plus de fer que les autres.

La pierre à laquelle les anciens ont donné le nom de *carbunculus*, que nous avons traduit par le mot *escarboucle*, est vraisemblablement un grenat d'un beau rouge et d'une belle transparence; car cette pierre brille d'un feu très-vif, lorsqu'on l'expose aux rayons du soleil; elle conserve même assez de temps la lumière dont elle s'imbibé, pour briller ensuite dans l'obscurité et luire encore pendant la nuit (2). Cependant le diamant et les autres pierres précieuses jouissent plus ou moins de cette même propriété de conserver pendant quelque temps la lumière du soleil, et même celle du jour, qui les pénètre et s'y fixe pour quelques heures : mais le mot latin *carbunculus* indique une substance couleur de feu, on ne peut l'appliquer qu'au rubis ou au grenat; et les rubis étant plus rares et en bien plus petit volume que les grenats, nous nous croyons bien fondé à croire que l'escarboucle des anciens était un vrai grenat d'un grand volume, et tel qu'ils ont décrit leur *carbunculus*.

La grandeur des grenats varie presque autant que celle des cristaux de roche : il y en a de si petits, qu'on ne peut les distinguer qu'à la loupe, et d'autres ont plusieurs pouces et jusqu'à un pied de diamètre; ils se trouvent également dans les fentes des rochers vitreux, les petits en cristallisation régulière, et les plus gros en forme indéterminée ou bien en cristallisation confuse. En général, ils n'affectent spécialement aucune forme particulière : les uns sont rhomboïdaux; d'autres sont octaèdres, dodécaèdres; d'autres ont quatorze, vingt-quatre et trente-six faces : ainsi la forme de cristallisation ne peut servir à les faire reconnaître et distinguer des autres cristaux.

Il y a des grenats si transparents et d'une si belle couleur, qu'on les prendrait pour des rubis : mais sans être connaisseur on pourra toujours les distinguer aisément; le grenat n'est pas si dur à beaucoup près, on peut l'entamer avec la lime, et d'ailleurs il a, comme toutes les autres pierres vitreuses, une double réfraction; tandis que le rubis et les vraies pierres précieuses, dont la substance est homogène, n'ont qu'une seule réfraction beaucoup plus forte que celle du grenat.

comme une composition; ces petites bulles d'air se rencontrent encore dans d'autres grenats, surtout dans ceux où il entre du jaune.

Ce que l'on appelle *grenat de Bohême* en France est une pierre très-différente de celle dont on vient de parler; elle plus claire et d'un rouge vinaigre ou lie de vin, légèrement bleuâtre et très-rarement agréable. (*Note communiquée par M. Hoppé.*)

(1) Le grenat varie par sa couleur : quelquefois il est du plus beau rouge tirant sur le pourpre, c'est le vrai grenat; d'autres fois il est d'un rouge jaunâtre et tire sur l'hyacinthe : ceux de Bohême sont d'un rouge très-foncé. On en trouve en Saxe et dans le Tyrol qui sont verdâtres, peu ou point transparents, souvent même entièrement opaques. Leur gangue ordinaire est le quartz ou le feldspath, et surtout le mica; j'en ai vu d'une grosseur extraordinaire, d'un rouge foncé, qui étaient ainsi recouverts de mica. (*Note communiquée par M. Hoppé.*)

(2) Je ne sais cependant si l'on doit accorder une entière confiance à ce que je vais rapporter ici. « Dans une des salles du roi de la Chine, il y a une infinité de pierreries sans prix, et un siège ou trône précieux où le roi s'assied en majesté. Il est fait d'un beau marbre dans lequel il y a tant d'escarboucles et d'autres pierreries des plus rares, ouvragées et enchâssées, que durant la plus obscure nuit elles éclairent autant la salle que s'il y avait un grand nombre de chandelles allumées. » (*Recueil des Voyages qui ont servi à l'établissement de la compagnie des Indes; Amsterdam. 1702; tom. III, page 440.*)

Et ce qui prouve encore que le grenat est de la même nature que les autres pierres vitreuses, c'est qu'il se décompose de même par l'action des éléments humides.

On trouve des grenats dans presque toutes les parties du monde. Nous connaissons en Europe ceux de Bohême, de Silésie, de Misnie, de Hongrie, de Styrie ; il s'en trouve aussi dans le Tyrol, en Suisse, en Espagne, en Italie et en France, surtout dans les terrains volcanisés : ceux de Bohême sont les plus purs, les plus transparents et les mieux colorés. Quelques voyageurs assurent en avoir trouvé de très-beaux en Groenland et dans la Laponie.

En Asie, les provinces de Pégu, de Camboye, de Calicut, de Cananor, sont abondantes en grenat ; il s'en trouve aussi à Golconde et au Thibet.

Les anciens ont parlé des grenats d'Éthiopie, et l'on connaît aujourd'hui ceux de Madagascar ; il doit s'en trouver dans plusieurs autres contrées de l'Afrique : au reste, ces grenats apportés de Madagascar sont de la même nature que ceux de Bohême.

Enfin, quoique les voyageurs ne fassent pas mention des grenats d'Amérique, on ne peut guère douter qu'il n'y en ait dans plusieurs régions de ce vaste continent, comme il s'en trouve dans toutes les autres parties du monde.

HYACINTHE.

Après le grenat se présente l'hyacinthe, qui approche de sa nature, et qu'on doit aussi regarder comme un produit du schorl mêlé de substances métalliques. L'hyacinthe se trouve dans les mêmes lieux que le grenat, elle donne de même une double réfraction ; ces deux pierres cristallisées se rencontrent souvent ensemble dans les mêmes masses de rocher : on doit donc la rapporter aux cristaux vitreux, et c'est après le grenat la pierre vitreuse la plus dense (1). Sa couleur n'est pas franche, elle est d'un rouge plus ou moins mêlé de jaune : celles dont cette couleur orangée approche le plus du rouge sont les plus rares et les plus estimées : toutes perdent leur couleur au feu et y deviennent blanches, sans néanmoins perdre leur transparence, et elles exigent pour se fondre un plus grand degré de feu que le grenat. On voit des hyacinthes en très-grande quantité dans les masses de roches vitreuses et autres matières rejetées par le Vésuve, et ces pierres se trouvent non-seulement en Italie dans les terrains volcanisés, mais aussi en Allemagne, en Pologne, en Espagne, en France, et particulièrement dans le Vivarais et l'Auvergne : il y en a de toutes les teintes, de rouge mêlé de jaune, ou de jaune mêlé de brun ; il y en a

(1) La pesanteur spécifique de l'hyacinthe est de 36873, et celle du grenat syrien de 40000.

même de blanches qu'on connaît sous le nom de *jargons*. Il s'en trouve aussi d'un jaune assez rouge pour qu'on s'y trompe en les prenant pour des grenats; mais la plupart sont d'un jaune enfumé, et même brunes ou noirâtres. Elles se trouvent quelquefois en groupes, et souvent en cristaux isolés; mais les unes et les autres ont été détachées du rocher où elles ont pris naissance comme les autres cristaux vitreux. M. Romé de Lisle dit avec raison, que « l'on donne quelquefois le nom d'*hyacinthes orientales* à des rubis d'Orient de couleur orangée, ou à des jargons de Ceylan dont la teinte jaune est mêlée de rouge, de même qu'on donne aussi quelquefois aux topazes orangées du Brésil le nom d'*hyacinthes occidentales* ou de *Portugal*; mais l'hyacinthe vraie ou proprement dite est une pierre qui diffère de toutes les précédentes, moins par sa couleur, qui est très-variable, que par sa forme, sa dureté et sa gravité spécifique. »

Et en effet, quoiqu'il n'y ait, à vrai dire, qu'une seule et même essence dans les pierres précieuses, et que communément elles soient teintées de rouge, de jaune ou de bleu, ce qui nous les fait distinguer par les noms de *rubis*, *topazes* et *saphirs*, on ne peut guère douter qu'il ne se trouve aussi dans les climats chauds des pierres de même essence, teintées de jaune mêlé d'un peu de rouge, auxquelles on aura donné le nom d'*hyacinthes orientales*; d'autres teintées de violet, et même d'autres de vert, qu'on aura de même dénommées *améthystes* et *émeraudes orientales*; mais ces pierres précieuses, de quelque couleur qu'elles soient, seront toujours très-aisées à distinguer de toutes les autres par leur dureté, leur densité, et surtout par l'homogénéité de leur substance, qui n'admet qu'une seule réfraction, tandis que toutes les pierres vitreuses dont nous venons de faire l'énumération sont moins dures, moins denses, et en même temps sujettes à la double réfraction.

TOURMALINE (1).

Cette pierre était peu connue avant la publication d'une lettre que M. le duc de Noya-Caraffa m'a fait l'honneur de m'écrire de Naples, et qu'il a fait ensuite imprimer à Paris en 1759. Il expose dans cette lettre les observations et les expériences qu'il a faites sur deux de ces pierres qu'il avait reçues de Ceylan : leur principale propriété est de devenir électriques sans frottement et par la simple chaleur (2); cette électricité que le feu leur communique se manifeste par attrac-

(1) *Tourmaline* ou *tire-cendre*. Cette pierre est ainsi dénommée parce qu'elle a la propriété d'attirer les cendres et autres corps légers sans être frottée, mais seulement chauffée. Sa forme est la même que celle de certains schorls, tels que les péridots et les émeraudes du Brésil : elle ne diffère en effet des schorls que par son électricité, qui est plus forte et plus constante que dans toutes les autres pierres de ce même genre.

(2) Pline parle (liv. XXXVII, n° 29) d'une pierre violette ou brune (*ionia*) qui, échauffée par le frottement entre

tion sur l'une des faces de cette pierre, et par répulsion sur la face opposée, comme dans les corps électriques par le frottement, dont l'électricité s'exerce en plus et en moins, et agit positivement et négativement sur différentes faces. Mais cette faculté de devenir électrique sans frottement et par la simple chaleur, qu'on a regardée comme une propriété singulière et même unique, parce qu'elle n'a été distinctement observée que sur la tourmaline, doit se trouver plus ou moins dans toutes les pierres qui ont la même origine; et d'ailleurs la chaleur ne produit-elle pas un frottement extérieur et même intérieur dans les corps qu'elle pénètre, et réciproquement toute friction ne produit-elle pas de la chaleur ? Il n'y a donc rien de merveilleux ni de surprenant dans cette communication de l'électricité par l'action du feu.

Toutes les pierres transparentes sont susceptibles de devenir électriques; elles perdent leur électricité avec leur transparence, et la tourmaline elle-même subit le même changement, et perd aussi son électricité lorsqu'elle est trop chauffée.

Comme la tourmaline est de la même essence que les schorls, je suis persuadé qu'en faisant chauffer divers schorls, il s'en trouvera qui s'électrifieront par ce moyen. Il faut un assez grand degré de chaleur pour que la tourmaline reçoive toute la force électrique qu'elle peut comporter, et l'on ne risque rien en la tenant pour quelques instants sur les charbons ardents; mais lorsqu'on lui donne un feu trop violent, elle se fond comme le schorl, auquel elle ressemble aussi par sa forme de cristallisation. Enfin elle est de même densité et d'une égale dureté (1). L'on ne peut guère douter, d'après tous ces caractères communs, qu'elle ne soit un produit de ce verre primitif. M. le docteur Demeste le présumait avec raison, et je crois qu'il est le premier qui ait rangé cette pierre parmi les schorls.

Toutes les tourmalines sont à demi transparentes; les jaunes et les rougeâtres le sont plus que les brunes et les noires: toutes reçoivent un assez beau poli. Leur substance, leur cassure vitreuse et leur texture lamelleuse comme celle du schorl, achèvent de prouver qu'elles sont de la nature de ce verre primitif.

L'île de Ceylan, d'où sont venues les premières tourmalines, n'est pas la seule région qui les produise: on en a trouvé au Brésil et même en Europe, particulièrement dans le comté de Tyrol; les tourmalines du Brésil sont communément vertes ou bleuâtres. M. Gerhard, leur ayant fait subir différentes épreuves, a reconnu qu'elles résistaient, comme les autres tourmalines, à l'action de tous les acides, et qu'elles conservaient la vertu électrique après la calcination par le feu: en quoi, dit-il, cette pierre diffère des autres tourmalines qui perdent leur électricité par l'action du feu. Mais je ne puis être de l'avis de cet habile chimiste sur l'origine des tourmalines, qu'il range avec les basaltes, et qu'il regarde comme des produits volcaniques; cette idée n'est fondée que sur quelques ressemblances accidentelles

les doigts, ou simplement chauffée aux rayons du soleil, acquiert la propriété d'attirer les corps légers. N'est-ce point là la tourmaline?

(1) La pesanteur spécifique de la tourmaline de Ceylan est de 30541; celle de la tourmaline du Brésil, de 30863; et celle du schorl cristallisé, de 30926.

entre ces pierres et les basaltes : mais leur essence et leur formation sont très-différentes, et toutes les propriétés de ces pierres nous démontrent qu'elles proviennent du schorl, ou qu'elles sont elles-mêmes des schorls.

Il paraît que M. Wilkes est le premier qui ait découvert des tourmalines dans les montagnes du Tyrol. M. Muller nous en a donné, peu de temps après, une description particulière : ces tourmalines du Tyrol paraissent être de vrais schorls, tant par leur pesanteur spécifique et leur fusibilité que par leur forme de cristallisation ; elles acquièrent la vertu électrique sans frottement et par la simple chaleur ; elles ressemblent en tout à la tourmaline de Ceylan, et diffèrent, selon M. Muller, de celle du Brésil ; il dit « qu'on doit rapporter à la classe des zéolithes les tourmalines du Tyrol comme celles de Ceylan, et que la tourmaline du Brésil semble approcher du genre des schorls, parce qu'étant mise en fusion à l'aide du chalumeau, cette tourmaline du Brésil ne produit pas les mêmes effets que celle du Tyrol, qui d'ailleurs est de couleur enfumée comme la vraie tourmaline, au lieu que celle du Brésil n'est pas de la même couleur. » Mais le traducteur de cette lettre de M. Muller observe, avec raison, qu'il y a des schorls électriques qui ne jettent pas, comme la tourmaline, un éclat phosphorique lorsqu'ils entrent en fusion : il me paraît donc que ces différences indiquées par M. Muller ne suffisent pas pour séparer la tourmaline du Brésil des deux autres, et que toutes trois doivent être regardés comme des produits de différents schorls, qui peuvent varier et varient en effet beaucoup par les couleurs, la densité, la fusibilité, ainsi que par la forme de cristallisation.

Et ce qui démontre encore que ces tourmalines ont plus de rapport avec les schorls cristallisés en prismes qu'avec les zéolithes, c'est que M. Muller ne dit pas avoir trouvé des zéolithes dans le lieu d'où il a tiré ses tourmalines, et que M. Jaskevitch y a trouvé du schorl vert.

PIERRES-DE-CROIX.

On observe, dans quelques-uns des faisceaux ou groupes cristallisés des schorls, une disposition dans leurs aiguilles à se barrer et se croiser les unes les autres en tous sens, en toutes directions et sous toutes sortes d'angles. Cette disposition a son plein effet dans la *Pierre-de-croix*, qui n'est qu'un groupe formé de deux ou quatre colonnes de schorl, opposées et croisées les unes sur les autres. Mais ici, comme dans toute autre forme, la nature n'est point asservie à la régularité géométrique ; les axes des branches croisées de cette pierre-de-croix ne se répondent presque jamais exactement ; ses angles sont quelquefois droits, mais plus souvent obliques ; il y a même plusieurs de ces pierres en losange, en croix de Saint-André.

Ainsi cette forme ou disposition des colonnes dont cette cristallisation du schorl est composée, n'est point un phénomène particulier, mais rentre dans le fait général de l'incidence oblique ou directe des rayons du schorl les uns sur les autres. Les prismes dont les branches de la pierre-de-croix sont formées, sont quadrangulaires, rhomboïdaux, et souvent deux de leurs bords sont tronqués. On trouve communément ces pierres dans le schiste micacé, et la plupart paraissent incrustées de mica : peut-être même ce mica est-il entré dans leur composition, et en a-t-il déterminé la forme; car cette pierre-de-croix est certainement un schorl de formation secondaire.

Mais il ne faut pas confondre ce schorl de pierre-de-croix avec la *macle*, à laquelle on a donné quelquefois ce même nom, et que plusieurs naturalistes regardent comme un schorl, car nous croyons qu'elle appartient plutôt aux pétrifications des corps organisés.

STALACTITES VITREUSES NON CRISTALLISÉES.

Les cinq verres primitifs sont les matières premières desquelles seules toutes les substances vitreuses tirent leur origine; et de ces cinq verres de nature il y en a trois, le quartz, le feldspath et le schorl, dont les extraits sont transparents et se présentent en formes cristallisées : les deux autres, savoir, le mica et le jaspé, ne produisent que des conerétions plus ou moins opaques; et même lorsque les extraits du quartz, du feldspath et du schorl se trouvent mêlés à ceux du jaspé et du mica, ils perdent plus ou moins de leur transparence, et souvent ils prennent une entière opacité. Le même effet arrive lorsque les extraits transparents de ces premiers verres se trouvent mêlés de matières métalliques, qui, par leur essence, sont opaques : les stalactites transparentes du quartz, du feldspath et du schorl, peuvent donc devenir plus ou moins obscures et tout à fait opaques, suivant la grande ou petite quantité de matières étrangères qui s'y seront mêlées; et comme les combinaisons de ces mélanges hétérogènes sont en nombre infini, nous ne pouvons saisir, dans cette immense variété, que les principales différences de leurs résultats, et en présenter ici les degrés les plus apparents entre lesquels on pourra supposer toutes les nuances intermédiaires et successives.

En examinant les matières pierreuses sous ce point de vue, nous remarquerons d'abord que leurs extraits peuvent se produire de deux manières différentes : la première, par une exsudation lente des parties atténuées au point de la dissolution; et la seconde, par une stillation abondante et plus prompte de leurs parties moins atténuées et non dissoutes : toutes se rapprochent, se réunissent, et prennent de la solidité à mesure que leur humidité s'évapore. Mais on doit encore ob-

server que toutes ces particules pierreuses peuvent se déposer dans des espaces vides, ou dans des cavités remplies d'eau : si l'espace est vide, le suc pierreux n'y formera que des incrustations ou concrétions en couches horizontales ou inclinées, suivant les plans sur lesquels il se dépose; mais lorsque ce suc tombe dans des cavités remplies d'eau, où les molécules qu'il tient en dissolution peuvent se soutenir et nager en liberté, elles forment alors des cristallisations qui, quoique de la même essence, sont plus transparentes et plus pures que les matières dont elles sont extraites.

Toutes les pierres vitreuses que nous avons ci-devant indiquées doivent être regardées comme des stalactites cristallisées du quartz, du feldspath et du schorl purs, ou seulement mêlés les uns avec les autres, souvent teints de couleurs métalliques : ces stalactites sont toujours transparentes lorsque les sucs vitreux ont toute leur pureté; mais pour peu qu'il y ait mélange de matière étrangère, elles perdent en même temps partie de leur transparence et partie de leur tendance à se cristalliser, en sorte que la nature passe par degrés insensibles de la cristallisation distincte à la concretion confuse, ainsi que de la parfaite diaphanéité à la demi-transparence et à la pleine opacité. Il y a donc une gradation marquée dans la succession de toutes ces nuances, et bien prononcée dans les termes extrêmes : les stalactites transparentes sont presque toutes cristallisées, et au contraire la plupart des stalactites opaques n'ont aucune forme de cristallisation; et l'on en trouve la raison dans la loi générale de la cristallisation, combinée avec les effets particuliers des différents mélanges qui la font varier; car la forme de toute cristallisation est le produit d'une attraction régulière et uniforme entre des molécules homogènes et similaires; et ce qui produit l'opacité dans les extraits des sucs pierreux n'est que le mélange de quelque substance hétérogène, et spécialement de la matière métallique, non simplement étendue en teinture comme dans les pierres transparentes et colorées, mais incorporée et mêlée en substance massive avec la matière pierreuse : or la puissance attractive de ces molécules métalliques suit une autre loi que celle sous laquelle les molécules pierreuses s'attirent et tendent à se joindre; il ne peut donc résulter de ce mélange qu'une attraction confuse dont les tendances diverses se font réciproquement obstacle, et ne permettent pas aux molécules de prendre entre elles aucune ordonnance régulière; et il en est de même du mélange des autres matières minérales ou terreuses, trop hétérogènes pour que les rapports d'attraction puissent être les mêmes, ou se combiner ensemble dans la même direction, sans se croiser et nuire à l'effet général de la cristallisation et de la transparence.

Afin que la cristallisation s'opère, il faut donc qu'il y ait assez d'homogénéité entre les molécules pour qu'elles concourent à s'unir sous une loi d'affinité commune, et en même temps on doit leur supposer assez de liberté pour qu'obéissant à cette loi elles puissent se chercher, se réunir et se disposer entre elles dans le rapport combiné de leur figure propre avec leur puissance attractive : or, pour que les molécules aient cette pleine liberté, il leur faut non-seulement l'espace, le temps

et le repos nécessaires, mais il leur faut encore le secours ou plutôt le soutien d'un véhicule fluide dans lequel elles puissent se mouvoir sans trop de résistance, et exercer avec facilité leurs forces d'attraction réciproques : tous les liquides, et même l'air et le feu, comme fluides, peuvent servir de soutien aux molécules de la matière atténuée au point de la dissolution. Le feu primitif fut le fluide dans lequel s'opéra la cristallisation du feldspath et du schorl ; la cristallisation des régules métalliques s'opère de même à nos feux, par le rapprochement libre des molécules du métal en fusion par le fluide igné. De semblables effets doivent se produire dans le sein des volcans ; mais ces cristallisations produites par le feu sont en très-petit nombre en comparaison de celles qui sont formées par l'intermède de l'eau : c'est en effet cet élément qui, dans l'état actuel de la nature, est le grand instrument et le véhicule propre de la plupart des cristallisations. Ce n'est pas que l'air et les vapeurs aqueuses ne soient aussi, pour les substances susceptibles de sublimation, des véhicules également propres, et des fluides très-libres où leur cristallisation peut s'opérer avec toute facilité ; et il paraît qu'il se fait réellement ainsi un grand nombre de cristallisations des minéraux renfermés et sublimés dans les cavités de la terre : mais l'eau en produit infiniment plus encore, et même l'on peut assurer que cet élément seul forme actuellement presque toutes les cristallisations des substances pierreuses, vitreuses ou calcaires.

Mais une seconde circonstance essentielle, à laquelle il paraît qu'on n'a pas fait attention, c'est qu'aucune cristallisation ne peut se faire que dans un bain fluide toujours égal et constamment tranquille, dans lequel les molécules dissoutes nagent en liberté ; et pour que l'eau puisse former ce bain, il est nécessaire qu'elle soit contenue en assez grande quantité et en repos dans des cavités qui en soient entièrement ou presque entièrement remplies. Cette circonstance d'une quantité d'eau qui puisse faire un bain est si nécessaire à la cristallisation, qu'il ne serait pas possible, sans cela, d'avoir une idée nette des effets généraux et particuliers de cette opération de la nature : car la cristallisation, comme on vient de le voir, dépend en général de l'accession pleinement libre des molécules les unes vers les autres, et de leurs transports dans un équilibre assez parfait pour qu'elles puissent s'ordonner sous la loi de leur puissance attractive ; ce qui ne peut s'opérer que dans un fluide abondant et tranquille : et de même il ne serait pas possible de rendre raison de certains effets particuliers de la cristallisation, tels, par exemple, que le jet en tous sens des aiguilles dans un groupe de cristal de roche, sans supposer un bain ou masse d'eau dans laquelle puisse se former ce jet de cristallisation en tous sens ; car si l'eau tombe de la voûte, ou coule le long des parois d'une cavité vide, elle ne produira que des concrétions ou *gubers* nécessairement étendus et dirigés dans le seul sens de l'écoulement de l'eau, qui se fait toujours de haut en bas. Ainsi cet effet particulier du jet des cristaux en tous sens, aussi bien que l'effet général et combiné de la réunion des molécules qui forment la cristallisation, ne peuvent donc avoir lieu que dans un volume d'eau qui remplisse presque entièrement pendant un long temps la capacité du lieu où se produisent les cristaux. Les

anciens avaient remarqué, avant nous, que les grandes mines de cristal ne se trouvent que vers les hauts sommets des montagnes, près des neiges et des glaces, dont la fonte, qui se fait continuellement en dessous par la chaleur propre de la terre, entretient un perpétuel écoulement dans les fentes et les cavités des rochers; et on trouve même encore aujourd'hui, en ouvrant ces cavités auxquelles on donne le nom de *crystallières*, des restes de l'eau dans laquelle s'est opérée la cristallisation : ce travail n'a cessé que quand cette eau s'est écoulée, et que les cavités sont demeurées vides.

Les spaths cristallisés dans les fentes et cavités des banes calcaires se sont formés de la même manière que les cristaux dans les rochers vitreux : la figuration de ces spaths en rhombes, leur position en tous sens, ainsi que le mécanisme par lequel leurs lames se sont successivement appliquées les unes aux autres, n'exigent pas moins la fluctuation libre des molécules calcaires dans un fluide qui leur permette de s'appliquer dans tous les sens, suivant les lois de leur attraction respective. Ainsi toute cristallisation, soit dans les matières vitreuses, soit dans les substances calcaires, suppose nécessairement un fluide ambiant et tranquille, dans lequel les molécules dissoutes soient soutenues et puissent se rapprocher en liberté.

Dans les lieux vides, au contraire, où les eaux stillantes tombent goutte à goutte des parois et des voûtes, les sucs vitreux et calcaires ne forment ni cristaux ni spaths réguliers, mais seulement des concrétions ou congélations, lesquelles n'offrent qu'une ébauche et des rudiments de cristallisation : la forme de ces congélations est en général arrondie, tubulée, et ne présente ni faces planes ni angles réguliers, parce que, les particules dont elles sont composées ne nageant pas librement dans le fluide qui les charrie, elles n'ont pu dès lors se joindre uniformément, et n'ont produit que des agrégats confus sous mille formes indéterminées.

Après cet exposé, que j'ai cru nécessaire pour donner une idée nette de la manière dont s'opère la cristallisation et faire sentir en même temps la différence essentielle qui se trouve entre la formation des concrétions et des cristallisations, nous concevrons aisément pourquoi la plupart des stalactites dont nous allons donner la description ne sont pas des cristallisations, mais des concrétions demi-transparentes ou opaques, qui tirent également leur origine du quartz, du feldspath et du schorl.

AGATES.

Parmi les pierres demi transparentes, les agates, les cornalines et les sardoines tiennent le premier rang; ce sont, comme les cristaux, des stalactites quartzieuses,

mais dans lesquelles le suc vitreux n'a pas été assez pur ou assez libre pour se cristalliser et prendre une entière transparence. La densité de ces pierres (1), leur dureté, leur résistance au feu et à l'action des acides, sont à très-peu près les mêmes que celles du quartz et du cristal de roche; la très-petite différence qui se trouve en moins dans leur pesanteur spécifique, relativement à celle du cristal, peut provenir de ce que leurs parties constituantes, n'étant pas aussi pures, n'ont pu se rapprocher d'aussi près : mais le fond de leur substance est de la même essence que celle du quartz; ces pierres en ont toutes les propriétés, et même la demi-transparence, en sorte qu'elles ne diffèrent des quartz de seconde formation que par les couleurs dont elles sont imprégnées, et qui proviennent de la dissolution de quelque matière métallique qui s'est mêlée avec le suc quartzueux : mais, loin d'en augmenter la masse par un mélange intime, cette matière étrangère ne fait qu'en étendre le volume en empêchant les parties quartzueuses de se rapprocher autant qu'elles se rapprochent dans les cristaux.

Les agates n'affectent pas autant que les cailloux la forme globuleuse; elles se trouvent ordinairement en petits lits horizontaux ou inclinés, toujours assez peu épais et diversement colorés : et l'on ne peut douter que ces lits ne soient formés par la stillation des eaux, car on a observé dans plusieurs agates des gouttes d'eau très-sensibles; d'ailleurs elles ont les mêmes caractères que tous les autres sédiments de la stillation des eaux. On donne le nom d'*onyx* à celles qui présentent différentes couleurs en couches ou zones bien distinctes : dans les autres, les couches sont moins apparentes et les couleurs sont plus brouillées, même dans chaque couche, et il n'y a aucune agate, si ce n'est en petit volume, dont la couleur soit uniforme et la même dans toute son épaisseur; ce qui prouve que la matière dont les agates sont formées n'est pas simple, et que le quartz qui domine dans leur composition est mêlé de parties terreuses ou métalliques qui s'opposent à la cristallisation, et donnent à ces pierres les diverses couleurs et les teintes variées qu'elles nous présentent à la surface et dans l'intérieur de leur masse.

Lorsque le suc vitreux qui forme les agates se trouve en liberté dans un espace vide, il tombe sur le sol ou s'attache aux parois de cette cavité, et y forme quelquefois des masses d'un assez grand volume : il prend les mêmes formes que prennent toutes les autres concrétions ou stalactites; mais lorsqu'il rencontre des

(1) Pesanteur spécifique du quartz.	27446	Pesanteur spécifique de la cornaline ponctuée.	26120
— du cristal de roche d'Europe.	26548	— de la cornaline veinée.	26274
— de l'agate orientale.	26991	— de la cornaline onyx.	2 227
— de l'agate nuée.	26 53	— de la cornaline herborisée.	2 433
— de l'agate ponctuée.	26 70	— de la cornaline en stalactites.	25977
— de l'agate tachée.	26324	— de la sardoine.	26025
— de l'agate veinée.	26697	— de la sardoine pâle.	26000
— de l'agate onyx.	26375	— de la sardoine ponctuée.	26245
— de l'agate herborisée.	25894	— de la sardoine veinée.	25904
— de l'agate mousseuse.	25994	— de la sardoine onyx.	25949
— de l'agate jaspée.	26356	— de la sardoine herborisée.	25988
— de la cornaline.	26137	— de la sardoine noirâtre.	26284
— de la cornaline pâle.	26201		

(Voyez la table de M. Brisson.)

corps figurés et poreux, comme des os, des coquilles, ou des morceaux de bois dont il peut pénétrer la substance, ce suc vitreux produit, comme le suc calcaire, des pétrifications qui conservent et présentent, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur, la forme de l'os, de la coquille et du bois.

Quoique les lapidaires, et d'après eux nos naturalistes, aient avancé qu'on doit distinguer les agates en *orientales* et *occidentales*, il est néanmoins très-certain qu'on trouve dans l'Occident, et notamment en Allemagne, d'aussi belles agates que celles qu'on dit venir de l'Orient ; et de même, il est très-sûr qu'en Orient la plupart des agates sont entièrement semblables à nos agates d'Europe : on peut même dire qu'on trouve de ces pierres dans toutes les parties du monde, et dans tous les terrains où le quartz et le granit dominant, au nouveau continent comme dans l'ancien, et dans les contrées du nord comme dans celles du midi. Ainsi, la distinction d'*orientale* et d'*occidentale* ne porte pas sur la différence du climat, mais seulement sur celle de la netteté et de l'éclat de certaines agates plus belles que les autres, néanmoins l'essence de ces belles agates est la même que celle des agates communes, car leur pesanteur spécifique et leur dureté sont aussi à peu près les mêmes (1).

L'agate, suivant Théophraste prit son nom du fleuve *Achates*, en Sicile, où furent trouvées les premières agates : mais l'on ne tarda pas à en découvrir en diverses autres contrées ; et il paraît que les anciens connurent les plus belles variétés de ces pierres, puisqu'ils les avaient toutes dénommées (2), et que même, dans ce nombre il en est quelques-unes qui semblent ne plus se trouver aujourd'hui (3). Quant aux prétendues agates odorantes dont parlent ces mêmes anciens (4), ne doit-on pas les regarder comme des bitumes concrets de la nature du jayet, auquel on a donné, quoique très-improprement le nom d'*agate noire* ? Ce n'est pas néanmoins que ces sucs bitumineux ne puissent s'être insinués comme substance étrangère, ou même être entrés comme parties colorantes dans la pâte vitreuse des agates hors de leur concrétion. M. Dutens assure, à ce sujet, que si l'on racle, dans les agates herborisées, les linéaments qui en forme l'herborisation, et qu'on en jette la poudre sur des charbons ardents, elle donne de la fumée avec une odeur bitumineuse. Et à l'égard de ces accidents ou jeux d'herborisations, qui rendent quelquefois les agates singulières et précieuses, on peut voir ce que nous en dirons ci-après à l'article des cailloux.

(1) Voyez ci-dessus la Table des pesanteurs spécifiques des diverses agates.

(2) *Phassachates, cerachates, sardachates, hæmachates, leucachates, dendrachates, corallachates, etc.*

(3) Entre autres celle qui, selon Pline, était parsemée de points d'or (à moins que ce ne soit l'aventurine), comme le *lapis* (Pline dit le *saphir*, mais nous verrons ci-après que son *saphir* est notre *lapis*), « et se trouvait abondamment dans l'île de Crète ; celles de Lesbos et de Messène, ainsi qu'au mont Parnasse, qui, par l'éclatante variété de leurs couleurs, semblaient le disputer à l'émail des fleurs champêtres ; celle d'Arabie, qui, excepté sa dureté, avait toute l'apparence de l'ivoire et en offrait toute la blancheur. » (Pline, liv. XXXVII, n° 54.)

(4) « *Aromattas et ipsa in Arabia traditur gigni, sed et in Ægypto circa Piras, ubique lapidosa et myrrhæ eoloris et odoris, ob hoc reginis frequentata.* » (Pline, loco cit.) Et auparavant il avait dit, *autachates, cum uritur, myrrham redolens.*

CORNALINE.

Comme les agates d'une seule couleur sont plus rares que les autres, on a cru devoir leur donner des noms particuliers. On appelle *cornalines* celles qui sont d'un rouge pur; *sardoines*, celles dont la couleur est jaune ou d'un rouge mêlé de jaune; *prases*, les agates vertes, et *calcédoines*, les agates blanches ou d'un blanc bleuâtre.

Quoique le nom de *cornaline*, que l'on écrivait autrefois *carneole*, paraisse désigner une pierre couleur de chair, et qu'en effet, il se trouve beaucoup de ces agates couleur de chair ou rougeâtres, on reconnaît néanmoins la vraie cornaline à sa teinte d'un rouge pur et à la transparence qui ajoute à son éclat. Les plus belles cornalines sont celles dont la pâte est la plus diaphane, et dont le rouge a le plus d'intensité et, de ce rouge intense jusqu'au rouge clair et couleur de chair, on trouve toutes les nuances intermédiaires dans ces pierres.

La cornaline n'est donc qu'une belle agate plus ou moins rouge; et la matière métallique qui lui donne cette couleur n'augmente pas sa densité et ne lui ôte pas sa transparence : c'est ce qui la distingue des cailloux rouges opaques, qui sont en général de même essence que les agates, mais dont la substance est moins pure, et a reçu sa teinture par des parties métalliques plus grossières et moins atténuées. Ce sont les rouilles ou chaux de fer, de cuivre, etc., plus ou moins dissoutes, qui donnent la couleur à ces pierres; et l'on trouve toutes les couleurs différentes dans les cailloux aussi bien que dans les agates. Il y a même plusieurs *agates-onyx*, dont les différents lits présentent successivement de l'agate blanche ou noire, de la calcédoine, de la cornaline, etc. On recherche ces onyx pour en faire des camées; les plus beaux sont ceux dont les reliefs sont de cornaline sur un fond blanc.

Il en est des belles cornalines comme des belles agates; elles sont aussi rares que les autres sont communes. On trouve souvent des stalactites de cornalines en mamelons accumulés et en assez grand volume; mais ces cornalines sont ordinairement impures, peu transparentes et d'un rouge faux ou terne. On connaît aussi des agates qui sont ponctuées et comme semées de particules de cornaline formant des petits mamelons rouges dans la substance de l'agate; et certaines cornalines sont elles-mêmes semées de points d'un rouge plus vif que celui de leur pâte : mais la nature de toutes ces pierres est absolument la même; et l'on trouve des cornalines dans la plupart des lieux d'où l'on tire les agates, soit en Asie, soit en Europe et dans les autres parties du monde.

SARDOINE.

La sardoine ne diffère de la cornaline que par sa couleur, qui n'est pas rouge pur mais d'un rouge orangé et plus ou moins mêlé de jaune ; néanmoins, cette couleur orangée de la sardoine, quoique moins vive, est plus suave, plus agréable à l'œil que le rouge dur et sec de la cornaline : mais comme ces pierres sont de la même essence, on passe par nuances de l'orangé le plus faible au rouge le plus intense, c'est-à-dire de la sardoine la moins jaune à la cornaline la plus rouge ; et l'on ne distingue pas l'une de l'autre dans les teintes intermédiaires entre l'orangé et le rouge : car ces deux pierres ont la même transparence, et leur densité, leur dureté, et toutes leurs autres propriétés sont les mêmes ; enfin, toutes deux ne sont que de belles agates teintes par le fer en dissolution.

La sardoine est très-anciennement connue ; Mithridate avait, dit-on, ramassé quatre mille échantillons de cette pierre, dont le nom, suivant certains auteurs, vient de celui de l'île de Sardaigne, où il s'en trouvait en assez grande quantité. Il paraît que cette pierre était en grande estime chez les anciens ; elle est en effet plus rare que la cornaline, et se trouve rarement en aussi grand volume.

 PRASE.

Cette pierre a été aussi célébrée par les anciens ; c'est une agate verte ou verdâtre, souvent tachetée de blanc, de jaunâtre, de brun, et qui est quelquefois aussi transparente que les belles agates, dont elle ne diffère que par le nom. Les prases ne sont pas fort communes ; cependant on en trouve non-seulement en Asie, mais en Europe, et particulièrement en Silésie. M. Lehman a donné l'histoire et la description de cette prase de Silésie, ainsi que de la chrysoprase du même pays, qui n'est qu'une prase dont la couleur verte est mêlée de jaune. Ce savant minéralogiste dit qu'on trouve les prases et les chrysoprases dans une terre argileuse verte et souvent mêlée d'opales, de calédoines et d'asbeste ; et comme elles sont à très-peu près de la même pesanteur spécifique (1), et qu'elles ont la même dureté et prennent le même poli que les agates, on doit les mettre au nombre des agates colorées : la cornaline l'est de rouge, la sardoine de jaune orangé et la prase l'est de vert. M. Demeste pense que cette couleur verte de la prase provient du mélange

(1) La pesanteur spécifique de l'agate orientale est de 25051, et celle de la prase est de 25305.

du cobalt, parce que cette pierre étant fondue avec deux parties de borax, produit un beau verre bleu : mais peut-être cette couleur bleue provient du borax, qui, comme je l'ai dit (1), contient des parties métalliques. On pourrait s'assurer du fait en fondant la prase sans borax ; car si elle donnait également un verre bleu, l'opinion de M. Demeste serait pleinement confirmée : mais il est à croire que la prase serait, comme l'agate, très-réfractaire au feu, et qu'on ne pourrait la fondre sans addition, soit du borax, soit d'un autre fondant, et dans ce cas, il faudrait employer un fondant purement salin qui ne contînt pas, comme le borax, des parties métalliques.

Au reste, quelques naturalistes ont donné le nom de *prase* à la prime d'émeraude, qui n'est point une agate, mais un cristal vert, défectueux, inégalement coloré, et dont certaines parties plus parfaites que les autres, sont de véritables et belles émeraudes : le nom de *prase* a donc été mal appliqué à cette substance, qui n'est qu'une émeraude imparfaite, assez bien désignée par la dénomination de *prime* ou *matrice d'émeraude*.

ONYX.

Le nom d'*onyx* (2) qu'on a donné de préférence aux agates dont les lits sont de couleurs différentes pourrait s'appliquer assez généralement à toutes les pierres dont les couches superposées sont de diverses substances ou de couleurs différentes. Théophraste a caractérisé l'onyx en disant qu'il est varié alternativement de blanc et de brun : mais il faut observer que quelquefois les anciens ont donné le nom d'*onyx* à l'albâtre ; et c'est faute de l'avoir remarqué que plusieurs modernes se sont perdus dans leurs conjectures au sujet de l'onyx des anciens, ne pouvant concilier des caractères qui en effet appartiennent à des substances très-différentes.

De quelque couleur que soient les couches ou zones dont sont composés les onyx, pourvu que ces mêmes couches aient une certaine régularité, la pierre n'en est pas moins de la classe des onyx, à moins cependant qu'elle ne soit rouge, car alors la pierre prend le nom de *sardonix* ou *sardoine-onyx* : ainsi la disposition des couleurs en couches ou zones fait le principal caractère des onyx, et les distingue des agates simples, qui sont bien de la même nature et peuvent offrir les mêmes couleurs, mais confuses, nuées, ou disposées par taches et par veines irrégulières.

(1) Voyez l'article du *Borax*.

(2) *Onyx*, en grec, signifie *ongle*, et l'imagination des Grecs n'était pas restée en défaut sur cette dénomination pour lui former une origine élégante et mythologique « Un jour, disaient-ils, l'Amour, trouvant Vénus endormie, lui coupa les ongles avec le fer d'une de ses flèches et s'envola ; les rognures tombèrent sur le sable du rivage de l'Inde ; et comme tout ce qui provient d'un corps céleste ne peut pas périr, les Parques les ramassèrent soigneusement, et les changèrent en cette sorte de pierre qu'on appelle *onyx*. »

Il y a des jaspes, des cailloux opaques, et même des pierres à fusil, dans lesquels on voit des lits ou des veines de couleurs différentes, et qu'on peut mettre au nombre des onyx. Ordinairement les agates-onyx, qui de toutes les pierres onyx sont les plus belles, n'ont néanmoins que peu de transparence, parce que les couches brunes, noires ou blanches et bleuâtres de ces agates, sont presque opaques, et ne laissent pas apercevoir la transparence du fond de la pierre sur laquelle ces couches sont superposées parallèlement ou concentriquement, et presque toujours avec une épaisseur égale dans toute l'étendue de ces couches. Il y a aussi des onyx que l'on appelle *agates œillées*, et que les anciens avaient distingués par des dénominations propres : ils nommaient *triophthalmos* et *lycophthalmos* ceux qui présentaient la forme de trois ou quatre petits yeux rouges, et donnaient le nom d'*horminodes* à une agate qui présentait un cercle de couleur d'or, au centre duquel était une tache verte.

Les Grecs (1), qui ont excellé dans tous les beaux-arts, avaient porté à un haut point de perfection la gravure en creux et en relief sur les pierres : ils recherchaient les belles agates-onyx pour en faire des camées ; il nous reste plusieurs de ces pierres gravées dont nos connaisseurs ne peuvent se lasser d'admirer la beauté du travail, la correction du dessin, la netteté et la finesse du trait dans le relief, qui se détache si parfaitement du fond de la pierre qu'on le croirait fait à part et ensuite collé sur cette même pierre : ils choisissaient pour ces beaux camées les onyx blancs et rouges, ou de deux autres couleurs qui tranchaient fortement l'une sur l'autre. Il y a plusieurs agates qui n'ont que deux couches ou lits de couleurs différentes : mais on en connaît d'autres qui ont trois et même quatre lits bien distincts, du brun profond et noir, du blanc mat, du bleu noir et du jaune rougeâtre ; ces onyx de trois et quatre couleurs sont plus rares, et sont en plus petit volume que celles de deux couleurs, qui se trouvent communément avec les autres agates. Les anciens tiraient de l'Égypte les plus beaux onyx, et aujourd'hui l'on en trouve dans plusieurs provinces de l'Orient, et particulièrement en Arabie.

CALCEDOINE.

La calcédoine est encore une agate, mais moins belle que la cornaline, la sardoine et la prase ; elle est aussi moins transparente, et sa couleur est indécise, lai-

(1) Plusieurs artistes grecs s'immortalisèrent par la gravure sur pierres fines. Pline nomme Apollonide, Cronias, Dioscoride qui grava la tête d'Auguste, laquelle servit de sceau aux Césars ; mais le premier de ces artistes, ajouta-t-il, fut Pyrgotèle ; et Alexandre, par le même édit où il défendait à tout autre qu'à Apelle de le peindre, et à tout autre qu'à Lysippe de modeler sa statue, n'accordait qu'au seul Pyrgotèle l'honneur de graver son effigie. (Voyez Pline, liv. XXXVII, n° 4.)

teuse et bleuâtre : cette pierre est donc fort au-dessous, non-seulement des cornalines et des sardoines, mais même des agates qui ne sont point laiteuses, et dont la demi-transparence est nette; aussi donne-t-on le nom de *calcédoine* à toute agate dont la pâte est nuageuse et blanchâtre.

Les calcédoines en petites masses, grosses comme des lentilles ou des pois, sont très-communes et se trouvent en immense quantité : j'en ai vu par milliers dans des mines de fer en grains; elles y étaient elles-mêmes en petits grains arrondis, qui paraissaient avoir été usés par le frottement dans leur transport par le mouvement des eaux : la plupart n'étaient donc que des débris de masses plus grandes; car on trouve communément les calcédoines en stalactites d'un assez grand volume, tantôt mamelonnées et tantôt en lames aplaties; elles forment souvent la base des onyx, dans lesquels on voit le lit de calcédoine surmonté d'un lit de cornaline ou de sardoine. Les calcédoines sont aussi quelquefois ondées et ponctuées de rouge ou d'orangé, et se rapprochent par là des cornalines et des sardoines; mais les onyx les plus estimés, et dont on fait les plus beaux camées, sont ceux qui sur un lit d'agate purement blanche, portent un ou plusieurs lits de couleur rouge, orangée, bleue, brune ou noire, de couleurs, en un mot, dont les couches différentes tranchent vivement et nettement l'épaisseur de la pierre. Ordinairement la calcédoine est laiteuse, blanche ou bleuâtre, dans toute sa substance. On en trouve de cette sorte de très-gros et grands morceaux, qui paraissent avoir fait partie de couches épaisses et assez étendues : les plus beaux échantillons que nous en connaissions ont été trouvés aux îles de Féroé, et l'on peut en voir un de six à sept pouces d'épaisseur au Cabinet du Roi. On distingue dans ce morceau des couches d'un blanc aussi mat et aussi opaque que de l'émail blanc, et d'autres qui prennent une demi-transparence bleuâtre. Dans d'autres morceaux, cette pâte bleuâtre offre des reflets et un chatouement qui font ressembler ces calcédoines à des girasols, et les rapprochent de l'opale, laquelle semble participer en effet de la nature de la calcédoine, ainsi que nous l'avons dit à son article.

Au reste, les calcédoines mêlées de pâte d'agate commune, ou les agates mêlées de calcédoine, sont beaucoup plus communes que les calcédoines pures; de même que les agates, sardoines et cornalines pures sont infiniment plus rares que les agates mêlées et brouillées de ces diverses pâtes colorées; car la substance vitreuse étant la même dans toutes les agates, et les parties métalliques ou terreuses colorantes ayant pu s'y mélanger de mille et mille manières, il n'est point étonnant que la nature ait produit avec tant de variété les agates mêlées de diverses couleurs, tandis que les agates d'une seule couleur pure sans mélange et d'une belle transparence, sont assez rares et toujours en très-petit volume.

PIERRE HYDROPHANE.

Cette pierre, se trouvant ordinairement autour de la calcédoine, doit être placée immédiatement après elle; toutes deux font corps ensemble dans le même bloc, et cependant diffèrent l'une de l'autre par des caractères essentiels : les naturalistes modernes ont nommé cette pierre *oculus mundi*, et ils me paraissent s'être mépris lorsqu'ils l'ont mise au nombre des agates ou calcédoines, car cette pierre hydrophane n'a point de transparence; elle est opaque et moins dure que l'agate, et elle en diffère par la propriété particulière de devenir transparente et même diaphane, lorsqu'on la laisse tremper pendant quelque temps dans l'eau : nous lui donnons, par cette raison, le nom de pierre *hydrophane*. Cette propriété, qui suppose l'imbibition intime et prompte de l'eau dans la substance de la pierre, prouve en même temps que cette substance est d'une autre texture que celle des agates, dont aucune ne s'imbibit d'eau. Enfin ce qui démontre plus évidemment combien la structure ou la composition de cette pierre *hydrophane* diffère de celle des agates ou calcédoines, c'est la grande différence qui se trouve dans le rapport de leurs densités (1) : celle de l'hydrophane n'est que d'environ 23000, tandis que celle des agates et calcédoines est de 26 à 27000. Il est vrai que la substance de toutes deux est quartzueuse; mais la texture de l'hydrophane est poreuse comme une éponge, et celle des agates et calcédoines est solide et pleine : on ne doit donc regarder cette pierre hydrophane et poreuse que comme un agrégat de particules ou grains quartzueux qui ne se touchent que par des points, et laissent entre eux des interstices continus qui font la fonction de tuyaux capillaires, et attirent l'eau jusque dans l'intérieur et au centre de la pierre; car sa transparence s'étend et augmente à mesure qu'on la laisse plus longtemps plongée dans l'eau : elle ne devient même entièrement diaphane qu'après un assez long séjour, soit dans l'eau pure, soit dans toute autre liqueur; car le vin, le vinaigre, l'esprit-de-vin et même les acides minéraux, produisent sur cette pierre le même effet que l'eau; ils la rendent transparente sans la dissoudre ni l'entamer; ils n'en dérangent pas la texture, et ne font qu'en remplir les pores, dont ensuite ils s'exhalent par le seul dessèchement; elle acquiert donc ou perd du poids à mesure que le liquide la pénètre ou l'abandonne en s'exhalant, et l'on a observé que les liquides aidés de la chaleur la pénètrent plus tôt que les liquides froids.

Cette pierre, qui n'était pas connue des anciens, n'avait pas encore de nom dans le siècle dernier : il est dit dans les *Ephémérides d'Allemagne*, année 1672, qu'un lapidaire qui avait trois de ces pierres en fit présent d'une au consul de Marienbourg, et

(1) La pesanteur spécifique de l'agate est de 25904, et celle de la pierre *oculus mundi* ou hydrophane, n'est que de 22950. (Table de M. Brisson.)

la lui donna comme une pierre précieuse qui n'avait point de nom; l'une de ces pierres, ajoute le relateur, était encore dans sa gangue de quartz : celle qui fut donnée au consul de Marienbourg n'était que de la grosseur d'un pois et d'une couleur de cendre; elle était opaque; et lorsqu'elle fut plongée dans l'eau, elle commença, au bout de six minutes, à paraître diaphane par les bords; elle devint d'un jaune d'ambre; elle passa ensuite du jaune à la couleur d'améthyste, au noir, au blanc, et enfin elle prit une couleur obscure, nébuleuse et comme enfumée; tirée de l'eau, elle revint à son premier état d'opacité, après s'être colorée successivement, et dans un ordre inverse, des mêmes teintes qu'elle avait prises auparavant dans l'eau. Je dois remarquer qu'on n'a pas vu cette succession de couleurs sur les pierres qui ont été observées depuis; elles ne prennent qu'une couleur et la conservent tant qu'elles sont imbibées d'eau.

M. Gerhard, savant académicien de Berlin, a fait beaucoup d'observations sur cette pierre hydrophane; il dit avec raison qu'elle forme l'écorce qui environne les opales et les calcédoines d'Islande et de Féroé, et qu'on la trouve également en Silésie, où elle constitue l'écorce brunâtre et jaunâtre de la *chrysoptase*. D'après les expériences chimiques que M. Gerhard a faites sur cette pierre, il croit qu'elle est composée de deux tiers d'alun sur un tiers de terre vitrifiable et de matière grasse. Mais ce savant auteur ne nous dit pas quelle est cette matière grasse : on peut lui demander si c'est de la graisse, de l'huile ou de l'eau-mère de sel; et ces deux tiers d'alun sont-ils de l'alun pur, ou seulement de la terre alumineuse? Quoi qu'il en soit, il nous apprend qu'il a fait la découverte d'une pierre en Silésie, qui présente les mêmes phénomènes que celle-ci. « Cette pierre, dit-il, est faiblement transparente: mais plongée dans l'eau elle le devient complètement; il lui faut seulement plus de temps pour acquérir toute sa transparence. » De plus par les recherches particulières que M. Gerhard a faites de ces pierres *hydrophanes*, il assure en avoir vu qui avaient jusqu'à deux pouces un quart de longueur sur un pouce un huitième de largeur, et plus d'un pouce d'épaisseur par un bout, et il dit qu'on les trouve dans la matière intercalée entre les couches des calcédoines de l'île de Féroé.

Il est vrai que toutes ces pierres hydrophanes ne sont pas également susceptibles de prendre, à volume égal, le même degré de transparence : les unes deviennent bien plus diaphanes, ou le deviennent en bien moins de temps que les autres; il y en a qui changent de couleur, et qui de grises deviennent jaunes par l'imbibition de l'eau : mais nous avons vu plusieurs de ces pierres dont les unes étaient grises, les autres rougeâtres d'autres verdâtres, et qui ne changeaient pas sensiblement de couleur dans l'eau, où elles prenaient une assez belle transparence. M. le docteur Titius, savant naturaliste et directeur du Cabinet d'histoire naturelle à Dresde, m'a fait voir quelques-unes de ces pierres, et m'a confirmé le fait avancé par M. Gerhard, que l'*hydrophane* grise est une matière qui se trouve intercalée entre les couches de la calcédoine; M. Daubenton, de l'Académie des Sciences, a vérifié ce fait en réduisant à une petite épaisseur quelques-unes des couches opa-

ques grises ou blanches qui se trouvent souvent entre les couches des calcédoines. Il y a aussi toute apparence que cette même matière sert quelquefois d'enveloppe, et recouvre la couche extérieure des calcédoines; car on a vu des hydrophanes grises qui avaient trop d'épaisseur pour qu'on puisse les regarder comme des couches de lames intercalées dans la petite masse des calcédoines. On peut aussi présumer qu'en recherchant sur les cornalines, sardoines et agates colorées les couches opaques qui les enveloppent ou les traversent, on trouvera des hydrophanes de diverses couleurs, rougeâtres, jaunâtres, verdâtres, semblables à celles que m'a montrées M. Titius, et je pense que cette matière qui fait la substance des hydrophanes, n'est que la portion la plus grossière du suc vitreux qui forme les agates: comme les parties de cette matière ne sont pas atténuées, elles ne peuvent se réunir d'assez près pour prendre la demi-transparence et la dureté de l'agate; elles forment une substance opaque, poreuse et friable, à peu près comme le grès. Ce sont en effet de petits grains quartzeux réunis plutôt que dissous, qui laissent entre eux des vides continus et tortueux en tout sens, et dans lesquels la lumière s'éteint et ne peut passer que quand ils sont remplis d'eau: la transparence n'appartient donc pas à la pierre hydrophane, et ne provient uniquement que de l'eau qui fait alors une partie majeure de sa masse; et je suis persuadé que, en faisant la même épreuve sur des grès amincis, on les rendrait hydrophanes par leur imbibition dans l'eau. Il n'est donc pas nécessaire de recourir, avec M. Gerhard, à la supposition d'une terre mêlée de matière grasse, pour rendre raison de la transparence que ces pierres acquièrent par leur séjour dans l'eau ou dans tout autre liquide transparent.

PÉTROSILEX.

Le premier caractère apparent du pétrosilex est une demi-transparence grasse, qu'on peut comparer à celle du miel ou de l'huile figée; il me semble que ce caractère n'éloigne pas le pétrosilex du quartz gras: mais, considérant toutes ses autres propriétés, je crois qu'on peut le regarder comme un quartz de seconde formation mêlé d'une certaine quantité de feldspath; car la densité du pétrosilex est presque exactement la même que celle du quartz gras et du feldspath blanc (1). Sa dureté est aussi la même que celle de ces deux verres primitifs; et comme selon M. Darcet, le pétrosilex est fusible à un feu violent, cette propriété semble indiquer que sa substance n'est pas de quartz pur, et qu'elle est mêlée d'une certaine

(1) La pesanteur spécifique du quartz gras est de 26458, celle du feldspath blanc est de 26466, et celle du pétrosilex blanc est de 26527.

quantité de feldspath qui, sans rien changer à sa densité, lui donne cette fusibilité.

Le pétrosilex se trouve en petits et en gros blocs, et même en assez grandes masses, dans les montagnes quartzeuses et graniteuses : sa demi-transparence le distingue des jaspes avec lesquels il se rencontre quelquefois, et auxquels il ressemble souvent par les couleurs; car il y a des pétrosilex, comme des jaspes, de toutes teintes : elles sont seulement moins intenses et moins nettes dans le pétrosilex, et son poli, sans être gras comme sa transparence, n'est néanmoins pas aussi vif que celui des beaux jaspes.

Cette pierre est de seconde formation; elle se trouve dans les fentes et cavités des rochers vitreux; c'est une concretion du quartz mêlé de feldspath; et comme ces deux verres primitifs sont unis dans la substance des granites, le pétrosilex doit se trouver communément dans les montagnes graniteuses, telles que les Vosges en Lorraine et les montagnes de Suède, où Wallerius dit qu'il y en a de blanches, de gris, de bruns, de rougeâtres de verdâtres, et de noirâtres; d'autres qui sont ondés alternativement de veines brunes et jaunes, ou grises et noirâtres; d'autres irrégulièrement tachés de ces différentes couleurs, etc.

JASPES.

Le jaspé étant un quartz pénétré d'une teinture métallique assez forte pour lui avoir ôté toute transparence, n'a pu produire que des stalactites opaques: aussi tous les jaspes, soit de première, soit de seconde formation, de quelque couleur qu'ils soient, n'ont aucune transparence s'ils sont purs, et ce n'est que quand les autres substances vitreuses s'y trouvent interposées qu'ils laissent passer de la lumière; ceux qu'on appelle *jaspes agatés*, ne sont, comme les agates jaspées, que des agrégations de petites parties d'agate et de jaspé, dont les premières sont à demi-transparentes, et les dernières sont opaques.

Les jaspes primitifs n'ont ordinairement qu'une seule couleur, verte ou rougeâtre, et l'on peut regarder tous ceux qui sont décolorés, ou teints de couleurs diverses ou variées, comme des stalactites des premiers; et quoique ces jaspes de seconde formation soient en très-grand nombre, et qu'ils paraissent fort différents les uns des autres, tous ont à peu près la même densité (1), et tous sont entièrement opaques.

(1) Pesanteur spécifique du jaspé vert foncé.	26258	Pesanteur spécifique du jaspé rouge de sanguine.	26189
— jaspé vert-brun.	26814	— jaspé brun.	26911
— jaspé rouge.	26612	— jaspé violet.	27111

Si l'on compare la table de la pesanteur spécifique des jaspes avec celle des pesanteurs spécifiques des quartz blancs ou colorés, on verra que les jaspes, de quelque couleur qu'ils soient, même les jaspes décolorés ou blanchâtres, sont généralement un peu plus denses que les quartz; ce qu'on ne peut guère attribuer qu'au mélange des parties métalliques qui sont entrées dans la composition des jaspes. De tous les métaux, le fer est le seul qui ait teint et pénétré les jaspes de première formation, parce qu'il s'est établi le premier avant tous les autres métaux sur le globe encore ardent, et qu'il était le seul métal capable d'en supporter la très-grande chaleur, lorsque la roche quartzreuse commençait à se consolider; car, quoique certains minéralogistes aient attribué au cuivre la couleur des jaspes verts, on ne peut guère douter que cette couleur verte ne soit due au fer puisque le jasper primitif, et qui se trouve en très-grandes masses, est d'un assez beau vert: il paraît même que tous les jaspes secondaires, variés ou non variés de couleurs, ont été teints par le fer; seulement il est à remarquer que ce métal, qui s'est mêlé en très-grande quantité dans les schorls pour former les grenats, n'est entré qu'en très-petite portion dans les jaspes, puisque la pesanteur spécifique du plus pesant des jaspes est d'un tiers moindre que celle du grenat.

La matière du jasper est, comme nous l'avons dit (1), la base de la substance des porphyres et des ophites, ou serpentins, qu'il ne faut pas confondre avec la serpentine, dans laquelle il n'entre point de jasper, et qui n'est qu'une concrétion micacée (2).

Lorsque le suc cristallin du quartz est mêlé de parties ferrugineuses, ou qu'il tombe sur des matières qui contiennent du fer, la stalactite ou le produit qui en résulte est de la nature du jasper. On le reconnaît dans plusieurs cailloux, dans les bois pétrifiés, dans le sinople et autres jaspes grossiers qui sont de seconde formation; toute matière quartzreuse mêlée de fer en vapeur ou dissous, perd plus ou moins de sa transparence; et l'on reconnaît les jaspes à leur opacité, à la cassure terreuse et à leur poli, qui n'est pas aussi vif que celui des agates et autres pierres vitreuses dans lesquelles le fer n'est entré qu'en si petite quantité, qu'il ne leur a donné que de la couleur, et ne leur a point ôté la transparence; au lieu que, par son mélange en plus grande quantité ou en parties plus grossières, il a rendu les quartz entièrement opaques, et a formé des jaspes plus ou moins fins et de différentes couleurs, selon que le fer saisi par le suc quartzreux s'est trouvé dans différents états de décomposition ou de dissolution. Les jaspes fins se distinguent aisément des autres par leur beau

Pesanteur spécifique du jasper jaune.	27101	Pesanteur spécifique du jasper universel.	27500
— jasper gris-blanc.	27640	— jasper fleuri vert et jaune.	26839
— jasper noirâtre.	26719	— jasper fleuri rouge, vert et gris.	27323
— jasper nué.	27354	— jasper fleuri rouge, vert et jaune.	27492
— jasper sanguin.	26277	— jasper fleuri rouge et jaune.	26630
— jasper héliotrope.	26330	— jasper agaté.	26608
— jasper veiné.	26955	— jasper grossier, ou sinople.	26943
— jasper fleuri rouge et blanc.	26228		

(Voyez les Tables de M. Brisson.)

(1) Voyez dans cette Histoire les articles du *Jasper* et du *Porphyre*.

(2) Voyez plus loin l'article de la *Serpentine*.

poli, qui cependant n'est jamais aussi vif que celui des agates, cornalines, sardoines et autres pierres quartzieuses transparentes ou demi-transparentes, lesquelles sont aussi plus dures que les jaspes.

Les jaspes d'une seule couleur sont les plus purs et les plus fins ; ceux qui sont tachés, nuancés, ondés ou veinés, peuvent être regardés comme des jaspes impurs, et sont quelquefois mêlés de substances différentes : si ces taches ou veines sont transparentes, elles présentent le quartz dans son état de nature ou dans son état d'agate ; et s'il arrive que le feldspath ou le schorl aient part à la composition de ces jaspes mixtes, ils deviennent fusibles (1) comme toutes les matières vitreuses qui sont mélangées de ces deux verres primitifs.

Le plus beau de tous les jaspes est le sanguin, qui, sur un vert plus ou moins bleuâtre, présente des points ou quelques petites taches d'un rouge vif de sang, et qui reçoit dans toutes ses dimensions un poli luisant et plus sec que celui des autres jaspes. Quelques-uns de nos nomenclateurs, qui cependant ne craignent pas de multiplier les espèces et les sortes, n'en ont fait qu'une du jaspé sanguin et du jaspé héliotrope, quoique Boëce de Boot les eût avertis d'avance que le jaspé sanguin ne prend le nom d'héliotrope que quand il est à demi-transparent ; ce qui suppose un jaspé mixte, dans lequel le suc cristallin du feldspath est entré, et produit des reflets chatoyants, au lieu que le jaspé sanguin n'offre ni transparence, ni chatoyement dans aucune de ses parties.

Les jaspes, et surtout ceux de seconde formation, ressemblent aux cailloux par leur opacité et par leur poli : mais ils en diffèrent par la forme, qui est rarement globuleuse comme celle des cailloux, et on les distinguera toujours en examinant leur cassure ; la fracture des jaspes paraît être terreuse et semblable à celle d'une argile desséchée, tandis que la fracture des cailloux est luisante comme celle du verre.

Les beaux jaspes héliotrope et sanguin nous viennent du Levant ; les Romains les tiraient de l'Égypte : mais les anciens comprenaient sous ce nom de *jaspes* plusieurs autres pierres qui ne leur ressemblaient que par la couleur verte, telles que les primes d'émeraudes, les prases ou agates verdâtres, etc.

Les voyageurs nous apprennent qu'on trouve de très-beaux jaspes à la Chine, au Japon, dans les terres du Catay et de plusieurs autres provinces de l'Asie. Ils en ont aussi vu au Mexique.

En Europe, l'Allemagne est le pays où les jaspes se trouvent en plus grande quantité. « La Bohême, dit Boëce de Boot, produit de très-beaux jaspes rouges, sanguins, pourprés, blancs, et mélangés de toutes sortes de couleurs. » On trouve cette pierre en masses assez considérables pour en faire des statues. On connaît aussi les jaspes d'Italie, de Sicile, d'Espagne ; et il s'en trouve dans quelques provinces de

(1) C'est cette fusibilité de certains jaspes qui a fait croire mal à propos à quelques-uns de nos minéralogistes que les jaspes en général étaient fusibles et mêlés de chaux.

France, comme en Dauphiné, en Provence, en Bretagne et dans le pays d'Aunis : c'est peut-être au *zinopel* ou *sinople* que l'on doit rapporter ces jaspes grossiers et rougeâtres du pays d'Aunis.

CAILLOUX.

Toutes les stalactites ou concrétions vitreuses demi-transparentes sont comprises dans l'énumération que nous avons faite des agates (1), cornalines, sardoines, prases, caleédoines, pierres hydrophanes et pétrosilex, entre lesquelles on trouve sans doute plusieurs nuances intermédiaires, c'est-à-dire des pierres qui participent de la nature des unes et des autres, mais dont nous ne pouvons embrasser le nombre que par la vue de l'esprit, fondée sur ce que, dans toutes ses productions, la nature passe par des degrés insensibles et des nuances dont il ne nous est possible de saisir que les points saillants et les extrêmes ; nous l'avons suivie de la transparence à la demi-transparence dans les matières qui proviennent du quartz, du feldspath et du sehorl ; nous venons de présenter les jaspes qui sont entièrement opaques, et il ne nous reste à parler que des cailloux qui sont souvent composés de toutes ces matières mêlées et réunies.

Nous devons observer d'abord que l'on a donné le nom de *cailloux* à toutes les pierres, soit du genre vitreux, soit du genre calcaire, qui se présentent sous une forme globuleuse, et qui souvent ne sont que des morceaux ou fragments rompus, roulés et arrondis par le frottement, dans les eaux qui les ont entraînés : mais cette dénomination, prise uniquement de la forme extérieure, n'indique rien sur la nature de ces pierres ; car ce sont tantôt des fragments de marbres ou d'autres pierres calcaires, tantôt des morceaux de schiste, de granite, de jaspe et autres roches vitreuses, plus ou moins usés et polis par les frottements qu'ils ont essayés dans les sables des eaux qui les ont entraînés. Ces pierres s'amoncellent au bord des rivières ou sont rejetées par la mer sur les grèves et les basses-côtes, et on leur donne le nom de *galets* lorsqu'elles sont aplaties.

Mais les cailloux proprement dits, les vrais cailloux, sont des concrétions formées, comme les agates, par exsudation ou stillation du suc vitreux, avec cette différence que, dans les agates et autres pierres fines, le suc vitreux plus pur forme des concrétions demi-transparentes, au lieu qu'étant plus mélangé de matières terreuses ou métalliques, il produit des concrétions opaques.

Le caillou prend la forme de la cavité dans laquelle il est produit, ou plutôt dans laquelle il se moule, et souvent il offre encore la figure des corps organisés, tels

(1) Voyez plus haut ces articles.

que les bois, les coquilles, les oursins, les poissons, etc., dans lesquels le suc vitreux s'est infiltré en remplissant les vides que laissait la destruction de ces substances ; lorsque le fond de la cavité est un plan horizontal, le caillou ne peut prendre que la forme d'une plaque ou d'une table sur le sol ou contre les parois de cette cavité : mais la forme globuleuse et la disposition par couches concentriques est celle que les cailloux affectent le plus souvent ; et tous en général sont composés de couches additionnelles, dont les intérieures sont toujours plus denses et plus dures que les extérieures. La cause du mécanisme de cette formation se présente assez naturellement : car la matière qui suinte des parois de la cavité dans laquelle se forme le caillou ne peut qu'en suivre les contours, et produire dans cette concavité une première couche qu'on doit regarder comme le moule extérieur et l'enveloppe des autres couches qui se forment ensuite et successivement au dedans de cette première incrustation, à mesure que le suc vitreux la pénètre et suinte au dedans par ses pores : ainsi les couches se multiplient en dedans, et les unes au-dessous des autres, tant que le suc vitreux peut les pénétrer et suinter à travers leurs pores. Mais lorsqu'après avoir pris une forte épaisseur et plus de densité, ces mêmes couches ne permettent plus à ce suc de passer jusqu'au dedans de la cavité, alors l'accroissement intérieur du caillou cesse et ne se manifeste plus que par la transmission de parties plus atténuées et de sucs plus épurés, qui produisent de petits cristaux. L'eau passant dans l'intérieur du caillou, chargée de ces sucs, en remplit d'abord la cavité ; et c'est alors que s'opère la formation des cristaux qui tapissent l'intérieur des cailloux creux. On trouve quelquefois les cailloux encore remplis de cette eau, et tout observateur sans préjugé conviendra que c'est de cette manière qu'opère la nature ; car si l'on examine avec quelque attention l'intérieur d'un caillou creux ou d'une géode, telle que la belle géode d'améthyste qui est au Cabinet du Roi, on verra que les pointes de cristal dont son intérieur est tapissé, partent de la circonférence et se dirigent vers le centre, qui est vide : la couche extérieure de la géode est le point d'appui où sont attachées toutes ces pointes de cristal par leur base ; ce qui ne pourrait être si la cristallisation des géodes commençait à se faire par les couches les plus voisines du centre, puisque dans ce dernier cas ces pointes de cristal, au lieu de se diriger de la circonférence vers le centre, tendraient au contraire du centre à la circonférence, en sorte que l'intérieur, qui est vide, devrait être plein et hérissé de pointes de cristal à sa surface.

Aussi m'a-t-il toujours paru que l'on devait rejeter l'opinion vulgaire de nos naturalistes qui n'est fondée que sur une analogie mal entendue. « Les cailloux creux, disent-ils, se forment autour d'un noyau ; la couche intérieure est la première produite, et la couche extérieure se forme la dernière. » Cela pourrait être s'il y avait en effet un noyau au centre, et que le caillou fût absolument plein ; et c'est tout le contraire, car on n'y voit qu'une cavité vide et point de noyau. « Mais ce noyau, disent-ils, était d'une substance qui s'est détruite à mesure que le caillou s'est formé. » Or je demande si ce n'est pas ajouter une seconde supposition à la première, et cela sans fondement et sans succès, puisqu'on ne voit aucun débris,

aucun vestige de cette prétendue matière du noyau : d'ailleurs ce noyau, qui n'existe que par supposition, aurait dû être aussi grand que l'est la cavité ; et comme dans la plupart des cailloux creux cette cavité est très-considérable, doit-on raisonnablement supposer qu'un aussi gros noyau se fût non-seulement détruit, mais anéanti, sans laisser aucune trace de son existence ? Elle n'est en effet fondée que sur la fausse idée de la formation de ces pierres par des couches additionnelles autour d'un point qui leur sert de centre, tandis qu'elles se forment sur la surface concave de la cavité, qui seule existe réellement.

Je puis encore appuyer la vérité de mon opinion sur un fait certain : c'est que la substance des cailloux est toujours plus pure, plus dure, et même moins opaque, à mesure que l'on approche de leur cavité ; preuve évidente que le suc vitreux s'atténue et s'épure de plus en plus en passant à travers les couches qui se forment successivement de la circonférence au centre, puisque les couches extérieures sont toujours moins compactes que les intérieures.

Quoique le caillou prenne toutes les figures des moules dans lesquels il se forme, la figure globuleuse est celle qu'il paraît affecter le plus souvent ; et c'est en effet cette forme de cavité qui s'offre le plus fréquemment au dépôt de la stillation des eaux, soit dans les boursoufflures des verres primitifs, soit dans les vides laissés dans les couches des schistes et des glaises par la destruction des oursins, des pyrites globuleuses, etc. : mais ce qui prouve que le caillou proprement dit, et surtout le caillou creux, n'a pas reçu cette figure globuleuse par les frottements extérieurs, comme les pierres auxquelles on donne le nom de *cailloux roulés*, c'est que celles-ci sont ordinairement pleines, et que leur surface est lisse et polie, au lieu que celle des cailloux creux est le plus souvent brute et raboteuse. Ce n'est pas qu'il ne se trouve aussi de ces cailloux creux qui, comme les autres pierres, ont été roulés par les eaux, et dont la surface s'est plus ou moins usée par le frottement ; mais ce second effet est purement accidentel, et leur formation primitive en est totalement indépendante.

En rappelant donc ici la suite progressive des procédés de la nature dans la production des stalactites du genre vitreux, nous voyons que le suc qui forme la substance des agates et autres pierres demi-transparentes, est moins pur dans ces pierres que dans les cristaux, et plus impur dans les cailloux que dans ces pierres demi-transparentes. Ce sont là les degrés de transparence et de pureté par lesquels passent les extraits des verres primitifs ; ils se réunissent ou se mêlent avec des substances terreuses pour former les cailloux, qui le plus souvent sont mélangés et toujours teints d'une matière ferrugineuse : ce mélange et cette teinture sont les causes de leur opacité. Mais ce qui démontre qu'ils tirent leur origine des matières vitreuses primitives, et qu'ils sont de la même essence que les agates et les cristaux, c'est l'égalité des cailloux et des agates (1) : ils sont aussi à très-peu

(1) Pesanteur spécifique du caillon olivâtre, 26067 ; de l'agate orientale, 26901 ; du caillou veiné, 26122 ; de l'agate onyx, 26375 ; du caillou onyx, 26644. (Table de M. Brisson.)

près de la même dureté, et reçoivent également un poli vif et brillant; quelques-uns deviennent même à demi transparents lorsqu'ils sont amincis; ils ont tous la cassure vitreuse, ils font également feu contre l'acier, ils résistent de même à l'action des acides, en un mot ils présentent toutes les propriétés essentielles aux substances vitreuses.

Mais comme chacun des verres primitifs a pu fournir son extrait, et que ces différents extraits se sont souvent mêlés pour former les cailloux, soit dans les rochers quartzeux et granitiques, soit dans les terres schisteuses ou argileuses, et que ces mélanges se sont faits à différentes doses, il s'est formé des cailloux de qualités diverses : la substance des uns contient beaucoup de quartz, et ils sont, par cette raison, très-réfractaires au feu; d'autres mêlés de feldspath ou de schorl sont fusibles; enfin d'autres également fusibles, sont mêlés de matières calcaires : on pourra toujours les distinguer les uns des autres, en comparant avec attention leurs propriétés relatives; mais tous ont la même origine, et tous sont de seconde formation.

Il y a des blocs de pierre qui ne sont formés que par l'agrégation de plusieurs petits cailloux réunis sous une enveloppe commune. Ces blocs sont presque toujours en plus grandes masses que les simples cailloux; et comme le ciment qui réunit les petits cailloux dont ils sont composés est souvent moins dur et moins dense que leur propre substance, ces blocs de pierre ne sont pas de vrais cailloux dans toute l'étendue de leur volume, mais des agrégats, souvent imparfaits, de plusieurs petits cailloux réunis sous une enveloppe commune : aussi leur a-t-on donné le nom particulier de *poudingues*, pour les distinguer des vrais cailloux. Mais la plupart de ces poudingues ne sont formés que de galets ou cailloux roulés, c'est-à-dire de fragments de toutes sortes de pierres, arrondis et polis par les eaux; et nous ne traitons ici que des cailloux simples, qui, comme les autres stalactites, ont été produits par la concretion du suc vitreux, soit dans les cavités ou les fentes des rochers ou des terres, soit dans les coquilles, les os, ou les bois sur lesquels ce suc vitreux tombait et qu'il pouvait pénétrer.

On doit, comme nous l'avons dit, séparer des vrais cailloux les morceaux de quartz, de jaspe, de porphyre, de granite, etc., qui, ayant été roulés, ont pris une figure globuleuse : ces débris des matières vitreuses sont en immense quantité; mais ce ne sont que des débris et non pas des extraits de ces mêmes matières, comme on le reconnaît aisément à leur texture qui est uniforme, et qui ne présente point de couches concentriques posées les unes sur les autres, ce qui est le véritable caractère par lequel on doit distinguer les cailloux de toutes les autres pierres vitreuses; et souvent ces couches qui composent le caillou sont de couleur différente.

Il se trouve des cailloux dans toutes les parties du monde; on en distingue quelques-uns, comme ceux d'Égypte, par leurs zones alternatives de jaune et de brun, et par la singularité de leurs herborisations. Les cailloux d'Oldenbourg sont aussi très-remarquables : on leur a donné le nom de *cailloux œillés*, parce qu'ils présentent des taches en forme d'œil.

On a prétendu que les agates ainsi que les cailloux, renfermaient souvent des plantes, des mousses, etc. ; et l'on a même donné le nom d'*herborisations* à ces accidents, et le nom de *dendrites* aux pierres qui présentent des tiges et des ramifications d'arbrisseaux : cependant cette idée n'est fondée que sur une apparence trompeuse, et ces noms ne portent que sur la ressemblance grossière et très-disproportionnée de ces prétendues herborisations avec les herbes réelles auxquelles on voudrait les comparer ; et dans le vrai ce ne sont ni des végétaux ni des végétations renfermés dans la pierre, mais de simples infiltrations d'une matière terreuse ou métallique dans les délits ou petites fentes de sa masse : l'observation et l'expérience en fournissent également des preuves que M. Mongez a nouvellement rassemblées et mises dans un grand jour. Ainsi les agates et les cailloux herborisés ne sont que des agates et des cailloux moins solides, plus fêlés que les autres ; ce seraient des pierres irisées si la substance du caillou était transparente, et si d'ailleurs ces petites fentes n'étaient pas remplies d'une matière opaque qui intercepte la lumière. Cette matière est moins compacte que la substance de la pierre ; car la pesanteur spécifique des agates et des cailloux herborisés n'est pas tout à fait aussi grande que celle de ces mêmes pierres, qui ne présentent point d'herborisations (1).

On trouve ces prétendues représentations de plantes et d'arbres encore plus fréquemment dans les pierres calcaires que dans les matières vitreuses ; on voit de semblables figures aussi finement dessinées, mais plus en grand, sur plusieurs pierres communes et calcinables de l'espèce de celles qui se délitent facilement et que la gelée fait éclater : ce sont les fentes et les gerçures de ces pierres qui donnent lieu à ces sortes de paysages ; chaque fente ou délit produit un tableau différent, et dont les objets sont ordinairement répétés sur les deux faces contigues de la pierre. « La matière colorante des dendrites, dit M. Salerne, n'est que superficielle, ou du moins ne pénètre pas profondément dans la pierre : aussi, lorsqu'elles ont été exposées pendant un certain temps aux injures de l'air, le coloris des images s'affaiblit insensiblement, et leurs traits s'effacent à la fin. Un degré de chaleur assez modéré fait aussi disparaître promptement les herborisations de ces dendrites ; mais elles résistent sans altération à l'eau de savon, à l'huile de tartre par défaillance, à l'esprit volatil de sel ammoniac, à l'esprit-de-vin : si au contraire on fait tremper pendant quelque temps une dendrite dans du vinaigre distillé, les figures s'effacent en partie, quoique leurs traces y restent encore d'une manière assez apparente ; mais l'esprit de vitriol décolore sur-le-champ ces dendrites ; et lorsqu'elles ont séjourné pendant vingt-quatre heures dans cette liqueur, le paysage disparaît entièrement. » Néanmoins ces accidents n'agissent pas immédiatement sur les herborisations, et ne les effacent qu'en dissolvant la substance même de la pierre sur laquelle elles sont tracées ; car cette pierre dont parle M. Salerne, était calcaire, et de nature à être dissoute par les acides.

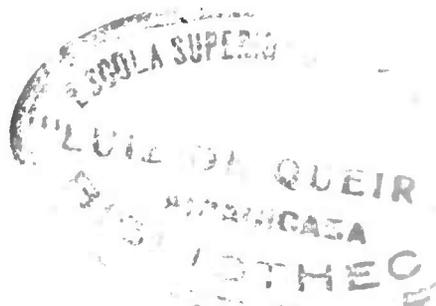
(1) La pesanteur spécifique de l'agate orientale est de 25901 ; de l'agate irisée, 25535 ; de l'agate herborisée, 25981. La pesanteur spécifique du caillou olivâtre, 26067 ; du caillou taché, 25867 ; du caillou veiné, 26122 ; du caillou onyx, 26644, et du caillou herborisé d'Égypte, 25648. (Table de M. Brisson.)

On peut imiter les herborisations, et il est assez difficile de distinguer les fausses dendrites des véritables. « Il est bien vrai, dit l'historien de l'Académie, que pour faire perdre à des agates ces ramifications d'arbrisseaux ou de buissons qui leur ont été données par art, ou, ce qui est la même chose, effacer les couleurs de ces figures, il ne faut que tremper les pierres dans de l'eau-forte, et les laisser ainsi à l'ombre dans un lieu humide pendant dix ou douze heures; mais il n'est pas vrai que ce soit là, comme on le croit, un moyen sûr de reconnaître les dendrites artificielles d'avec les naturelles. M. de La Condamine fit cette épreuve sur deux dendrites, moins pour la faire que pour s'assurer encore qu'il n'en arriverait rien; car les deux agates étaient hors de soupçon, surtout par l'extrême finesse de leurs rameaux, qui est ce que l'art ne peut attraper. Effectivement, pendant trois ou quatre jours, il n'y eut aucun changement : mais par bonheur les dendrites mises en expérience ayant été oubliées sur une fenêtre pendant quinze jours d'un temps humide et pluvieux, M. de La Condamine les retrouva fort changées; il s'était mêlé un peu d'eau de pluie avec ce qui restait d'eau-forte dans le vase : l'agate où la couleur des arbrisseaux était la plus faible l'avait entièrement perdue, hors dans un seul petit endroit; l'autre était partagée en deux parties : celle qui trempait dans la liqueur était effacée; celle qui demeurait à sec avait conservé toute sa netteté et la force des traits de ses arbrisseaux. Il a fallu, pour cette expérience, de l'oubli, au lieu de soin et d'attention. »

Il paraît donc que l'acide aérien pénètre à la longue, ainsi que les autres acides, dans les mêmes petites fêlures qui ont donné passage à la matière des herborisations, et qu'ils doivent les faire disparaître lorsque cette matière est de nature à pouvoir être dissoute par l'action de ces mêmes acides : aussi avons-nous démontré que c'est cet acide aérien qui peu à peu décompose la surface des cailloux exposés aux impressions de l'air, et qui convertit avec le temps toutes les pierres vitreuses en terre argileuse.

POUDINGUES.

Les cailloux composés d'autres petits cailloux réunis sous une même enveloppe par un ciment de même essence, sont encore des cailloux qui ne diffèrent des autres qu'en ce qu'ils sont des agrégats de cailloux précédemment formés, et qui se trouvant environnés par des matières vitreuses, forment une masse dont la texture est différente de celle des cailloux produits immédiatement par le suc vitreux, et composés de couches additionnelles et concentriques. Quelque grossier que soit le ciment vitreux qui réunit ces petits cailloux, leurs agrégats ne laissent pas d'être mis au nombre des poudingues; et même ce nom se prend dans



une acception bien plus étendue, car on nomme *poudingues* toutes les pierres composées de morceaux d'autres pierres plus anciennes, unis ensemble par un ciment pierreux quelconque quoique souvent ces petits cailloux des poudingues ne soient pas de vrais cailloux formés par le suintement des eaux, mais simplement des fragments de quartz, de jaspe et d'autres matières vitreuses, dont les morceaux longtemps roulés dans les sables et arrondis par le frottement, se sont ensuite agglutinés et réunis les uns aux autres dans ces mêmes sables par l'accession d'un suc ou ciment vitreux plus ou moins pur, ou même d'un suc calcaire.

Il y a donc des poudingues dont les pierres constituantes et le ciment vitreux qui les lie sont de même essence, presque également compactes, et ces poudingues ont la dureté, la densité et toutes les autres propriétés du caillou ; dans d'autres poudingues, également vitreux et en beaucoup plus grand nombre, les fragments soit de cailloux proprement dits, soit simplement de pierres roulées, n'étant réunis que par un ciment plus faible ou plus impur, la masse qui en résulte n'est pas également dure et dense dans toutes ses parties, et par conséquent, ces poudingues ne reçoivent un poli vif que sur les petits cailloux dont ils sont composés, et leur ciment, quoique vitreux, n'a pas assez de dureté pour prendre le même éclat que le caillou qu'il enveloppe ; enfin, il y a d'autres poudingues composés de cailloux réunis dans un ciment calcaire, et d'autres qui sont purement calcaires, n'étant composés que de morceaux de pierre dure ou de marbre¹, réunis par un ciment spathique ou terreux, comme sont les marbres-brèches (1).

Nous avons parlé des brèches à l'article des marbres : ainsi nous ne ferons ici mention que des poudingues vitreux, tels que ceux qu'on a nommés *cailloux d'Écosse* ou *d'Angleterre*, et nous observerons qu'il s'en trouve d'aussi beaux en France. Nous avons déjà cité les *cailloux de Rennes* (2), et l'on peut y joindre les poudingues de Lorraine et ceux de quelques autres de nos provinces. « Avant d'arriver à Remiremont, dit M. de Grignon, l'on rencontre des poudingues rouges, gris et jaunes ; ils sont d'une très-grande dureté, et susceptibles d'un poli éclatant. » Mais, en général, il y a peu de poudingues dont toutes les parties se polissent également, le ciment vitreux étant presque toujours plus tendre que les cailloux qu'il réunit ; car ce ciment n'est ordinairement composé que de petits grains de quartz ou de grès, qui ne sont pour ainsi dire qu'agglutinés ensemble : plus ces grains sont gros, plus le ciment est imparfait et friable, en sorte qu'il y a des poudingues qu'on peut diviser ou casser sans effort ; ceux dont les grains du ciment sont plus fins ou plus rapprochés, ont aussi plus de cohérence ; mais il n'y a que ceux dans lesquels les grains du ciment sont très-atténués, ou dissous, qui aient assez de dureté pour recevoir un beau poli. On peut donc dire que la plupart des poudin-

(1) M. Guettard donne le nom de *poudingues* à toutes les pierres qui sont formées de cailloux vitreux ou pierres calcaires réunies ensemble par un ciment quelconque : il croit par conséquent que l'on peut ranger les marbres-brèches avec les poudingues.

(2) Les cailloux de Rennes sont des poudingues qui, par la variété de leurs couleurs, par leur dureté et l'éclat du poli, peuvent être comparés aux cailloux d'Angleterre.

gues vitreux ne sont que des grès plus ou moins compactes, dans lesquels sont renfermés de petits cailloux de toutes couleurs et toujours plus durs que leur ciment.

La plus grande partie des cailloux qui composent les poudingues sont, comme nous l'avons dit, des fragments roulés; on peut, en effet, observer que ces fragments vitreux sont rarement anguleux, mais ordinairement arrondis, et plus ou moins usés et polis sur toute leur surface. Les poudingues nous offrent en petit ce que nous présentent en grand les bancs vitreux ou calcaires, qui sont composés des débris roulés de pierres plus anciennes. Ce sont également des agrégats de débris plus ou moins gros de diverses pierres, et surtout des roches primitives, qui ont été transportés, roulés et déposés par les eaux, et qui ont formé des masses plus ou moins dures, selon qu'ils se sont trouvés dans des sables plus ou moins fins et plus ou moins analogues à leur propre substance.

La beauté des poudingues dépend non-seulement de la dureté de leur ciment, mais aussi de la vivacité et de la variété de leurs couleurs. Après les cailloux de Rennes, les poudingues de France les plus remarquables et les plus variés par leur nuance sont ceux qu'on rencontre sur le chemin de Pontoise à Gisors, et ceux du gué de Lorrey; les cailloux que renferment ces poudingues sont assez gros et leur ciment est blanc ou brun.

Au reste, tous les poudingues sont opaques ainsi que les cailloux, et ce sont, avec les grès, les dernières concrétions quartzzeuses. Nous avons présenté successivement, et à peu près dans l'ordre de leur formation, les extraits cristallisés du quartz, du feldspath et du schorl, ensuite leurs stalactites demi-transparentes, et enfin les jaspes et les concrétions opaques de toutes ces matières vitreuses : nous ne pouvons pas suivre la même marche pour les concrétions du mica, parce qu'à l'exception du talc, qui est transparent, et dont nous avons déjà parlé (1), les concrétions de ce cinquième verre primitif sont presque toutes sans transparence.

STALACTITES ET CONCRÉTIONS DU MICA.

La première et la plus pure de ces concrétions est le talc, qui n'est formé que par de petites parcelles de mica à demi dissoutes, ou du moins assez atténuées pour faire corps ensemble et se réunir en lames minces par leur affinité. Les micas blancs et colorés produisent, par leur agrégation, des talcs qui présentent les mêmes couleurs, et qui ne diffèrent des micas qu'en ce qu'ils sont en lames plus

(1) Voyez l'article du *Mica* et du *Talc*.

étendues et plus douces au toucher. Le talc est donc la plus simple de toutes les concrétions de ce verre primitif : mais il y a un grand nombre d'autres substances micacées dont l'origine est la même, et dont les différences ne proviennent que du mélange de quelques autres matières qui leur ont donné plus de solidité que n'en ont les micas et les talcs purs ; tels sont les pierres auxquelles on a donné le nom de *stéatites*, parce qu'elles ont quelque ressemblance avec le suif par leur poli gras et onctueux au toucher. La poudre de ces pierres *stéatites*, comme celle du talc, s'attache à la peau, et paraît l'enduire d'une sorte de graisse : cet indice, ou plutôt ce caractère particulier, démontre évidemment que le talc domine dans la composition de toutes les *stéatites*, dont les principales variétés sont les jades, les serpentes, les pierres ollaires, la craie d'Espagne, la pierre-de-lard de la Chine, et le crayon noir ou la molybdène, auxquelles on doit encore ajouter l'asbeste, l'amiante, ainsi que le cuir et le liège de montagne. Toutes ces substances, quoiqu'en apparence très-différentes entre elles, tirent également leur origine de la décomposition et de l'agrégation du mica : ce ne sont que des modifications de ce verre primitif plus ou moins dissous, et souvent mélangé d'autres matières vitreuses qui, dans plusieurs de ces pierres, ont réuni les particules micacées de plus près qu'elles ne le sont dans les talcs et leur ont donné plus de consistance et de dureté ; car toutes ces *stéatites*, sans même en excepter le jade dans son état de nature sont plus tendres que les pierres qui tirent leur origine du quartz, du jaspe, du feldspath et du schorl, parce que des cinq verres primitifs, le mica est celui qui par son essence a le moins de solidité ; et que même il diminue celle des substances dans lesquelles il se trouve incorporé, ou plutôt disséminé.

Toutes les *stéatites* sont plus ou moins douces au toucher ; ce qui prouve qu'elles contiennent beaucoup de parties talqueuses : mais le talc, n'est, comme nous l'avons dit, que du mica atténué par l'impression des éléments humides ; aussi, lorsqu'on fait calciner du talc ou de la poudre de ces pierres *stéatites*, le feu leur enlève également cette propriété onctueuse ; ils deviennent moins doux au toucher comme l'était le mica avant d'avoir été atténué par l'eau.

Comme les micas ont été disséminés partout dès les premiers temps de la consolidation du globe, les produits secondaires de ces concrétions et agrégations sont presque aussi nombreux que ceux de tous les autres verres primitifs ; les micas en dissolution paraissent s'être mêlés dans les quartz gras, les pétrosilex et les jades, dont le poli ou la transparence graisseuse provient des molécules talqueuses qui y sont intimement unies. On les reconnaît dans les serpentes et dans les pierres ollaires qui, comme les jades, acquièrent plus de dureté par l'action du feu ; on les reconnaît de même dans la pierre-de-lard de la Chine et dans la molybdène. Toutes ces *stéatites* ou pierres micacées sont opaques et en masses uniformément compactes, mais les parties talqueuses sont encore plus évidentes dans les *stéatites* dont la masse n'est pas aussi compacte, et qui sont composées de couches ou de lames distinctes, telle que la craie de Briançon. Enfin, on peut suivre la décomposition des micas et des talcs, jusqu'aux amiantes, asbestes, cuir et liège de monta-

gne, qui ne sont que des filets très-déliés ou des feuillets minces et conglomérés d'une substance talqueuse ou micacée, lesquels ne sont pas réunis en larges lames, comme ils le sont dans les talcs.

JADE.

Le jade est une pierre talqueuse, qui néanmoins, dans l'état où nous la connaissons, est plus dense (1) et plus dure (2) que le quartz et le jaspé, mais qui me paraît n'avoir acquis cette densité et cette grande dureté que par le moyen du feu. Comme le jade est demi-transparent lorsqu'il est aminci, ce caractère l'éloigne moins des quartz que des jaspés, qui tous sont pleinement opaques, et l'on ne doit pas attribuer l'excès de sa densité sur celle du quartz aux parties métalliques dont on pourrait supposer qu'il serait imprégné ; car le jade blanc auquel le mélange du métal n'a pas donné de couleur, pèse autant que les jades colorés de vert et d'olivâtre, et tous pèsent spécifiquement plus que le quartz ; il n'y a donc que le mélange du schorl qui aurait pu produire cette augmentation de densité : mais dans cette supposition, le jade aurait acquis par ce mélange du schorl un certain degré de fusibilité ; et cependant, M. Dareet, qui a fait l'analyse chimique du jade, n'a pas observé cette fusibilité ; il dit seulement que le jade contient du quartz, qu'il prend au feu plus de dureté qu'il n'en avait auparavant, qu'il y change de couleur, et que de vert ou verdâtre, il devient jaune ou jaunâtre : mais M. Demeste assure que le jade se boursouffle à un feu violent, et qu'il se vitrifie sans aucun intermède. Ces faits paraissent opposés, et néanmoins peuvent se concilier : il est certain que le jade, quoique très-dur, se dureit encore au feu ; et cette propriété le rapproche déjà des serpentines et autres pierres talqueuses, qui deviennent d'autant plus dures qu'elles sont plus violemment chauffées ; et comme il y a des ardoises et des schistes dont la densité approche assez de celle du jade (3) on pourrait imaginer que le fond de la substance de cette pierre est un schiste qui, ayant été pénétré d'une forte quantité de sue quartzeux, a acquis cette demi-transparence, et pris autant et plus de dureté que le quartz même ; et si le jade se fond et se vitrifie sans intermède, comme le dit M. Demeste, on pourrait croire aussi qu'il est entré

(1) La pesanteur spécifique du jade blanc est de 29502 ; celle du jade vert, de 29660, et du jade olivâtre, de 29829 ; tandis que celle du quartz le plus pesant n'est que de 26346 et celle de tous les jaspés n'est que de 26 ou 27000. (Voyez la Table de M. Brisson.)

(2) M. Pott, dans sa *Lithogéognosie*, tome II, dit expressément que *le jade ne fait point feu contre l'acier* ; mais je puis assurer qu'ayant fait cette épreuve sur du jade vert et du jade blanc, il m'a paru que ces pierres étincelaient autant qu'aucune autre pierre vitreuse : il est vrai que, connaissant leur grande dureté, je me suis servi de limes au lieu d'acier pour les choquer et en tirer des étincelles.

(3) La pesanteur spécifique du schiste qui couvre les bancs d'ardoise est de 28276.

du schorl dans sa composition, et que c'est par ce mélange qu'il a acquis sa densité et sa fusibilité.

Néanmoins le poli terne, gras et savonneux de tous les jades, ainsi que leur endurcissement au feu, indiquent évidemment que leur substance n'est composée que d'une matière talqueuse, dont ces deux qualités sont les principaux caractères; et les deux autres propriétés par lesquelles on serait en droit de juger de la nature du jade, c'est-à-dire sa dureté et sa densité, pourraient bien ne lui avoir pas été données par la nature, mais imprimées par le secours de l'art, et principalement par l'action du feu, d'autant que jusqu'ici l'on n'a pas vu des jades dans leurs carrières ni même en masses brutes, et qu'on ne les connaît qu'en morceaux travaillés. D'ailleurs le jade n'est pas, comme les autres produits de la nature, universellement répandu; je ne sache pas qu'il y en ait en Europe; le jade blanc vient de la Chine, le vert de l'Indostan, et l'olivâtre de l'Amérique méridionale: nous ne connaissons que ces trois sortes de jades, qui, quoique produits ou travaillés dans des régions si éloignées les unes des autres, ne diffèrent néanmoins que par les couleurs. Il s'en trouve de même dans quelques autres contrées des deux Indes (1), mais toujours en morceaux isolés et travaillés. Cela seul suffirait pour nous faire soupçonner que cette matière, telle que nous la connaissons, n'est pas un produit immédiat de la nature, et je me persuade que ce n'est qu'après l'avoir travaillée qu'on lui a donné, par le moyen du feu, sa très-grande dureté; car de toutes les pierres vitreuses le jade est la plus dure, les meilleures limes ne l'entament pas, et l'on prétend qu'on ne peut le travailler qu'avec la poudre du diamant: néanmoins les anciens Américains en avaient fait des haches, et sans doute ils ne s'étaient pas servis de poudre de diamant pour donner au jade cette forme tranchante et régulière. J'ai vu plusieurs de ces haches de jade olivâtre de différente grandeur; j'en ai vu d'autres morceaux travaillés en forme de cylindre et percés d'un bout à l'autre, ce qui suppose l'action d'un instrument plus dur que la pierre: or, les Américains n'avaient aucun outil de fer, et ceux de notre acier ne peuvent percer le jade dans l'état où nous le connaissons; on doit donc penser qu'au sortir de la terre le jade est moins dur que quand il a perdu toute son humidité par le dessèchement à l'air; et que c'est dans cet état humide que les sauvages de l'Amérique l'ont travaillé. On fait dans l'Indostan des tasses et d'autres vases de jade vert; à la Chine on sculpte en magots le jade blanc, l'on en fait aussi des manches de sabres; et partout ces pierres ouvragées sont à bas prix; il est donc certain qu'on a trouvé les moyens de creuser, figurer et graver le jade avec peu de travail, et sans se servir de poudre de diamant.

Le jade vert n'a pas plus de valeur réelle que le jade blanc, et il n'est estimé que par des propriétés imaginaires, comme de préserver ou guérir de la pierre, de la gravelle, etc.; ce qui lui a fait donner le nom de *pierre néphrétique*. Il serait difficile

(1) On nous assure qu'il y a du jade vert à Sumatra, et M. de la Condamine dit qu'on trouve du jade olivâtre sur les côtes de la mer du Sud au Pérou, aussi bien que sur les terres voisines de la rivière des Amazones.

de deviner sur quel fondement les Orientaux et les Américains se sont également, et sans communication, infatués de l'idée des vertus médicinales de cette pierre : ce préjugé s'est étendu en Europe, et subsiste encore dans la tête de plusieurs personnes ; car on m'a demandé souvent à emprunter quelques-unes de ces pierres vertes pour les appliquer, comme amulettes, sur l'estomac et sur les reins ; on les taille même en petites plaques un peu courbées, pour les rendre plus propres à cet usage.

Les plus grands morceaux de jade que j'aie vus, n'avaient que neuf ou dix pouces de longueur ; et tous, grands et petits, ont été taillés et figurés. Au reste, nous n'avons aucune connaissance précise sur les matières dont le jade est environné dans le sein de la terre, et nous ignorons quelle peut être la forme qu'il affecte de préférence. Nous ne pouvons donc qu'exhorter les voyageurs éclairés à observer cette pierre dans le lieu de sa formation : ces observations nous fourniraient plus de lumières que l'analyse chimique sur son origine et sa composition.

En attendant ce supplément à nos connaissances, je crois qu'on peut présumer avec fondement que le jade, tel que nous le connaissons, est autant un produit de l'art que de la nature ; que quand les sauvages l'ont travaillé, percé et figuré, c'était une matière tendre, qui n'a acquis sa grande dureté et sa pleine densité que par l'action du feu auquel ils ont exposé leurs haches et autres morceaux qu'ils avaient percés ou gravés dans leur état de mollesse ou de moindre dureté. J'appuie cette présomption sur plusieurs raisons et sur quelques faits. 1° J'ai vu une petite hache de jade olivâtre, d'environ quatre pouces de longueur sur deux pouces et demi de largeur, et un pouce d'épaisseur à la base, venant des terres voisines de la rivière des Amazones, et cette hache n'avait pas à beaucoup près la dureté des autres haches de jade ; on pouvait l'entamer au couteau, et, dans cet état, elle n'aurait pu servir à l'usage auquel sa forme de hache démontrait qu'elle était destinée : je suis persuadé qu'il ne lui manquait que d'avoir été chauffée, et que par la seule action du feu elle serait devenue aussi dure que les autres morceaux de jade qui ont la même forme ; les expériences de M. Darcet confirment cette présomption, puisqu'il a reconnu qu'on augmente encore la dureté du jade en le chauffant.

2° Le poli gras et savonneux du jade indique que sa substance est imprégnée de molécules talqueuses qui lui donnent cette douceur au toucher, et ceci se confirme par un second rapport entre le jade et les pierres talqueuses, telles que les serpentes et pierres ollaires, qui toutes sont molles dans leurs carrières, et qui prennent à l'air, et surtout au feu, un grand degré de dureté.

3° Comme le jade se fond, suivant M. Demeste, à un feu violent, et que les micas et le talc peuvent s'y fondre de même et sans intermède, je serais porté à croire que cette pierre pourrait n'être composée que de quartz mêlé d'une assez grande quantité de mica ou de talc pour devenir fusible, ou que, si le seul mélange du talc ne peut produire cette fusibilité du jade, on doit encore y supposer une certaine quantité de schorl qui aurait augmenté sa densité et sa fusibilité.

Enfin nous nous rapprocherons de l'ordre de la nature, autant qu'il est possible,

en regardant le jade comme une matière mixte, et formant la nuance entre les pierres quartzieuses et les pierres micacées ou talqueuses dont nous allons traiter.

SERPENTINES.

Ce nom de *serpentine* vient de la variété des petites taches que ces pierres présentent lorsqu'elles sont polies, et qui sont assez semblables aux taches de la peau d'un serpent : la plupart de ces pierres sont pleinement opaques ; mais il s'en trouve aussi qui ont naturellement une demi-transparence, ou qui la prennent lorsqu'elles sont amincies. Ces serpentines demi-transparentes ont plus de dureté que les autres, et ce sont celles qui approchent le plus du jade par ces deux caractères de demi-transparence et de dureté ; d'ailleurs elles diffèrent des autres serpentines, et ressemblent encore au jade olivâtre par leur couleur verdâtre, uniforme, sans taches et sans mélange d'autres couleurs, tandis qu'il y a des taches en grand nombre et des couleurs diverses dans toutes les serpentines opaques. Celles qui sont demi-transparentes, étant plus dures que les autres, reçoivent un beau poli, mais toujours un peu gras comme celui du jade ; elles sont assez rares, et les naturalistes qui ont eu occasion de les observer en distinguent deux sortes, toutes deux à demi-transparentes lorsqu'elles sont réduites à une petite épaisseur : l'une paraît composée de filaments réunis les uns contre les autres, et présente une cassure fibreuse ; on l'a trouvée en Saxe près de Zobiltz, où elle a été nommée *Pierre néphrétique*, à cause de sa grande ressemblance avec le jade verdâtre qui porte aussi ce nom : l'autre se trouve en Suède, et ne présente pas de fibres, mais des grains dans sa cassure.

Les serpentines opaques et tachées sont bien plus communes que ces serpentines demi-transparentes, de couleur uniforme ; presque toutes sont au contraire marquetées ou veinées et variées de couleurs différentes ; elles ont des taches de blanc, de gris, de noir, de brun, de vert et de rougeâtre : quoique plus tendres que les premières, et même moins dures que le marbre, elles se polissent assez bien ; et comme elles ne font aucune effervescence avec les acides, on les distingue aisément des beaux marbres, avec lesquels on pourrait les confondre par la ressemblance des couleurs et par leur poli. D'ailleurs, loin de se calciner au feu comme le marbre, toutes les serpentines s'y dureissent et y résistent même plus qu'aucune autre pierre vitreuse ou calcaire ; on peut en faire des creusets comme l'on en fait avec le molybdène, qui, quoique moins dure que les serpentines, est, au fond, de la même essence, ainsi que toutes les autres stéatites.

« A deux lieues de la ville de Grenade, dit M. Bowles, se trouve la fameuse car-

rière de serpentine de laquelle on a tiré les belles colonnes pour les salons de Madrid, et plusieurs autres morceaux qui ornent le palais du roi. Cette serpentine prend un très-beau poli. »

Nous ne connaissons point de semblables carrières en France; cependant M. Guettard a observé que les rivières de Cervières et de Guil en Dauphiné entraînent d'assez gros morceaux de serpentine, et qu'il s'en trouve même dans la vallée de Souliers ainsi que dans plusieurs autres endroits de cette province: on en voit de petites colonnes dans l'église des Carmélites à Lyon.

En Italie, les plus grands morceaux de serpentine que l'on connaisse sont deux colonnes dans l'église de Saint-Laurent à Rome. La pierre appelée *gabro* par les Florentins est une sorte de serpentine. « Il y a, dit M. Faujas de Saint-Fond, des gabros verdâtres ou jaunâtres avec des taches d'un vert plus ou moins foncé; d'autres sont chargés de taches rougeâtres demi-transparentes, sur un fond verdâtre; on remarque dans plusieurs gabros des micas de différentes couleurs... J'ai dans ma collection un très-beau gabro d'Italie, d'une consistance dure, d'un poli gras, mais très-éclatant, mêlé de diverses nuances, d'un rouge très-vif sur un fond noir-verdâtre, dans lequel on voit de petites lames de mica traverser le vert. » Cette pierre est si commune aux environs de Florence, que l'on s'en sert pour paver les rues comme pour orner les maisons et les églises; il y en a de très-beaux morceaux dans celle des Chartreux, à trois milles de Florence.

En comparant les densités du talc avec celles des micas et des serpentines, nous verrons, 1^o qu'il n'y a que les micas noirs et la serpentine fibreuse dont la pesanteur spécifique soit plus grande que celle du talc (1); 2^o que tous les autres micas sont un peu moins denses que le talc (2); 3^o que toutes les serpentines, à l'exception de la fibreuse, sont moins denses que le talc et les micas (3). On pourrait donc en inférer, que, dans la serpentine fibreuse et dans le mica noir, les parties mica-cées sont plus rapprochées et plus intimement unies que dans les autres serpentines et micas, ou plutôt on doit penser qu'il est entré dans leur composition une certaine quantité de parties de sehorl ou de fer qui leur aurait donné ce surplus de densité: je dis de fer, parce que la partie verte de ces serpentines étant réduite en poudre, est attirable à l'aimant; ce fer y est donc dans le même état que le sable magnétique de la platine, et non pas en état de chaux.

(1) Pesanteur spécifique du talc de Moscovie, 27917; du mica noir, 29004; de la serpentine demi-transparente fibreuse, 29960. (Table de M. Brisson.)

(2) Pesanteur spécifique du talc de Moscovie, 27917; du mica blanc, 27044; du mica jaune, 26546. (Table de M. Brisson.)

(3) Pesanteur spécifique de la serpentine d'Italie, ou gabro des Florentins, 21393; de la serpentine opaque tachée de noir et de blanc, 23767; de la serpentine opaque tachée de noir et de gris, 22645; de la serpentine opaque veinée de noir et d'olivâtre, 25939; de la serpentine demi-transparente, 25808. (Table de M. Brisson.)

PIERRES OLLAIRES.

Cette dénomination est ancienne, et paraît bien appliquée à ces pierres dont on peut faire des marmites et d'autres vases de cuisine; elles ne donnent aucun goût aux comestibles que l'on y fait cuire; elles ne sont mêlées d'aucun autre métal que de fer, qui, comme l'on sait, n'est pas nuisible à la santé: elles étaient bien connues et employées aux mêmes usages dès les temps de Pline; on peut les reconnaître, par sa description, pour les mêmes, ou du moins pour semblables à celles que l'on tire aujourd'hui du pays des Grisons, et qui portent le nom de *pierres de Côme*, parce qu'on les travaille et qu'on en fait commerce dans cette petite ville de l'Italie. La cassure de cette pierre de Côme n'est pas vitreuse, mais écailleuse. Sa substance est semée de particules brillantes de mica; elle n'a que peu de dureté et se coupe aisément; on la travaille au ciseau et au tour; elle est douce au toucher, et sa surface polie est d'un gris mêlé de noir. Cette pierre se trouve en petits bancs sous des rochers vitreux beaucoup plus durs, en sorte qu'on en exploite les carrières sous terre en suivant le lit de pierre tendre, comme l'on suivrait une veine de charbon de terre. On tranche à la scie les blocs que l'on en tire, et l'on en fait ensuite de la vaisselle de toutes formes: elle ne casse point au feu, et les bons économistes la préfèrent à la faïence et à la poterie. Comme toutes les autres pierres ou terres, elle s'échauffe et se refroidit plus vite que le cuivre ou le fer; et lorsqu'on lui fait subir l'action d'un feu violent, elle blanchit et se durcit au point de faire feu contre l'acier.

Toutes les autres pierres ollaires ont à peu près les mêmes propriétés, et ne diffèrent de la pierre de Côme que par la variété de leurs couleurs; il y en a dans lesquelles on distingue à la fois du blanc, du noir, du gris, du vert et du jaune; d'autres dans lesquelles les paillettes de mica et les petites lames talqueuses sont plus nombreuses et plus brillantes: mais toutes sont opaques, tendres et douces au toucher; toutes se durcissent à l'air, et encore plus au feu; toutes participent de la nature du talc et de l'argile; elles en réunissent les propriétés, et peuvent être regardées comme l'une des nuances par lesquelles la nature passe du dernier degré de la décomposition des micas au premier degré de la composition des argiles et des schistes.

La densité de la pierre de Côme et des autres pierres ollaires est considérablement plus grande que celle de la plupart des serpentines, et encore plus grande que celle du talc (1); ce qui me fait présumer qu'il est entré des parties métalliques, et particulièrement du fer, dans leur composition, ainsi que dans la serpen-

(1) La pesanteur spécifique de la pierre de Côme est de 28729; celle de la pierre ollaire feuilletée de Suède est de 28331; celle du talc de Moscovie n'est que de 27917; celle de la plupart des serpentines est entre 22 et 26000.

tine fibreuse et dans le mica noir, qui sont beaucoup plus pesants que les autres : on en a même acquis la preuve; car, après avoir pulvérisé des pierres ollaires, M. Pott et d'autres observateurs en ont tiré du fer par le moyen de l'aimant : ce fer était donc dans son état magnétique lorsqu'il s'est mêlé avec la matière de ces pierres, et ce fait nous démontre encore que toutes ces pierres serpentines et ollaires ne sont que de seconde et même de troisième formation, et qu'elles n'ont été produites que par les détriments et les exfoliations des tates et des micas mêlés de particules de fer.

Ces pierres talqueuses se trouvent non-seulement dans le pays des Grisons, mais dans plusieurs autres endroits de la Suisse; et il est à présumer qu'on en trouverait dans le voisinage de la plupart des grandes montagnes vitreuses de l'un et de l'autre continent : on en a trouvé non-seulement en Italie et en Suisse, mais en France, dans les montagnes de l'Auvergne; il y en a aussi dans quelques provinces de l'Allemagne (1), et les relateurs nous assurent qu'on en a rencontré en Norwège et en Groenland. Ces pierres sont aussi très-communes dans quelques îles de l'Archipel, où il paraît qu'on les emploie depuis longtemps à faire des vases et de la vaisselle.

On pourrait se persuader qu'il est nécessaire d'employer de l'huile pour donner aux pierres ollaires de la dureté et plus de solidité, d'autant que Théophraste et Pline ont assuré ce fait comme une vérité; mais M. Pott a démontré, le premier, que cet endurcissement des pierres ollaires se faisait également sans huile et par la seule action du feu. Cet habile chimiste a fait une longue et savante dissertation sur ces pierres ollaires et sur les stéatites en général; il dit avec raison qu'elles offrent un grand nombre de variétés : il indique les principaux endroits où on les trouve, et il observe que c'est pour l'ordinaire vers la surface de la terre qu'on rencontre cette matière, et qu'elle ne se trouve guère à une grande profondeur. En effet elle n'est pas de première, mais de seconde, et peut-être de troisième formation; car la composition des serpentines et des pierres ollaires exige d'abord l'atténuation du mica en lames ou en filets talqueux, et ensuite leur formation suppose le mélange et la réunion de ces parties talqueuses avec un ciment ferrugineux, qui a donné la consistance et les couleurs à ces pierres.

M. Pott, après avoir examiné les propriétés de ces pierres, en conclut qu'on doit les rapporter aux argiles, parce qu'elles se durcissent au feu; ce qui, selon lui, n'arrive qu'aux seules argiles. Il avoue que ces pierres ne se délaient pas dans l'eau comme l'argile, mais que néanmoins, en les pulvérisant et les lavant, « elles se laissent en quelque sorte travailler à la roue à potier, et que réduite en pâte avec de l'eau, cette pâte se durcit au feu. » Nous observerons néanmoins que ce n'est pas de l'argile, mais du mica, que ces pierres tirent leur origine et leurs principales propriétés, et que si elles contiennent de l'argile, ce n'est qu'en petite quantité, et

(1) Mylius fait mention d'une semblable pierre ollaire que l'on trouve en Saxe, dans la forêt de Schmiedfeld auprès de Suhl, qui d'abord est molle, mais qui étant mise au feu prend la dureté du verre.

toujours beaucoup moins qu'elles ne contiennent de mica ou de talc; seulement on peut passer par degrés des stéatites à l'ardoise, qui contient au contraire beaucoup plus d'argile que le mica, et qui a plusieurs propriétés communes avec elle. Il est vrai que les ardoises et même les argiles molles qui sont mêlées de talc ou de mica, sont, comme les stéatites, douces et savonneuses au toucher, qu'elles se durcissent au feu, et que leurs poudres ne prennent jamais autant de consistance que ces matières en avaient auparavant: mais cela prouve seulement le passage de la matière talqueuse à l'argile, comme nous l'avons démontré pour le quartz et le grès; et il en est de même des autres verres primitifs et des matières qui en sont composées, car toutes les substances vitreuses peuvent se réduire avec le temps en terre argileuse.

MOLYBDÈNE.

La molybdène est une concrétion talqueuse plus légère que les serpentines et pierres ollaires, mais qui, comme elles, prend au feu plus de dureté, et même de densité (1). Sa couleur est noirâtre et semblable à celle du plomb exposé à l'air: ce qui lui a fait donner les noms de *plombagine* et *mine de plomb*; cependant elle n'a rien de commun que la couleur avec ce métal, dont elle ne contient pas un atome; le fond de sa substance n'est que du mica atténué ou du talc très-fin, dont les parties rapprochées par l'intermède de l'eau ne sont pas réunies d'assez près pour former une matière aussi compacte et aussi dure que celle des serpentines, mais du reste est de la même essence, et nous présente tous les caractères d'une concrétion talqueuse.

Les chimistes récents ont voulu séparer la plombagine de la molybdène, et les distinguer en ce que la molybdène ne contient point de soufre, et que la plombagine au contraire en fournit une quantité sensible. Il est bien vrai que la molybdène ne contient point de soufre: mais quand même on trouverait dans le sein de la terre de la molybdène mêlée de soufre, ce ne serait pas une raison de lui ôter son nom pour lui donner celui de *plombagine*; car cette dernière dénomination n'est fondée que sur un rapport superficiel et qui peut induire en erreur, puisque cette plombagine n'a rien de commun que la couleur avec le plomb. J'ai fait venir de gros et beaux morceaux de molybdène du duché de Cumberland, et l'ayant comparée avec la molybdène d'Allemagne, j'ai reconnu que celle d'Angleterre était plus pure, plus légère et plus douce au toucher (2); le prix en est aussi très-

(1) La pesanteur spécifique de la molybdène du duché de Cumberland est de 20891; et lorsqu'elle a subi l'action du feu, sa pesanteur est de 23006.

(2) La pesanteur spécifique de la molybdène d'Allemagne est de 22456; tandis que celle de Cumberland n'est que de 20891.

différent, celle de Cumberland est dix fois plus chère à volume égal : cependant ni l'une ni l'autre de ces molybdènes, réduites en poudre et mises sur les charbons ardents, ne répandaient l'odeur de soufre ; mais ayant mis à la même épreuve les crayons qui sont dans le commerce, et qui me paraissent être de la même substance, ils ont tous exhalé une assez forte odeur sulfureuse ; et j'ai été informé que, pour épargner la matière de la molybdène, les Anglais en mêlaient la poudre avec du soufre avant de lui donner la forme de crayon : on a donc pu prendre cette molybdène artificielle et mêlée de soufre pour une matière différente de la vraie molybdène, et lui donner en conséquence le nom de *plombagine*. M. Scheele, qui a fait un grand nombre d'expériences sur cette matière, convient que la plombagine pure ne contient point de soufre, et dès lors cette plombagine pure est la même que notre molybdène ; il dit avec raison qu'elle résiste aux acides, mais que par la sublimation avec le sel ammoniac elle donne des fleurs martiales. Cela me semble indiquer que le fer entre dans sa composition, et que c'est à ce métal qu'elle doit sa couleur noirâtre.

Au reste, je ne nie pas qu'il ne se trouve des molybdènes mêlées de pyrites, et qui dès lors exhalent au feu une odeur sulfureuse ; mais, malgré la confiance que j'ai aux lumières de mon savant ami M. de Morveau, je ne vois pas ici de raison suffisante pour être de son avis, et regarder la plombagine comme une matière toute différente de la molybdène. Je donne ici copie de la lettre qu'il m'a écrite à ce sujet (1) dans laquelle j'avoue que je ne comprends pas pourquoi cet habile chimiste dit que la molybdène est mêlée de soufre, tandis que M. Scheele assure le contraire, et qu'en effet elle n'en répand pas l'odeur sur des charbons ardents.

Je persiste donc à penser que la molybdène pure n'est composée que de particules talqueuses mêlées avec une argile savonueuse, et teintes par une dissolution ferrugineuse : cette matière est tendre, et donne sa couleur plombée et luisante à toutes les matières sur lesquelles on la frotte ; elle résiste plus qu'aucune autre à la violente action du feu : elle s'y durcit, et l'on en fait de grands creusets pour l'usage des monnaies. J'ai moi-même fait usage de plusieurs de ces creusets, qui résistent très-longtemps à l'action du plus grand feu.

(1) « Je ne doute pas qu'on ne fasse des mélanges avec du soufre pour des crayons, et que ce que l'on m'avait autrefois vendu en masse pour de la molybdène ne fût un de ces mélanges ; mais je ne puis plus douter maintenant de ce que j'ai vu dans mes propres expériences sur des morceaux qui tenaient à la roche quartzense, comme celui que vous avez tenu venant de Suède, et qui par conséquent ne peuvent être de compositions artificielles. Or, de sept échantillons, tous tenant au rocher, que j'ai éprouvés, et qui se trouvent ici dans les cabinets de M. de Chamblanc et de M. de Saint-Mesmin, quatre se sont trouvés être de la molybdène, et trois de la plombagine. Il est facile de les confondre à la vue ; mais il est tout aussi facile de les distinguer par leurs principes constituants, car il n'y a rien de si différent. La *molybdène* est composée de soufre et d'un acide particulier ; la *plombagine* est un composé de gaz méphitique et de feu fixe, ou phlogistique, avec un cinq cent soixante-seizième de fer. J'ai fait en dernier lieu le foie de soufre avec les quatre molybdènes dont je vous ai parlé ; et pour la plombagine, j'avais déjà répété, au cours de l'année dernière, toutes les expériences de M. Scheele, que je m'étois fait traduire, et dont la traduction a été imprimée dans le *Journal de Physique* de février dernier. Ce qui me persuade que cette distinction entre la plombagine et la molybdène est présentement aussi connue des Anglais que des Suédois et des Allemands, c'est que M. Kirwan, de la Société royale de Londres, m'écrivit, peu de temps après, que j'avais rendu un vrai service aux chimistes français en publiant ce morceau dans leur langue, parce qu'ils ne parussent pas au courant des travaux des étrangers. (*Lettre de M. de Morveau à M. de Buffon, datée de Dijon, 5 décembre 1782.*)

On trouve de la molybdène plus ou moins pure en Angleterre, en Allemagne, en Espagne ; et je suis persuadé qu'en faisant des recherches en France, dans les contrées de granite et de grès, on en pourrait rencontrer, comme l'on y trouve en effet d'autres concrétions du talc et du mica : cette matière, au prix que la vendent les Anglais, est assez chère pour en faire la recherche, d'autant que l'exportation en est prohibée avant qu'elle ne soit réduite en crayons fins et grossiers, qu'ils ont soin de toujours mélanger d'une plus ou moins grande quantité de soufre.

PIERRES-DE-LARD ET CRAIE D'ESPAGNE.

On a donné ces noms impropres aux pierres dont il est ici question parce qu'ordinairement elles sont blanches comme la craie, et qu'elles ont un poli grasseyé qui leur donne de la ressemblance avec le lard. Nous en connaissons de deux sortes, qui ne nous offrent que de très-légères différences : la première est celle qui porte le nom de *Pierre-de-lard*, et dont on fait des magots à la Chine ; et la seconde est celle à laquelle on a donné la dénomination de *craie d'Espagne*, mais très-improprement, puisqu'elle n'a aucun autre rapport avec la craie que la couleur et l'usage qu'on en fait en la taillant de même en crayons pour tracer des lignes blanches ; car cette craie d'Espagne et la pierre-de-lard de la Chine sont toutes deux des stéatites ou pierres talqueuses dont la substance est compacte et pleine, sans apparence de couches, de lames ou de feuilletés : elles sont blanches, sans taches et sans couleurs variées ; elles n'ont pas autant de dureté qu'en ont les serpentines et les pierres ollaires, quoique leur densité soit plus grande que celle de ces pierres (1).

Cette pierre, craie d'Espagne, est d'autant plus mal nommée, qu'on la trouve en plusieurs autres contrées (2) ; on l'appelle en Italie *pietra di sartori*, pierre des tailleurs d'habits, parce que ces ouvriers s'en servent pour rayer leurs étoffes. Ordinairement elle est blanche : cependant il y en a de la grise, de la rouge, de la marbrée ; de couleur jaunâtre et verdâtre, dans quelques contrées. Cette pierre n'a de rapport avec la craie que par sa mollesse : on peut l'entamer avec l'ongle dans son état naturel ; mais elle se durcit au feu comme toutes les autres pierres talqueuses : elle est de même douce au toucher et ne prend qu'un poli gras.

(1) La pesanteur spécifique de la craie d'Espagne est de 27902, c'est-à-dire presque égale à celle du talc. La pesanteur spécifique de la pierre-de-lard de la Chine est de 25834, c'est-à-dire à peu près égale à celle de la serpentine opaque veinée de noir et d'olivâtre, mais considérablement moindre que celle de la plupart des autres serpentines et pierres ollaires.

(2) En Allemagne, dans le margraviat de Bareith, en Suisse, etc.

La pierre-de-lard, dont les Chinois font un si grand nombre de magots, est de la même essence que cette pierre-craie d'Espagne : communément elle est blanche ; cependant il s'en trouve aussi d'autres couleurs, et particulièrement de couleur rose, ce qui donne à ces figures l'apparence de la chair. Ces pierres-de-lard, soit de la Chine, soit d'Espagne ou des autres contrées de l'Europe, sont moins dures que les serpentines et les pierres ollaires, et néanmoins on peut les employer aux mêmes usages, et en faire des vases et de la vaisselle de cuisine qui résiste au feu, s'y durcit, et ne s'imbibe pas d'eau ; elles ne diffèrent, en un mot, des pierres ollaires que parce qu'elles sont plus tendres et moins colorées. M. Pott, qui a comparé cette pierre-de-lard de la Chine avec la craie d'Espagne, les pierres ollaires et les serpentines, dit avec raison que « toutes ces pierres sont de la même essence. On y aperçoit souvent, quand on les rompt, des particules brillantes de tale ; l'air n'y cause d'autre changement que de les durcir un peu davantage : si on les jette dans l'eau, il s'y en imbibe un peu avec sifflement ; mais elles ne s'y dissolvent pas comme l'argile... La poudre de ces pierres forme avec l'eau une pâte qu'on peut pétrir aisément. Suivant les différents degrés du feu auquel on les expose, elles se durcissent jusqu'au point d'étinceler abondamment lorsqu'on les frappe contre l'acier, et elles prennent alors un beau poli : elles blanchissent pour l'ordinaire à un feu découvert, et c'est par cette blancheur que la terre de la Chine l'emporte si fort sur les autres espèces ; mais un feu renfermé la jaunit. L'espèce jaune de cette terre rougit au contraire, son rouge devient même vif ; il en sort des étincelles, et son poli égale presque celui du jaspe : cela me fait soupçonner que ces têtes excellemment gravées, ces statues et ces autres monuments des anciens ouvriers, dont l'art, la durée et la dureté font aujourd'hui l'admiration des nôtres, ne sont autre chose que des ouvrages faits avec des terres stéatitiques sur lesquelles on a pu travailler à souhait, et qui, ayant acquis au feu la dureté des pierres, ont finalement été embellies de la polissure qui y subsiste encore.

» En sculptant exactement cette terre crue, on en peut faire les plus excellents ouvrages des statuaires, qui reçoivent ensuite au feu une parfaite dureté, qui sont susceptibles du plus beau poli, et qui résistent à toutes les causes de destruction.

» Mais surtout les chimistes peuvent s'en servir pour faire les fourneaux et les creusets les plus solides, et qui résistent admirablement au feu et à la vitrification. »

Tout ce que dit ici M. Pott s'accorde parfaitement avec ce que j'ai pensé sur la nature et la dureté du jade, qui, par son poli gras et par l'endurcissement qu'il prend au feu, doit être mis au nombre des pierres talqueuses : les sauvages de l'Amérique n'auraient pu percer ni graver le jade s'il eût eu la dureté que nous lui connaissons, et sans doute ils la lui ont donnée par le moyen du feu.

CRAIE DE BRIANÇON.

Cette pierre n'est pas plus craie que la craie d'Espagne ; c'est également une pierre talqueuse, et presque même un véritable talc : elle n'en diffère qu'en ce que les lames dont elle est composée sont moins solides que celles du talc, et se divisent plus aisément en parcelles micacées qui sont un peu plus aigres au toucher que les particules du talc. Cette pierre n'est donc qu'un talc imparfait, c'est-à-dire un agrégat de particules d'un mica qui n'a pas encore subi tous les degrés de l'atténuation nécessaire pour devenir talc ; mais le fond de sa substance est le même : sa dureté, sa densité, sont aussi à très-peu près les mêmes (1), et ses autres propriétés n'en diffèrent que du moins au plus ; car, après le talc, c'est de toutes les stéatites la plus tendre et la plus douce au toucher. On la trouve plus fréquemment et en plus grandes masses que les talcs ; elle s'offre aussi en différents états dans ses carrières, et on la distingue par la qualité de ses parties constituantes, qui sont plus ou moins fines ou grossières. La plus fine est presque aussi transparente que le talc lorsqu'elle est réduite à une petite épaisseur, et ne paraît différer du vrai talc qu'en ce que les lames qui la composent ne sont pas lisses, et qu'elles ont à leur surface des stries et des tubercules ; en sorte que quand on veut séparer ces lames, elles ne se détachent pas les unes des autres comme dans les talcs, mais qu'elles se brisent en petites écailles : cette craie est donc un talc qui n'a pas acquis toute sa perfection. Celui qu'on appelle *talc de Venise* ou *de Naples* est absolument de la même nature, et on se sert également de leur poudre pour faire le fard blanc et la base du rouge dont nos femmes font un usage agréable aux yeux, mais déplaisant au toucher.

 AMIANTE ET ASBESTE.

L'amiante et l'asbeste sont encore des substances talqueuses qui ne diffèrent l'une de l'autre que par le degré d'atténuation de leurs parties constituantes ; toutes deux sont composées de filaments séparés longitudinalement, ou réunis assez régulièrement en directions obliques et convergentes : mais dans l'amiante ces filaments sont plus longs, plus flexibles et plus doux au toucher que dans l'asbeste ;

(1) La pesanteur spécifique du talc de Moscovie est de 27317 ; celle de la craie de Briançon grossière, c'est-à-dire qui se délite en feuillets comme le talc, est de 27274 ; et celle de la craie de Briançon fine est de 26689, à peu près égale à celle du mica jaune.

et comme cette même différence se trouve entre les tales et les micas, on peut en conclure que l'amiante est composé de parties talqueuses, et l'asbeste de parties micacées, qui n'ont pas encore été assez atténuées pour prendre la douceur et la flexibilité du tale. Il y a des amiantes en filaments longs de plus d'un pied, et des amiantes en filaments qui n'ont que quelques lignes de longueur; mais ils sont également flexibles et doux au toucher. Ces filaments ont le lustre et la finesse de la soie: ils sont unis parallèlement dans leur longueur; on peut même les séparer les uns des autres sans les rompre. Les amiantes longs qui se trouvent dans les Alpes piémontaises sont d'un assez beau blanc; et les amiantes courts qu'on trouve aux Pyrénées sont d'un blanc verdâtre. Nous verrons tout à l'heure que les Alpes et les Pyrénées ne sont pas les seuls lieux qui produisent cette substance, et qu'on la rencontre dans toutes les parties du monde, au pied ou sur les flancs des montagnes vitreuses.

L'asbeste, qui n'est que de l'amiante imparfait et moins doux au toucher, se présente en filets semblables à ceux de l'alun de plume, ou bien en groupes et en épis dont les filaments sont adhérents les uns aux autres: nos nomenclateurs, auxquels les dénominations même impropres ne coûtent rien, ont appelé asbeste *mûr* le premier, et asbeste *non mûr* le dernier, comme s'ils différaient par la maturité de leur substance, tandis qu'elle est la même dans l'un et l'autre, et qu'il n'y a de différence que dans la position parallèle ou divergente des filaments dont ils sont composés.

L'asbeste et l'amiante ne se brûlent ni ne se calcinent au feu; les anciens ont donné le nom de *lin incombustible* à l'amiante en longs filaments, et ils en faisaient des toiles qu'on jetait au feu, au lieu de les laver, pour les nettoyer: cependant les amiantes longs ou courts, et les asbestes *mûrs* ou *non mûrs*, se vitrifient comme le tale à un feu violent, et donnent de même une scorie cellulaire et poreuse; quelques-uns de nos habiles chimistes, ayant observé qu'il se trouve quelquefois du schorl dans l'amiante, ont pensé qu'il pouvait être formé par la décomposition du schorl, et qu'on devait les regarder l'un et l'autre comme des produits basaltiques. Mais ni le schorl, ni l'amiante ne sont des matières volcaniques: le schorl est un verre de nature produit par le feu primitif, et l'amiante ainsi que l'asbeste ont été formés par la décomposition du mica, qui, ayant été atténué par l'intermède des éléments humides, leur a donné naissance, ainsi qu'au tale et à toutes les autres substances talqueuses.

L'amiante se trouve souvent mêlé et comme incorporé dans les serpentines et pierres ollaires en si grande quantité, que quelques observateurs ont pensé que ces pierres tiraient leur origine de l'amiante; mais nous dirons avec plus de vérité que leur origine est commune, c'est-à-dire que ces pierres et l'amiante proviennent également de l'agrégation des parties du tale et du mica plus ou moins purs et plus ou moins décomposés. Quelques autres observateurs, ayant trouvé de l'amiante dans des terres argileuses, ont cru que c'était un produit de l'argile; ils ont attribué la même origine au mica, parce qu'on en rencontre souvent dans les terres

argileuses, et qu'ils ont reconnu que le mica ainsi que l'asbeste se convertissaient en argile : ils auraient dû en conclure, au contraire, que l'argile pouvait être produite par le mica, comme elle peut l'être et l'a en effet été par la décomposition du quartz, du feldspath et de toutes les autres matières vitreuses primitives. Enfin je ne crois pas qu'il soit nécessaire de discuter l'opinion de ceux qui ont cru que l'amiante et l'asbeste étaient formés par les sels de la terre : cette idée ne leur est venue qu'à cause de leur ressemblance avec l'alun de plume, dont néanmoins l'amiante et l'asbeste diffèrent par leur essence et par toutes leurs propriétés; car l'alun de plume est soluble dans l'eau, fusible dans le feu, et il a une saveur très-astringente : l'amiante et l'asbeste au contraire n'ont aucune propriété des sels; ils sont insipides, ne se dissolvent pas dans l'eau, résistent très-longtemps à l'ardeur du feu, et ne se vitrifient que par un feu du dernier degré; leur substance n'est composée que d'un mica plus ou moins atténué, que les stillations de l'eau ont charrié et disposé par filaments entre les couches de certaines matières. « Les particules qui sont appliquées à un corps solide par l'intermède d'un fluide peuvent prendre la forme de fibrilles, dit Stenon, soit en passant dans des pores ouverts comme dans des espèces de filières, soit en s'engageant, poussées par le fluide, dans les interstices des fibres déjà formées. »

Mais il n'est pas nécessaire de supposer, avec Stenon, des filières pour expliquer la formation des filaments de l'amiante, puisqu'on trouve cette même forme dans les talcs, dans les gypses, et jusque dans les sels; c'est même l'une des formes que la nature donne le plus souvent à toutes les matières visqueuses ou atténuées au point d'être grasses et douces au toucher.

Il ne paraît pas douteux que l'amiante ou l'asbeste des Grecs, le *lin vif* dont parle Pline, et la *salamandre* de quelques auteurs, ne soient une même chose, de sorte que ces diverses dénominations nous indiquent déjà une des principales propriétés de cette matière, qui résiste en effet à l'action du feu jusqu'à un certain point, mais qui néanmoins n'y est pas inaltérable comme on l'a prétendu.

Quoique l'amiante fût autrefois beaucoup plus rare qu'il ne l'est aujourd'hui, et que, selon le témoignage de Pline, son prix égalât celui des perles, il paraît cependant que les anciens connaissaient mieux que nous l'art de le préparer et d'en faire usage. Dans ce temps on tirait l'amiante de l'Inde, de l'Égypte, et particulièrement de Caryste, ville de l'Eubée, aujourd'hui Négrepont, d'où Pausanias l'a dénommé *linum carystium*.

Pour tirer la matière fibreuse et incombustible dont l'amiante est formé, on en brise la masse; on secoue ensuite l'espèce de filasse qui en provient, afin d'en séparer la terre; on la peigne, on la file, et on en fait une sorte de toile qui ne se consume que peu dans nos feux ordinaires : l'amiante ainsi préparé peut aussi servir à faire des mèches très-durables pour les lampes, et on en ferait également avec du talc, qui a de même la propriété de résister au feu. « Il y a une sorte de lin qu'on nomme lin vif, *linum vivum*, parce qu'il est incombustible, dont j'ai vu, dit Pline, des nappes qu'on jetait après le repas dans le feu lorsqu'elles étaient sales,

et qu'on en retirait beaucoup plus blanches qui si elles eussent été lavées; on enveloppe les corps des rois, après leur mort, avec une toile faite de ce lin, lorsqu'on veut les brûler, afin que les cendres du corps ne se mêlent point avec celles du bûcher... Ce lin est très-rare, difficile à travailler, parce qu'il est très-court : il perd dans le feu la couleur rousse qu'il avait d'abord, et il devient d'un blanc éclatant.» Le père Kircher dit qu'il avait, entre autres ouvrages faits des filaments de cette pierre, une feuille de papier sur laquelle on pouvait écrire, et qu'on jetait ensuite au feu pour effacer l'écriture, d'où on la retirait aussi blanche qu'avant qu'on s'en fût servi, de sorte qu'une seule feuille de ce papier aurait pu servir au commerce de lettres de deux amis; il dit aussi qu'il avait un voile de femme pareillement fait de fil d'amiante, qui lui avait été donné par le cardinal de Lugo, qu'il ne blanchissait jamais autrement qu'en le jetant au feu, et qu'il avait une mèche de cette même matière qui lui avait servi pendant deux ans dans sa lampe, sans qu'elle se fût consumée. Mais quelque avantageusement que les anciens aient parlé des ouvrages faits de fil d'amiante, il est constant qu'à considérer la nature de cette matière, il y a lieu de juger que ces ouvrages n'ont jamais pu être d'un bon service, et que lorsqu'on a fait quelque usage de cette espèce de filasse minérale, la curiosité y a eu plus de part que l'utilité. D'ailleurs cette matière a toujours été assez rare et fort difficile à employer; et si l'art de la préparer est du nombre des secrets qu'on a perdus, il n'est pas fort regrettable.

Quelques auteurs modernes ont écrit sur la manière de faire de la toile avec l'amiante. M. Mahudel, de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, a donné le détail de cette manipulation, par laquelle on obtient en effet une toile ou plutôt un tissu d'amiante mêlé de chanvre ou de lin : mais ces substances végétales se brûlent dès la première fois qu'on jette au feu cette toile, et il ne reste alors qu'un mauvais canevas percé de mille trous, et dans lequel les cendres des matières enveloppées dans cette toile ne pourraient se conserver, comme on l'a prétendu des corps qu'on faisait brûler dans cette toile pour en obtenir la cendre pure et sans mélange. La chose est peut-être possible en multipliant les enveloppes de cette toile autour d'un corps dont on voudrait conserver la cendre; ces toiles pourraient alors la retenir sans la laisser échapper : mais ce qui prouve que cette pratique n'a jamais été d'un usage commun, c'est qu'à peine y a-t-il un exemple d'amiante trouvé dans les anciens tombeaux (1); cependant, on lit dans Plutarque que les Grecs faisaient des toiles avec de l'amiante, et qu'on voyait encore de son temps des essuie-mains, des filets, des bonnets et des habits de ce fil qu'on jetait dans le feu quand ils étaient sales, et qui ne s'y consumaient pas, mais y reprenaient leur premier lustre. On

(1) M. Mahudel cite le suaire d'amiante qui est à la bibliothèque du Vatican, et qui renferme des cendres et des ossements à demi brûlés avec lesquels il a été trouvé dans un ancien tombeau. Ce suaire a neuf palmes romains de longueur sur sept de largeur. Cet auteur pense qu'en supposant que ce suaire soit antique, il peut avoir servi pour quelque prince, mais que l'on n'en doit tirer aucune conséquence pour un usage général, puisqu'il est le seul que l'on ait vu de cette espèce dans le nombre infini des tombeaux que l'on a ouverts ni même dans ceux des empereurs.

eite aussi les serviettes de l'empereur Charles-Quint, et l'on assure que l'on a fait de ces toiles à Venise, à Louvain, et dans quelques provinces de l'Europe. Les voyageurs attestent encore que les Chinois savent fabriquer ces toiles ; une telle manufacture me paraît néanmoins d'une exécution assez difficile, et Pline avait raison de dire : *Abestos inventu rarum, textu difficillimum*. Cependant il paraît, par le témoignage de quelques auteurs italiens, qu'on a porté dans le dernier siècle l'art de filer l'amiante et d'en faire des étoffes à un tel degré, qu'elles étaient souples, maniables, et fort approchantes, pour le lustre, de la peau d'agneau préparée, qui est alors fort blanche ; ils disent même qu'on pouvait rendre ces étoffes épaisses ou minces à volonté, et que par conséquent on en faisait une sorte de drap assez épais et un papier blanc assez mince. Mais je ne sache pas qu'il y ait aujourd'hui en Europe aucune manufacture d'étoffe, de drap, de toile ou de papier d'amiante ; on fait seulement, dans quelques villages autour des Pyrénées, des cordons, des bourses et des jarretières, d'un tissu grossier, de l'amiante jaunâtre qui se trouve dans ces montagnes.

Le talc et l'amiante sont également des produits du mica atténué par l'eau ; et l'amiante, quoique assez rare, l'est moins que le talc, dont la composition suppose une infinité de filaments réunis de très-près ; au lieu que dans l'amiante ces filets ou filaments sont séparés, et ne pourraient former du talc que par une seconde opération qui les réunirait : aussi le talc ne se trouve qu'en quelques endroits particuliers, et l'amiante se présente dans plusieurs contrées, et surtout dans les montagnes granitiques, où le mica est abondamment répandu ; il y a même d'assez grandes masses d'amiante dans quelques-unes de ces montagnes.

On trouve de l'amiante en Suisse, en Savoie et dans plusieurs autres contrées de l'Europe ; il s'en trouve dans les îles de l'Archipel et dans plusieurs régions du continent de l'Asie, en Perse, en Tartarie, en Sibérie, et même en Groënland ; enfin, quoique les voyageurs ne nous parlent pas des amiantes de l'Afrique et de l'Amérique, on ne peut pas douter qu'il ne s'en trouve dans la plupart des montagnes granitiques de ces deux parties du monde, et l'on doit croire que les voyageurs n'ont fait mention que des lieux où l'on fait quelque usage de cette matière, qui, par elle-même, n'a que peu de valeur réelle, et ne mérite guère d'être recherchée.

CUIR ET LIÈGE DE MONTAGNE.

Dans l'amiante et l'asbeste, les parties constituantes sont disposées en filaments souvent parallèles, quelquefois divergents ou mêlés confusément ; dans le cuir de montagne, ces mêmes parties talqueuses ou micacées qui en composent la sub-

stance, sont disposées par couches et en feuillets minces et légers, plus ou moins souples, et dans lesquels on n'aperçoit aucun filament, aucune fibre ; ce sont des paillettes ou petites lames de tale ou de mica réunies et superposées horizontalement, plus ou moins adhérentes entre elles, et qui forment une masse mince comme du papier ou épaisse comme un cuir, et toujours légères, parce que ces petites couches ne sont pas réunies dans tous les points de leur surface, et qu'elles laissent entre elles tant de vide que cette substance acquiert presque le double de son poids par son imbibition dans l'eau (1).

Le liège de montagne, quoiqu'en apparence encore plus poreux, et même troué et caverneux, est cependant plus dur et d'une substance plus dense que le cuir de montagne, et il tire beaucoup moins d'eau par l'imbibition (2). Les parties constituantes de ce liège de montagne ne sont pas disposées par couches ou par feuillets appliqués horizontalement les uns sur les autres, comme dans le cuir de montagne ; mais elles sont contournées en forme de petits cornets qui laissent d'assez grands intervalles entre eux, et la substance de ce liège est plus compacte et plus dure que celle du cuir auquel nous le comparons ; mais l'essence de l'un et de l'autre est la même, et ils tirent également leur origine et leur formation de l'assemblage et de la réunion des particules de mica, moins atténuées que dans les tales ou les amiantes.

Ce cuir et ce liège sont ordinairement blancs, et quelquefois jaunâtres ; on en a trouvé de ces deux couleurs en Suède, à Sahlberg et à Danemora. M. Montet a donné une bonne description du liège qu'il a découvert le long du chemin de Mandagout à Vigan, diocèse d'Alais. Cet habile minéralogiste dit avec raison que « cette substance est fort analogue à l'amiante, et que les mines en sont très-rare ; en France. » Celle qu'il décrit se présentait à la surface du terrain, et était en couches continues à quatre pieds de profondeur : elle gisait dans une terre ocreuse qui donnait une couleur jaune à ce liège ; mais il devenait d'un blanc mat en le lavant. « Ce liège, dit M. Montet, se présente sous différentes formes, et toutes peu régulières : il y a de ces lièges qui sont tout à fait plats, et qui n'ont, en certains endroits, pas plus de deux ou trois lignes d'épaisseur ; ils ressemblent à certains *fungus* qui viennent sur les châtaigniers, ou à de la bourre desséchée : d'autres sont fort épais et de figure oblongue ; il y en a aussi en petits morceaux détachés, irréguliers comme sont les cailloux, etc. : la plupart sont raboteux, ayant beaucoup de petites éminences ; on n'en voit point d'unis sur aucune de leurs surfaces... Lorsque ce liège de montagne est bien nettoyé de la terre qui l'enduit, et que dans cet état de netteté on le ramollit en le pressant et frottant entre les doigts, il ressemble parfaitement au papier mâché.

(1) La pesanteur spécifique du cuir fossile ou de montagne est de 6806, et celle de ce même cuir pénétré d'eau est de 13499. (Voyez les Tables de M. Brisson.)

(2) La pesanteur spécifique du liège de montagne est de 9933, c'est-à-dire de près d'un tiers plus grande que celle du cuir de montagne ; et lorsqu'il est pénétré d'eau, sa pesanteur spécifique n'est que de 12492, c'est-à-dire moindre que celle du cuir imbibé d'eau. (*Ibid.*)

Les gros morceaux de ce liège et ceux qui sont fort épais sont ordinairement fort pesants, eu égard aux autres qui sont peu pénétrés par la terre et par les sucs pétrifiants : ceux-ci ont la légèreté et la mollesse du liège ordinaire ; voilà sans doute ce qui a fait donner à cette substance le nom de *liège de montagne*. On pourrait donner encore à ceux qui sont bien blancs et minces le nom de *papier de montagne* ; les fibres qui les composent sont d'un tissu très-lâche, tandis que la plupart des autres ont presque la pesanteur des pierres : on peut rendre à ces derniers la légèreté qui leur est propre, en les coupant en petits morceaux minces, et leur ôtant toute la partie terreuse ou pétrifiante...

» J'ai trouvé quelques morceaux de cette substance, qui, partagée en deux, ne pouvait se séparer qu'en laissant apercevoir des filets soyeux parallèles, couchés en grande partie perpendiculairement les uns contre les autres, ne se séparant que par filaments, et se tenant d'un bout jusqu'à l'autre comme les fibres d'un muscle : il me semble que ceux-ci doivent être une espèce d'amiante ; ils sont aussi fort légers. J'en ai mis quelques morceaux dans les creusets que j'ai exposés à un feu fort ardent pendant deux heures : je les ai tirés sans aucune apparence de vitrification ; seulement ils avaient perdu de leur poids, mais ils étaient toujours inattaquables aux acides.

» On voit sur le sol du terrain où se trouve ce liège de montagne : 1° une espèce d'ardoise grossière ; 2° beaucoup de quartz en assez petits morceaux détachés, isolés, à la surface de la terre, et dont plusieurs sont pénétrés par leurs côtés de cette pierre talqueuse, qui est la pierre dominante de ce terrain. »

Il me paraît qu'on doit conclure de ces faits réunis et comparés, que le cuir et le liège de montagne sont formés des parcelles micacées qui se trouvent en grande quantité dans ce terrain ; que ces particules s'y réunissent sous la forme d'amiante, de cuir et de liège, suivant le degré de leur atténuation, et qu'enfin elles forment des talcs lorsqu'elles sont encore plus atténuées ; en sorte que les talcs, les amiantes et toutes les concrétions talqueuses dont nous venons de présenter les principales variétés, tirent également leur origine du mica primitif, qui, lui-même, a été produit, comme nous l'avons dit, par les exfoliations du quartz et des trois autres verres de nature.

PIERRES ET CONCRÉTIIONS VITREUSES MÉLANGÉES D'ARGILES.

Indépendamment des ardoises et des schistes, qui ne sont que des argiles desséchées, durcies, et plus ou moins mélangées de mica et de bitume, il se forme dans les glaises plusieurs concrétions argileuses dont les unes sont mêlées de parties fer-

rugineuses ou pyriteuses, et les autres de poudre de grès et du détriment des autres matières vitreuses. J'ai avancé, dès l'année 1749 (1), que les grès et les autres pierres vitreuses se convertissaient en terre argileuse par la longue impression des éléments humides. Cette vérité, qu'on m'a longtemps contestée, vient enfin d'être adoptée par quelques-uns de nos plus habiles minéralogistes. M. le docteur Demeste dit expressément que « la plus grande partie des couches argileuses résulte de la décomposition des granites ou du quartz, puisqu'on voit tous les jours ces substances passer à l'état d'argile, et qu'elles sont composées des mêmes parties constituantes que cette dernière substance. » Rien n'est plus vrai, et M. Demeste remarque encore avec raison que l'argile qui résulte de la décomposition du quartz est différente de celle qui provient du feldspath. Mais ce savant chimiste est-il aussi fondé à dire que « l'argile qui résulte de la décomposition des molécules quartzieuses a de l'onctuosité et de la ténacité, tandis que celle qui est produite par la décomposition du feldspath, et que l'on nomme *kaolin* à la Chine, tout onctueuse et douce au toucher qu'elle puisse être, n'a presque aucune ténacité, et qu'elle contient une très-grande quantité de *terre absorbante invitrifiable* qui la rend très-propre à entrer dans la composition de la porcelaine? » Il me semble que de tous les verres primitifs, et même de toutes les matières vitreuses qui en proviennent, le mica et le talc sont celles qui ont le plus d'onctuosité; que d'ailleurs le feldspath se fondant aisément, l'argile qui résulte de sa décomposition doit être moins vitrifiable que celle qui provient de la décomposition du quartz, et même de celle du mica.

Quoi qu'il en soit, comme nous avons traité ei-devant des argiles et des glaises, ainsi que des schistes et des ardoises, qui sont les grandes masses primitives produites par la décomposition des matières vitreuses, il nous reste à parler des concrétions secondaires qui se forment par sécrétion dans ces grandes masses de schiste ou d'argile.

AMPÉLITE.

La première de ces concrétions est l'ampélite, crayon noir ou pierre noire dont se servent les ouvriers pour tracer des lignes sur les bois et les pierres qu'ils travaillent: son nom n'a nul rapport à cet usage, mais il vient de celui qu'en faisaient les anciens contre les insectes et les vers qui rongeaient les feuilles et fruits naissants des vignes; ils la pulvérisaient, la mêlaient avec de l'huile, et en frottaient la tige et les bourgeons des vignes qu'ils voulaient préserver: ils en faisaient aussi une pommade dont ils se servaient pour noircir les sourcils et les cheveux.

(1) Voyez les preuves de la Théorie de la Terre, et l'article des *Argiles* et des *Glaises*.

Le fond de cette pierre est une argile noire ou un schiste plus ou moins dur : mais elle est toujours mélangée d'une assez grande quantité de parties pyriteuses, car elle s'effleurit à l'air ; elle contient aussi une certaine quantité de bitume, puisqu'on en sent l'odeur lorsqu'on jette la poudre de cette pierre sur les charbons ardents.

Quelques-uns de nos minéralogistes récents ont prétendu que l'ampélite était mêlée de sable quartzeux : mais ce qui prouve que ce sable, toujours aigre et rude au toucher, n'entre pas en quantité sensible dans cette pierre, c'est qu'elle est douce au toucher, qu'elle ne présente pas des grains dans sa cassure, et qu'elle tache de noir les doigts sans les offenser ; on peut même s'en servir sur le papier, comme on se sert de la sanguine ou crayon rouge. L'ampélite fait un peu d'effervescence avec les acides, et elle contient certainement plus de fer que de quartz : c'est de la décomposition des parties ferrugineuses que provient sa couleur noire ; on peut faire de l'encre avec cette pierre, car elle noircit profondément la décoction de noix de galle.

Au reste, l'ampélite ne se trouve pas dans tous les schistes ou argiles desséchées ; elle paraît, comme l'ardoise, affecter des lieux particuliers. Il y en a des minières en France près d'Alençon, d'autres en Champagne, dans le Maine, etc. : mais les ampélites de ces provinces, dont on ne laisse pas de faire usage, ne sont pas aussi bonnes que celles qui nous viennent de l'Italie et du Portugal. Cependant on en a découvert depuis peu une belle mine près du bourg d'Oisans en Dauphiné, dans laquelle il se trouve des veines d'ampélite de la même qualité que celle d'Italie, sous le nom de laquelle on la fait souvent passer dans le commerce.

SMECTIS, OU ARGILE A FOULON.

Il ne faut pas confondre cette argile à foulon avec une sorte de marne qui est encore plus propre à cet usage, et qui porte aussi le nom de *marne à foulon*. Le smectis est une argile fine, douce au toucher et comme savonneuse ; elle ne fait que très-peu ou point d'effervescence avec les acides ; elle est moins pétrissable que les autres argiles, et même, lorsqu'elle est sèche, ses parties constituantes n'ont presque plus de cohérence, et c'est par cette grande sécheresse qu'elle attire les huiles et graisses des étoffes auxquelles on l'applique. Il y en a de plusieurs couleurs et de différentes sortes. M. de Bomare me paraît les avoir indiquées dans sa *Minéralogie*. Cependant il ne fait pas une mention particulière de la sorte de terre à foulon dont on se sert en Angleterre pour détacher et même lustrer les draps ; il est défendu d'en exporter, et cette terre est en effet d'une qualité supérieure à toutes celles que l'on

emploi en France, où je suis persuadé néanmoins qu'on pourrait en trouver de semblables. Quelques personnes, qui en ont vu des échantillons à Londres, m'ont dit qu'elle était d'une couleur rougeâtre et très-douce au toucher.

PIERRE A RASOIR.

On a donné la dénomination vague et trop générale de *Pierre à aiguiser* à plusieurs pierres vitreuses dont les unes ne sont que des concrétions de particules de quartz ou de grès, de feldspath, de schorl, et dont les autres sont mélangées de mica, d'argile et de schiste. Celle que l'on connaît sous le nom particulier de *Pierre à rasoir* doit être regardée comme une sorte de schiste ou d'ardoise; elle est à très-peu près de la même densité (1), et n'en diffère que par la couleur et la finesse du grain: c'est une sorte d'ardoise dont la substance est plus dure que celle de l'ardoise commune.

Ces pierres à rasoir sont communément blanchâtres, et quelquefois tachées de noir; leur structure est lamelleuse et formée de couches alternatives d'un gris blanc ou jaunâtre et d'un gris plus brun: elles se séparent et se délitent comme l'ardoise, toujours transversalement et par feuilles; elles sont de même assez molles en sortant de la carrière, et elles durcissent en se desséchant à l'air. Les couches alternatives, quoique de couleur différente, sont de la même nature, car elles résistent également à l'action des acides; seulement on a observé que la couche noirâtre ou grise exige un plus grand degré de chaleur pour se fondre que la couche jaunâtre ou blanchâtre.

On trouve de ces *pierres à rasoir* dans presque toutes les carrières dont on tire l'ardoise; cependant elles ne sont pas toutes de la même qualité: il est aisé d'en distinguer à l'œil la finesse du grain, mais ce n'est guère que par l'usage qu'on peut en reconnaître la bonne ou mauvaise qualité.

PIERRE A AIGUISER.

Les anciens donnaient le nom de *cos* à toutes les pierres propres à aiguiser le fer. La substance de ces pierres est composée des détriments du quartz, souvent

(1) La pesanteur spécifique de la pierre à rasoir blanche est de 28763; celle de l'ardoise, de 28535; et celle du schiste supérieur aux bancs d'ardoise est de 28276.

mêlés de quelque autre matière vitreuse ou calcaire. On peut aiguïser les instrumens de fer et des autres métaux avec tous ces grès; mais il y en a quelques-uns de bien plus propres que les autres à cet usage: par exemple, on trouve dans les mines de charbon, à Newcastle en Angleterre, une sorte de grès dont on fait de petites meules et d'excellentes pierres à aiguïser. L'un de nos plus savans naturalistes, M. Guettard, a observé et décrit plusieurs sortes de ces mêmes pierres qui se trouvent aux environs de Paris, le long des bords de la Seine, et il les croit aussi propres à cet usage que celles qu'on tire d'Angleterre, et dont les carrières sont situées à deux ou trois milles au sud de Newcastle, sur la rivière de Durham. M. Jars dit que, quoiqu'on emploie beaucoup de ces pierres dans le pays, on en exporte une très-grande quantité. Il se trouve aussi en Allemagne, en Suède et particulièrement dans la province de Dalécarlie, des *cos* de plusieurs sortes et de différentes couleurs: on assure que quelques-unes de ces pierres sont d'un assez beau blanc et d'un grain assez fin pour en faire des vases luisants et polis.

La pierre à aiguïser que l'on connaît sous le nom de *grès de Turquie* est d'un grain fin et presque aussi serré que celui de la pierre à fusil; cependant elle n'est pas dure, surtout au sortir de la carrière: l'huile dont on l'humecte semble lui donner plus de dureté. Il y a toute apparence que ce grès qui se trouve en Turquie, se rencontre aussi dans quelques-unes des îles de l'Archipel, car l'île de Candie fournissait autrefois et probablement fournit encore de très-bonnes pierres à aiguïser: en général on trouve des *cos* ou *pierres à aiguïser* dans presque toutes les parties du monde, et jusqu'en Groenland.

STALACTITES CALCAIRES.

Les stalactites des substances calcaires, comme celles des matières vitreuses, se présentent en concrétions opaques ou transparentes: les albâtres et les marbres de seconde formation sont les plus grandes masses de ces concrétions opaques; les spaths, qui, comme les pierres calcaires, peuvent se réduire en chaux par l'action du feu, en sont les stalactites transparentes. La substance de ces spaths est composée, comme celle des cristaux vitreux, de lames triangulaires presque infiniment minces: mais la figure de ces lames triangulaires du spath diffère néanmoins de celle des lames triangulaires du cristal; ce sont des triangles dont les côtés sont obliques, en sorte que ces lames triangulaires, qui ne s'unissent que par la tranche, forment des losanges et des rhombes; au lieu que quand ce sont des triangles rectangles, elles forment des carrés et des solides à angles droits. Cette obliquité dans la situation des lames se trouve constamment et généralement dans tous les spaths, et dépend, ce me semble, de la nature même des matières calcaires, qui ne sont ja-

mais simples ni parfaitement homogènes, mais toujours composées de couches ou lames de différente densité; en sorte qu'entre chaque lame il se trouve une couche moins dense dont la puissance d'attraction, se combinant avec celle de la lame plus dense, produit un mouvement composé qui suit la diagonale, et rend oblique la position de toutes les lames et couches alternatives et successives, en sorte que tous les spaths calcaires, au lieu d'être cubiques ou parallépipèdes rectangles, sont rhomboïdaux ou parallépipèdes obliquangles, dans lesquels les faces parallèles et les angles opposés sont égaux: il est même nécessaire pour produire cette obliquité de position que les lames et les couches intermédiaires soient d'une densité fort différente, et l'on peut juger de cette différence par le rapport des deux réfractions.

Toutes les matières transparentes qui, comme le diamant ou le verre, sont parfaitement homogènes, n'opèrent sur la lumière qu'une simple réfraction, tandis que toutes les matières transparentes qui sont composées de couches alternatives de différente densité produisent une double réfraction; et lorsqu'il n'y a que peu de différence dans la densité de ces couches, les deux réfractions ne diffèrent que peu, comme dans le cristal de roche dont les réfractions ne s'éloignent que d'un dix-neuvième, et dont par conséquent la densité des couches alternatives ne diffère que très-peu, tandis que dans le spath appelé *cristal d'Islande*, les deux réfractions, qui diffèrent entre elles de plus d'un tiers, nous démontrent que la différence de la densité respective des couches alternatives de ce spath est six fois plus grande que dans les couches alternatives du cristal de roche. Il en est de même du gypse transparent, qui n'est qu'un spath calcaire imprégné d'acide vitriolique; sa double réfraction est, à la vérité, moindre que celle du cristal d'Islande, mais cependant plus forte que celle du cristal de roche, et l'on ne peut douter qu'il ne soit également composé de couches alternatives de différente densité: or ces couches, dont les densités ne sont pas fort différentes, et dont les réfractions, comme dans le cristal de roche, ne diffèrent que d'un dix-neuvième, ont aussi à très-peu près la même puissance d'attraction, et dès lors le mouvement qui les unit est presque simple, ou si peu composé que les couches se superposent sans obliquité sensible les unes sur les autres; au lieu que quand les couches alternatives sont de densité très-différente, et que leurs réfractions, comme dans le cristal d'Islande, diffèrent de plus d'un tiers, leur puissance d'attraction diffère en même raison; et ces deux attractions agissant à la fois, il en résulte un mouvement composé qui, s'exerçant dans la diagonale, produit l'obliquité des couches, et par conséquent celle des faces et des angles, dans ce cristal d'Islande, ainsi que dans tous les autres spaths calcaires.

Et comme cette différence de densité se trouve plus ou moins grande dans les différents spaths calcaires, leur forme de cristallisation, quoique toujours oblique, ne laisse pas d'être sujette à des variétés qui ont été bien observées par M. le docteur Demeste: je me dispenserai de les rapporter ici, parce que ces variétés ne me paraissent être que des formes accidentelles dont on ne peut tirer aucun caractère

réel et général; il nous suffira, pour juger de tous les spaths calcaires, d'examiner le spath d'Islande, dont la forme et les propriétés se retrouvent plus ou moins dans tous les autres spaths calcaires.

DU SPATH APPELÉ CRISTAL D'ISLANDE.

Ce cristal n'est qu'un spath calcaire, qui fait effervescence avec les acides, et que le feu réduit en une chaux qui s'échauffe et bouillonne avec l'eau comme toutes les chaux des matières calcaires; on lui a donné le nom de *cristal d'Islande*, parce qu'il y en a des morceaux qui, quand ils sont polis, ont autant de transparence que le cristal de roche, et que c'est en Islande qu'il s'en est trouvé en plus grande quantité: mais on en trouve aussi en France, en Suisse, en Allemagne, à la Chine et dans plusieurs autres contrées. Ce spath plus ou moins pur et plus ou moins transparent affecte toujours une forme rhomboïdale dont les angles opposés sont égaux et les faces parallèles; il est composé de lames minces, toutes appliquées les unes contre les autres, sous une même inclinaison, en sorte qu'il se fend facilement, suivant chacune de ces dimensions, et il se casse toujours obliquement et parallèlement à quelqu'une de ces faces; ses fragments sont semblables pour la forme, et ne diffèrent que par la grandeur: ce spath est ordinairement blanc, et quelquefois coloré de jaune, d'orangé, de rouge et d'autres couleurs.

C'est sur ce spath transparent qu'Érasme Bartholin a observé, le premier, la double réfraction de la lumière; et, peu de temps après, Huygens a reconnu le même effet dans le cristal de roche, dont la double réfraction est beaucoup moins apparente que celle du cristal d'Islande. Nous avertirons en passant qu'aucun de ces cristaux à double réfraction ne peut servir pour les lunettes d'approche ni pour les microscopes, parce qu'ils doublent tous les objets, et diminuent plus ou moins l'intensité de leur couleur. La lumière se partage en traversant ces cristaux, de manière qu'un peu plus de la moitié passe selon la loi ordinaire, et produit la première réfraction, et le reste de cette même lumière passe dans une autre direction, et produit la seconde réfraction, dans laquelle l'image de l'objet est moins colorée que dans l'image de la première (1). Cela m'a fait penser que le rapport des sinus

(1) Lorsqu'on reçoit les rayons du soleil sur un prisme de cristal de roche placé horizontalement, il se forme deux spectres situés perpendiculairement, dont le second anticipe sur le premier, en sorte que si le carton sur lequel on reçoit les spectres est, par exemple, à sept pieds et demi de distance, les couleurs paraissent dans l'ordre suivant: d'abord le rouge, l'orangé, le jaune, le vert, ensuite un bleu faible, puis un beau cramoisi surmonté d'une petite bande blanchâtre, ensuite du vert, et enfin du bleu qui occupait le haut de l'image, de sorte que la partie inférieure du spectre supérieur se trouve mêlée avec la partie supérieure du spectre inférieur; on peut même, malgré ce mélange, reconnaître l'étendue de chacun de ces spectres, et la quantité dont l'un anticipe sur l'autre. J'ai fait cette observation en 1742.

d'incidence et de réfraction ne devait pas être le même dans les deux réfractions, et j'ai reconnu par quelques expériences faites en 1742, avec un prisme de cristal d'Islande, que le rapport est, à la vérité, comme l'ont dit Bartholin-et Huygens, de 5 à 3 pour la première réfraction, mais que ce rapport qu'ils n'ont pas déterminé pour la seconde réfraction, et qu'ils croyaient égal au premier, en diffère d'un septième, et n'est que de 5 à $3\frac{1}{2}$, ou de 10 à 7, au lieu de 5 à 3, ou de 10 à 6, en sorte que cette seconde réfraction est d'un septième plus faible que la première.

Dans quelque sens que l'on regarde les objets à travers le cristal d'Islande, ils paraîtront toujours doubles, et les images de ces objets sont d'autant plus éloignées l'une de l'autre, que l'épaisseur du cristal est plus grande. Ce dernier effet est le même dans le cristal de roche; mais le premier effet est différent, car il y a un sens dans le cristal de roche où la lumière passe sans se partager et ne subit pas une double réfraction (1), au lieu que dans le cristal d'Islande, la double réfraction a lieu dans tous les sens. La cause de cette différence consiste en ce que les lames qui composent le cristal d'Islande se croisent verticalement, au lieu que les lames du cristal de roche sont toutes posées dans le même sens; et ce qu'on voit encore avec surprise, c'est que cette séparation de la lumière qui ne se fait que dans un sens en traversant le cristal de roche, et qui s'opère dans tous les sens en traversant le cristal d'Islande, ne se borne pas dans ce spath, non plus que dans les autres spaths calcaires, et même dans les gypses, à une double réfraction, et que souvent, au lieu de deux réfractions, il y en a trois, quatre, et même un nombre encore plus grand, selon que ces pierres transparentes sont plus ou moins composées de couches de densité différente: car tous les liquides transparents et tous les solides qui, comme le verre ou le diamant, sont d'une substance simple, homogène et également dense, ne donnent qu'une seule réfraction ordinairement proportionnelle à leur densité, et qui n'est plus grande que dans les substances inflammables ou combustibles, telles que le diamant, l'esprit-de-vin, les huiles transparentes, etc.

Quoique j'aie fait plusieurs expériences sur les propriétés de ce spath d'Islande, je n'ai pu m'assurer du nombre de ces réfractions; elles m'ont quelquefois paru triples, quadruples et même sextuples et M. l'abbé de Rochon, savant physicien, de l'Académie, qui s'est occupé de cet objet, m'a assuré que certains cristaux d'Islande formaient non-seulement deux, trois ou quatre spectres à la lumière solaire, mais quelquefois huit, dix et même jusqu'à vingt et au delà: ces cristaux ou spaths calcaires sont donc composés d'autant de couches de densité différente qu'il y a d'images produites par les diverses réfractions.

Et ce qui prouve encore que le spath d'Islande est composé de couches ou lames d'une densité très-différente, c'est la grande force de séparation ou d'écartement de

(1) La double réfraction du cristal de roche se fait dans le plan de sa base naturelle, dont les angles sont de soixante degrés; cette réfraction est plus ou moins forte, suivant la différente ouverture des angles, pourvu qu'il soit toujours dans le même sens de ses côtés naturels, et ce sens est celui suivant lequel ses faces sont inclinées l'une à l'autre; mais dans le sens opposé il n'y a qu'une seule réfraction.

la lumière, dont on peut juger par l'étendue des images; l'un des spectres solaires de ce spath a trois pieds de longueur, tandis que l'autre n'en a que deux; cette différence d'un tiers est bien considérable en comparaison de celle qui se trouve entre les images produites par les deux réfractions du cristal de roche, dont la longueur des spectres ne diffère que d'un dix-neuvième : on doit donc croire, comme nous l'avons déjà dit, que le cristal de roche est composé de couches ou lames alternatives dont la densité n'est pas fort différente, puisque leur puissance réfractive ne diffère que d'un dix-neuvième, et l'on voit au contraire que le spath d'Islande est composé de couches d'une densité très-différente, puisque leur puissance réfractive diffère de près d'un tiers.

Les affections et modifications que la lumière prend et subit en pénétrant les corps transparents, sont les plus sûrs indices que nous puissions avoir de la structure intérieure de ces corps, de l'homogénéité plus ou moins grande de leur substance, ainsi que des mélanges dont souvent ils sont composés, et qui, quoique très-réels, ne sont nullement apparents, et ne pourraient même se découvrir par aucun autre moyen. Y a-t-il en apparence rien de plus net, de plus uniformément composé, de plus régulièrement continu, que le cristal de roche ? Cependant sa double réfraction nous démontre qu'il est composé de deux matières de différente densité, et nous avons déjà dit qu'en examinant son poli, l'on pouvait remarquer que cette matière moins dense est en même temps moins dure que l'autre : cependant on ne doit pas regarder ces matières différentes comme entièrement hétérogènes ou d'une autre essence, car il ne faut qu'une légère différence dans la densité de ces matières pour produire une double réfraction dans la lumière qui les traverse; par exemple, je conçois que dans la formation du spath d'Islande, dont les réfractions diffèrent d'un tiers, l'eau qui suinte par stillation détache d'abord de la pierre calcaire les molécules les plus ténues, et en forme une lame transparente qui produit la première réfraction; après quoi, l'eau, chargée de particules plus grossières ou moins dissoutes de cette même pierre calcaire, forme une seconde lame qui s'applique sur la première; et comme la substance de cette seconde lame est moins compacte que celle de la première, elle produit une seconde réfraction dont les images sont d'autant plus faibles et plus éloignées de celles de la première, que la différence de densité est plus grande dans la matière des deux lames, qui, quoique toutes deux formées par une substance calcaire, diffèrent néanmoins par la densité, c'est-à-dire par la ténuité ou la grossièreté de leurs parties constitutives. Il se forme donc, par les résidus successifs de la stillation de l'eau, des lames ou couches alternatives de matière plus ou moins dense; l'une des couches est pour ainsi dire le dépôt de ce que l'autre contient de plus grossier, et la masse totale du corps transparent est entièrement composée de ces diverses couches posées alternativement les unes auprès des autres.

Et comme ces couches de lames alternatives se reconnaissent au moyen de la double réfraction, non-seulement dans les spaths calcaires et gypseux, mais aussi dans tous les cristaux vitreux, il paraît que le procédé le plus général de la nature,

pour la composition de ces pierres par la stillation des eaux, est de former des couches alternatives dont l'une paraît être le dépôt de ce que l'autre a de plus grossier, en sorte que la densité et la dureté de la première couche sont plus grandes que celles de la seconde : toutes les pierres transparentes, calcaires ou vitreuses, sont ainsi composées de couches alternatives de différente densité, et il n'y a que le diamant et les pierres précieuses qui, quoique formées comme les autres par l'intermède de l'eau, ne sont pas composées de lames ou couches alternatives de différente densité, et sont par conséquent homogènes dans toutes les parties.

Lorsqu'on fait calciner au feu les spaths et les autres matières calcaires, elles laissent exhaler l'air et l'eau qu'elles contiennent, et perdent plus d'un tiers de leur poids en se convertissant en chaux ; lorsqu'on les fait distiller en vaisseaux clos, elles donnent une grande quantité d'eau : cet élément entre donc et réside comme partie constituante dans toutes les substances calcaires et dans la formation secondaire des spaths. Les eaux de stillation, selon qu'elles sont plus ou moins chargées de molécules calcaires, forment des couches plus ou moins denses, dont la force de réfraction est plus ou moins grande ; mais comme il n'y a dans les cristaux vitreux, qu'une très-petite quantité d'eau en comparaison de celle qui réside dans les spaths calcaires, la différence entre leurs réfractions est très-petite, et celle des spaths est très-grande.

Pour terminer ce que nous avons à dire sur le spath ou cristal d'Islande, nous devons observer que, dans les lieux où il se trouve, la surface exposée à l'action de l'air est toujours plus ou moins altérée, et qu'elle est communément brune ou noirâtre : mais cette décomposition ne pénètre pas dans l'intérieur de la pierre ; on enlève aisément, et même avec l'ongle, la première couche noire au-dessous de laquelle ce spath est d'un blanc transparent. Nous remarquerons aussi que ce cristal devient électrique par le frottement, comme le cristal de roche et comme toutes les autres pierres transparentes ; ce qui démontre que la vertu électrique peut se donner également à toutes les matières transparentes, vitreuses ou calcaires.

PERLES.

On peut regarder les perles comme le produit le plus immédiat de la substance coquilleuse, c'est-à-dire de la matière calcaire dans son état primitif ; car, cette matière calcaire ayant été formée originairement par le filtre organisé des animaux à coquille, on peut mettre les perles au rang des concrétions calcaires, puisqu'elles sont également produites par une sécrétion particulière d'une substance dont l'essence est la même que celle de la coquille, et qui n'en diffère en effet que

par la texture et l'arrangement des parties constituantes. Les perles, comme les coquilles, se dissolvent dans les acides : elles peuvent également se réduire en chaux qui bouillonne avec l'eau ; elles ont à très-peu près la même densité, la même dureté, le même *orient*, que la nacre intérieure et polie des coquilles, à laquelle elles adhèrent souvent. Leur production paraît être accidentelle : la plupart sont composées de couches concentriques autour d'un très-petit noyau qui leur sert de centre, et qui souvent est d'une substance différente de celle des couches ; cependant il s'en faut bien qu'elles prennent toutes une forme régulière : les plus parfaites sont sphériques ; mais le plus grand nombre, surtout quand elles sont un peu grosses, se présentent en forme un peu aplatie d'un côté et plus convexe de l'autre, ou en ovale assez irrégulier ; il y a même des perles longues ; et leur formation, qui dépend en général de l'extravasion du suc coquilleux, dépend souvent d'une cause extérieure que M. Faujas de Saint-Fond a très-bien observée, et que l'on peut démontrer aux yeux dans plusieurs coquilles du genre des huîtres. Voici la note que ce savant naturaliste a bien voulu me communiquer sur ce sujet.

« Deux sortes d'ennemis attaquent les coquilles à perles. L'un est un ver à tarière, d'une très-petite espèce, qui pénètre dans la coquille par les bords, en ouvrant une petite tranchée longitudinale entre les diverses couches ou lames qui composent la coquille ; et cette tranchée, après s'être prolongée à un pouce, et quelquefois jusqu'à dix-huit lignes de longueur, se replie sur elle-même et forme une seconde ligne parallèle qui n'est séparée de la première que par une cloison très-mince de matière coquilleuse. Cette cloison sépare les deux tranchées dans lesquelles le ver a fait sa route en allant et revenant, et on en voit l'entrée et la sortie au bord de la coquille. On peut insinuer de longues épingles dans chacun de ces orifices, et la position parallèle de ces épingles démontre que les deux tranchées faites par le ver sont également parallèles ; il y a seulement au bout de ces tranchées une petite portion circulaire qui forme le pli dans lequel le ver a commencé à changer de route pour retourner vers les bords de la coquille. Comme ces petits chemins couverts sont pratiqués dans la partie la plus voisine du test intérieur, il se forme bientôt un épanchement du suc nacré, qui produit une protubérance dans cette partie : cette espèce de saillie peut être regardée comme une perle longitudinale adhérente à la nacre ; et lorsque plusieurs de ces vers travaillent à côté les uns des autres, et qu'ils se réunissent à peu près au même endroit, il en résulte une espèce de loupe nacrée avec des protubérances irrégulières. Il existe au Cabinet du Roi une de ces loupes de perle : on y distingue plusieurs issues qui ont servi de passage à ces vers.

» Un autre animal beaucoup plus gros, et qui est de la classe des coquillages multivalves, attaque avec beaucoup plus de dommage les coquilles à perles : celui-ci est une pholade de l'espèce des dattes de mer. Je possède dans mon cabinet une huître de la côte de Guinée, percée par ces pholades qui existent encore en nature dans le talon de la coquille : ces pholades ont leur charnière formée en bec croisé.

» La pholade perceant quelquefois la coquille en entier, la matière de la nacre s'épanche dans l'ouverture, et y forme un noyau plus ou moins arrondi, qui sert à boucher le trou : quelquefois le noyau est adhérent, d'autres fois il est détaché.

» J'ai fait pêcher moi-même, au mois d'octobre 1784, dans le lac Tay, situé à l'extrémité de l'Écosse, un grand nombre de moules d'eau douce, dans lesquelles on trouve souvent de belles perles, et en ouvrant toutes celles qui avaient la coquille percée, je ne les ai jamais trouvées sans perles, tandis que celles qui étaient saines n'en avaient aucune : mais je n'ai jamais pu trouver des restes de l'animal qui attaque les moules du lac Tay, pour pouvoir déterminer à quelle classe il appartient.

» Cette observation, qui a été faite probablement par d'autres que par moi, a donné peut-être l'idée à quelques personnes qui s'occupent de la pêche des perles, de percer les coquilles pour y produire des perles ; car j'ai vu au Muséum de Londres des coquilles avec des perles, percées par un petit fil de laiton rivé à l'extérieur, qui pénétrait jusqu'à la nacre dans des parties sur lesquelles il s'est formé des perles. »

On voit par cette observation de M. Faujas de Saint-Fond, et par une note que M. Broussonnet, professeur de l'École vétérinaire, a bien voulu me donner sur ce sujet (1), qu'il doit se former des perles dans les coquilles nacrées lorsqu'elles sont percées par des vers ou coquillages à tarière ; et il se peut qu'en général la production des perles tiennent autant à cette cause extérieure qu'à la surabondance et l'ex-travation du suc coquilleux, qui sans doute est fort rare dans le corps du coquillage, en sorte que la comparaison des perles aux bézoards des animaux n'a peut-être de rapport qu'à la texture de ces substances, et point du tout à la cause de leur formation.

La couleur des perles varie autant que leur figure ; et dans les perles blanches qui sont les plus belles de toutes, le reflet apparent qu'on appelle l'eau ou l'orient de la perle, est plus ou moins brillant, et ne luit pas également sur leur surface entière.

Et cette belle production, qu'on pourrait prendre pour un écart de la nature, est non-seulement accidentelle, mais très-particulière ; car dans la multitude d'espèces d'animaux à coquille, on n'en connaît que quatre, les huîtres, les moules, les patelles et les oreilles de mer, qui produisent des perles, et encore n'y a-t-il ordinairement que les grands individus qui, dans ces espèces, nous offrent cette production : on doit même distinguer deux sortes de perle en histoire naturelle, comme

(1) On voit à Londres des coquilles fluviatiles apportées de la Chine, sur lesquelles on voit des perles de différentes grosseurs ; elles sont formées sur un morceau de fil de cuivre avec lequel on a percé la coquille, et qui est rivé en dehors. On ne trouve ordinairement qu'un seul morceau de fil de cuivre dans une coquille ; on en voit rarement deux dans la même. On racle une petite place de la face interne des coquilles fluviatiles vivantes ; en ayant le soin de les ouvrir avec la plus grande attention, pour ne point endommager l'animal : on place sur l'endroit de la nacre qu'on a racle un très-petit morceau sphérique de nacre ; cette petite boule, grosse comme du plomb à tirer, sert de noyau à la perle. On croit qu'on a fait des expériences à ce sujet en Finlande, et il paraît qu'elles ont été répétées avec succès en Angleterre. (Note communiquée par M. Broussonnet à M. de Buffon, 20 avril 1785.)

on les a séparées dans le commerce, où les perles de moules n'ont aucune valeur en comparaison des perles d'huître; celles de moules sont communément plus grosses, mais presque toujours défectueuses, sans orient, brunes ou rougeâtres et de couleurs ternes ou brouillées. Ces moules habitent les eaux douces, et produisent des perles dans les étangs et les rivières, sous tous les climats, chauds, tempérés ou froids. Les huîtres, les patelles et les oreilles de mer, au contraire, ne produisent des perles que dans les climats les plus chauds; car dans la Méditerranée, qui nourrit de très-grandes huîtres, non plus que dans les autres mers tempérées et froides, ces coquillages ne forment point de perles. La production des perles a besoin d'une dose de chaleur de plus : elles se trouvent très-abondamment dans les mers chaudes du Japon, où certaines patelles produisent de très-belles perles. Les oreilles de mer, qui ne se trouvent que dans les mers des climats méridionaux, en fournissent aussi : mais les huîtres sont l'espèce qui en fournit le plus.

On en trouve aux îles Philippines, à celle de Ceylan, et surtout dans les îles du golfe Persique. La mer qui baigne les côtes de l'Arabie du côté de Moka en fournit aussi, et la baie du cap Comorin, dans la presqu'île occidentale de l'Inde, est l'endroit de la terre le plus fameux pour la recherche et l'abondance des belles perles. Les Orientaux et les commerçants d'Europe ont établi en plusieurs endroits de l'Inde des troupes de pêcheurs, ou pour mieux dire, de petites compagnies de plongeurs qui, chargés d'une grosse pierre, se laissent aller au fond de la mer pour en détacher les coquillages au hasard, et les rapporter à tous ceux qui les paient assez pour leur faire courir le risque de leur vie. Les perles que l'on tire des mers chaudes de l'Asie méridionale sont les plus belles et les plus précieuses, et probablement les espèces de coquillages qui les produisent ne se trouvent que dans ces mers, ou s'ils se trouvent ailleurs, dans des climats moins chauds, ils n'ont pas la même faculté et n'y produisent rien de semblable, et c'est peut-être parce que les vers à tarière qui percent ces coquilles n'existent pas dans les mers froides ou tempérées.

On trouve aussi d'assez belles perles dans les mers qui baignent les terres les plus chaudes de l'Amérique méridionale, et surtout près des côtes de Californie, du Pérou et de Panama : mais elles sont moins parfaites et moins estimées que les perles orientales. Enfin, on en a rencontré autour des îles de la mer du Sud; et ce qui a paru digne de remarque, c'est qu'en général les vraies et belles perles ne sont produites que dans les climats chauds, autour des îles et près des continents, et toujours à une médiocre profondeur, ce qui semblerait indiquer qu'indépendamment de la chaleur du globe, celle du soleil serait nécessaire à cette production, comme à celle de toutes les autres pierres précieuses : mais peut-être ne doit-on l'attribuer qu'à l'existence des vers qui percent les coquilles, dont les espèces ne se trouvent probablement que dans les mers chaudes, et point du tout dans les régions froides et tempérées : il faudrait donc un plus grand nombre d'observations pour prononcer sur les causes de cette belle production, qui peuvent dépendre de plusieurs accidents dont les effets n'ont pas été assez soigneusement observés.

TURQUOISES.

Le nom de ces pierres vient probablement de ce que les premières qu'on a vues en France ont été apportées de Turquie : cependant ce n'est point en Turquie, mais en Perse, qu'elles se trouvent abondamment en deux endroits distants de quelques lieues l'un de l'autre, mais dans lesquels les turquoises ne sont pas de la même qualité.

On a nommé *turquoises de vieille roche* les premières, qui sont d'une belle couleur bleue, et plus dure que celles de la nouvelle roche, dont le bleu est pâle ou verdâtre. Il s'en trouve de même dans quelques autres contrées de l'Asie, où elles sont connues depuis plusieurs siècles, et l'on doit croire que l'Asie n'est pas la seule partie du monde où peuvent se rencontrer ces pierres dans un état plus ou moins parfait. Quelques voyageurs ont parlé des turquoises de la Nouvelle Espagne, et nos observateurs en ont reconnu dans les mines de Hongrie. Boëce de Boot dit aussi qu'il y en a en Bohême et en Silésie. J'ai cru devoir citer tous ces lieux où les turquoises se trouvent colorées par la nature, afin de les distinguer de celles qui ne prennent de la couleur que par l'action du feu : celles-ci sont beaucoup plus communes, et se trouvent même en France ; mais elles n'ont, ni n'acquièrent jamais la belle couleur des premières. Le bleu qu'elles prennent au feu devient vert ou verdâtre avec le temps : ce sont pour ainsi dire des pierres artificielles, au lieu que les turquoises naturelles et qui ont reçu leurs couleurs dans le sein de la terre les conservent à jamais, ou du moins très-longtemps, et méritent d'être mises au rang des belles pierres opaques.

Leur origine est bien connue : ce sont les os, les défenses, les dents des animaux terrestres et marins, qui se convertissent en turquoises, lorsqu'ils se trouvent à portée de recevoir, avec le suc pétrifiant, la teinture métallique qui leur donne la couleur ; et comme le fond de la substance des os est une matière calcaire, on doit les mettre, comme les perles, au nombre des produits de cette même nature.

Le premier auteur qui ait donné quelques indices sur l'origine des turquoises est Guy de La Brosse, mon premier et plus ancien prédécesseur au Jardin du Roi. Il écrivait en 1628 ; et en parlant de la licorne minérale, il la nomme la *mère des turquoises*. Cette licorne est sans doute la longue défense osseuse et dure du narval. Ces défenses, ainsi que les dents et les os de plusieurs autres animaux marins remarquables par leur forme, se trouvent en Languedoc, et ont été soumises dès ce temps à l'action du feu pour leur donner la couleur bleue ; car, dans le sein de la terre, elles sont blanches ou jaunâtres, comme la pierre calcaire qui les environne et qui paraît les avoir pétrifiées.

On peut voir dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1713, les observations que M. de Réaumur a faites sur ces turquoises du Languedoc. MM. de l'Académie

démie de Bordeaux ont vérifié, en 1719, les observations de M. Guy de La Brosse et de Réaumur; et, plusieurs années après, M. Hill en a parlé dans son commentaire sur Théophraste, prétendant que les observations de cet auteur grec ont précédé celles des naturalistes français. Il est vrai que Théophraste, après avoir parlé des pierres les plus précieuses, ajoute qu'il y en a encore quelques autres, telles que l'ivoire fossile, qui paraît marbré de noir et de blanc, et de saphir foncé : c'est là évidemment, dit M. Hill, les points noirs et bleuâtres qui forment la couleur des turquoises. Mais Théophraste ne dit pas qu'il faut chauffer cet ivoire fossile, pour que cette couleur noire et bleue se répande, et d'ailleurs il ne fait aucune mention des vraies turquoises, qui ne doivent leur belle couleur qu'à la nature.

On peut croire que le cuivre en dissolution, se mêlant au suc pétrifiant, donne aux os une couleur verte; et si l'alcali s'y trouve combiné, comme il l'est en effet dans la terre calcaire, le vert deviendra bleu : mais le fer dissous par l'acide vitriolique peut aussi donner ces mêmes couleurs. M. Mortimer, à l'occasion du Commentaire de M. Hill sur Théophraste, dit : « qu'il ne nie pas que quelques morceaux d'os ou d'ivoire fossile, comme les appelait, il y a deux mille ans, Théophraste, ne puissent répondre aux caractères qu'on assigne aux turquoises de la nouvelle roche : mais il croit que celles de la vieille sont de véritables pierres ou des mines de cuivre dont la pureté surpasse celle des autres, et qui, plus constantes dans leur couleur, résistent à un feu qui réduirait les os en chaux. C'est ce que prouve encore, selon lui, une grande turquoise de douze pouces de long, de cinq de large et de deux d'épaisseur, qui a été montrée à la Société royale de Londres : l'un des côtés paraît raboteux et inégal, comme s'il avait été détaché d'un rocher; l'autre est parsemé d'élevures et de tubercules qui, de même que celle de l'hématite botryoïde, donnent à cette pierre la forme d'une grappe, et prouvent que le feu en a fondu la substance. » Je crois, avec M. Mortimer, que le fer a pu colorer les turquoises : mais ce métal ne fait pas le fond de leur substance, comme celle des hématites; et les turquoises de la vieille et de la nouvelle roche, les turquoises colorées par la nature ou par notre art, ou par le feu des volcans, sont plus ou moins imprégnées et pénétrées d'une teinture métallique. Et comme dans les substances osseuses il s'en trouve de différentes textures et d'une plus ou moins grande dureté; que, exemple, l'ivoire des défenses de l'éléphant, du morse, de l'hippopotame et même du narval est beaucoup plus dure que les autres os, il doit se trouver et il se trouve en effet des turquoises beaucoup plus dures les unes que les autres. Le degré de pétrification qu'auront reçu ces os doit aussi contribuer à leur plus ou moins grande dureté. La teinture colorante sera même d'autant plus fixe dans ces os, qu'ils seront plus massifs et moins poreux : aussi les plus belles turquoises sont celles qui, par leur dureté, reçoivent un poli vif, et dont la couleur ne s'altère ni ne change avec le temps.

Les turquoises artificielles, c'est-à-dire celles auxquelles on donne la couleur par le moyen du feu, sont sujettes à perdre leur beau bleu; elles deviennent vertes à mesure que l'alcali s'exhale; et quelquefois même elles perdent encore cette cou-

leur verte, et deviennent blanches ou jaunâtres comme elles l'étaient avant d'avoir été chauffées.

Au reste, on doit présumer qu'il peut se former des turquoises dans tous les lieux où des os plus ou moins pétrifiés auront reçu la teinture métallique du fer ou du cuivre. Nous avons au Cabinet du Roi une main bien conservée, et qui paraît être celle d'une femme, dont les os sont convertis en turquoise. Cette main a été trouvée à Clamecy en Nivernais, et n'a point subi l'action du feu ; elle est même recouverte de la peau, à l'exception de la dernière phalange des doigts, des deux phalanges du pouce, des cinq os du métacarpe, et de l'os unciforme, qui sont découverts. Toutes ces parties osseuses sont d'une couleur bleue mêlée d'un vert plus ou moins foncé (1).

CORAIL.

Le corail est, comme l'on sait, de la même nature que les coquilles ; il est produit, ainsi que tous les autres madrépores, astroïtes, cerveaux de mer, etc., par le suintement du corps d'une multitude de petits animaux auxquels il sert de loge, et c'est dans ce genre la seule matière qui ait une certaine valeur. On le trouve en assez grande abondance autour des îles et le long des côtes, dans presque toutes les parties du monde. L'île de Corse, qui appartient actuellement à la France, est environnée de rochers et de bas-fonds qui pourraient en fournir une très-grande quantité, et le gouvernement ferait bien de ne pas négliger cette petite partie de commerce, qui deviendrait très-utile pour cette île. Je crois donc devoir publier ici l'extrait d'un Mémoire qui me fut adressé par le ministre en 1773 : ce Mémoire, qui contient de bonnes observations, est de M. Fraticelli, vice-consul de Naples en Sardaigne.

« Il y a environ douze ans, dit M. Fraticelli, que les pêcheurs ne fréquentent point ou fort peu les mers de Corse pour y faire cette pêche ; ils ne pouvaient point aller à la côte avec sûreté pendant la guerre des Corses, de sorte qu'ils l'avaient presque entièrement abandonnée : c'est seulement en 1771 qu'environ quarante Napolitains ou Génois la firent ; et attendu les mauvais temps qui régnèrent cette année, leur pêche ne fut pas abondante ; et, quoique par cette raison elle ait été médiocre, ils trouvèrent cependant les rochers fort riches en corail : ils auraient repris leur pêche en 1772, sans la crainte des bandits qui infestaient l'île. Ils passèrent donc en Sardaigne, où depuis quelques siècles ils font la pêche ainsi que

(1) Voyez la description de cette main par M. Daubenton, dans l'édition in-4° de cette *Histoire naturelle*, tome XIV, page 373.

plusieurs autres nations ; mais ils y ont fait jusqu'à présent une pêche médiocre, quoiqu'ils y trouvent toujours autant de corail qu'ils en trouvaient il y a vingt ans, parce que si on le pêche d'un côté, il naît d'un autre : au surplus, il est à présumer qu'il faut bien du temps avant que les filets qu'on jette une fois rencontrent de nouveau le même endroit, quoiqu'on pêche sur le même rocher. D'après les informations que j'ai prises, je suis d'avis que le corail croît en peu d'années, et qu'en vieillissant il se gâte et devient piqué, et que sa tige même tombe, attendu que dans la pêche on prend plus de celui appelé *ricaduto*, c'est-à-dire tombé de la tige, et *terraglio*, c'est-à-dire ramassé par terre et presque pourri, que de toute autre espèce. Comme il y a plusieurs qualités de corail, le plus estimé est celui qui est le plus gros et de plus belle couleur ; il faut recevoir pour passable celui qui, quoique gros, commence à être rongé par la vieillesse, et qui par conséquent a déjà perdu de sa couleur : si un pêcheur, pendant toute la saison de la pêche, prend une cinquantaine de livres de corail de cette première qualité, on peut dire qu'il a fait une bonne pêche, attendu qu'on le vend depuis sept jusqu'à neuf piastres la livre, c'est-à-dire depuis trente jusqu'à quarante francs. De la seconde qualité est celui qui, quoiqu'il ne soit pas bien gros, est cependant entier et de belle couleur, sans être rongé ; on en pêche peu de cette qualité, et on le vend huit à dix francs la livre. De la troisième qualité est tout celui qui est tombé de sa tige, et qui ayant perdu sa couleur est appelé *sbianchito*, blanchi : cette espèce est toujours très-rongée ; et c'est de cette qualité que les pêcheurs prennent communément un quintal, payé par les marchands de Livourne, de six francs à deux livres. La quatrième qualité est de celui appelé *terraglio*, tombé de sa tige depuis très-longtemps et presque pourri, que l'on donne à très-bas prix. D'après ce détail, on voit que le corail se perd en vieillissant, et dépérit dans la mer sans aucun profit.

» Depuis la mer de Bonifacio jusqu'au golfe de Valimo, il y a plusieurs rochers riches en corail et assez peu éloignés de la terre, mais aussi de peu d'étendue ; le plus considérable est celui appelé la *secca di Tizzano*, écueil de Tizzano, éloigné de terre d'environ trois lieues : d'après ce que les pêcheurs en disent, il en a environ huit de circonférence. Ce rocher est fort riche en corail, dont la plus grande partie se trouve de la dernière qualité : on est d'avis que cela provient de la trop grande étendue du rocher, qui fait qu'il s'écoule plusieurs années avant que l'on rencontre le même endroit où l'on a pêché les années précédentes ; en sorte que le corail, qui est fort vieux, se gâte et devient, pour la plus grande partie, *terraglio*, et qu'il en reste peu de la première qualité. Il y a aussi un autre rocher qui est appelé la *Secca-Grande*, qui se trouve entre la Senara, petite île entre la Sardaigne et la Corse : on prétend qu'il a onze lieues de circonférence, et qu'il est beaucoup plus riche en corail que celui de Tizzano ; mais il est moins fréquenté, attendu son grand éloignement de l'île. Son corail est aussi beaucoup inférieur à celui du premier rocher : des milliers de pêcheurs pourraient faire leur pêche sur ces deux grands rochers sous-marins, et il s'écoulerait bien des siècles avant de n'y plus trouver de corail.

» Les avantages que lesdits pêcheurs procuraient, avant l'interdiction de la pêche,

à la ville de Bonifacio et à toute l'île étaient d'une très-grande considération; car, quoiqu'ils vivent misérablement, ils s'y pourvoient de toutes les denrées nécessaires, chacun en profite, et le plus grand avantage est pour le domaine royal, attendu les droits qu'on en retire pour l'importation des denrées de l'étranger.

» Comme on fait toujours une pêche médiocre en Sardaigne, quoique les pêcheurs y trouvent les denrées à très-bon marché, si on venait à ouvrir la pêche en Corse, et que le droit domanial, au moins pour les premières années, ne fût point augmenté, ils y viendraient tous, ce qui formerait un objet de trois cents pêcheurs environ, et par ce commerce on verrait s'enrichir une très-grande partie de l'île, d'autant qu'à présent les denrées y sont en si grande abondance, que le gouvernement a été obligé de permettre l'exportation des grains : alors tout resterait dans l'île, et lui procurerait les plus grands avantages. »

Le corail est aussi fort abondant dans certains endroits autour de la Sicile. M. Brydone décrit la manière dont on le pêche dans les termes suivants : « La pêche du corail, dit-il, se fait surtout à Trapani : on y a inventé une machine qui est très-propre à cet objet; ce n'est qu'une grande croix de bois au centre de laquelle on attache une pierre dure et très-pesante, capable de la faire descendre et maintenir au fond; on place des morceaux de petit filet à chaque membre de la croix, qu'on tient horizontalement en équilibre au moyen d'une corde, et qu'on laisse tomber dans l'eau; dès que les pêcheurs sentent qu'elle touche le fond, ils lient la corde aux bateaux, ils rament ensuite sur les couches de corail; la grosse pierre détache le corail des rochers, et il tombe sur-le-champ dans les filets. Depuis cette invention, la pêche du corail est devenue une branche importante de commerce pour l'île de Sicile. »

PÉTRIFICATIONS ET FOSSILES.

Tous les corps organisés, surtout ceux qui sont solides, tels que les bois et les os, peuvent se pétrifier en recevant dans leurs pores les sucs calcaires ou vitreux; souvent même, à mesure que la substance animale ou végétale se détruit, la matière pierreuse en prend la place; en sorte que, sans changer de forme, ces bois et ces os se trouvent convertis en pierres calcaires, en marbres, en cailloux, en agates, etc. L'on reconnaît évidemment dans la plupart de ces pétrifications tous les traits de leur ancienne organisation, quoiqu'elles ne conservent aucune partie de leur première substance; la matière en a été détruite et remplacée successivement par le suc pétrifiant auquel leur texture, tant intérieure qu'extérieure, a servi de moule, en sorte que la forme domine ici sur la matière au point d'exister après elle. Cette opération de la nature est le grand moyen dont elle s'est servie, et dont elle se sert

encore, pour conserver à jamais les empreintes des êtres périssables : c'est en effet par ces pétrifications que nous reconnaissons ses plus anciennes productions, et que nous avons une idée de ces espèces, maintenant anéanties, dont l'existence a précédé celle de tous les êtres actuellement vivants ou végétants ; ce sont les seuls monuments des premiers âges du monde : leur forme est une inscription authentique qu'il est aisé de lire en la comparant avec les formes des corps organisés du même genre ; et comme on ne leur trouve point d'individus analogues dans la nature vivante, on est forcé de rapporter l'existence de ces espèces actuellement perdues aux temps où la chaleur du globe était plus grande, et sans doute nécessaire à la vie et à la propagation de ces animaux et végétaux qui ne subsistent plus.

C'est surtout dans les coquillages et les poissons, premiers habitants du globe, que l'on peut compter un plus grand nombre d'espèces qui ne subsistent plus ; nous n'entreprendrons pas d'en donner ici l'énumération, qui, quoique longue, serait encore incomplète : ce travail sur la vieille nature exigerait seul plus de temps qu'il ne m'en reste à vivre, et je ne puis que le recommander à la postérité ; elle doit rechercher ces anciens titres de noblesse de la nature, avec d'autant plus de soin qu'on sera plus éloigné du temps de son origine. En les rassemblant et les comparant attentivement, on la verra plus grande et plus forte dans son printemps qu'elle ne l'a été dans les âges subséquents : en suivant ses dégradations, on reconnaîtra les pertes qu'elle a faites, et l'on pourra déterminer encore quelques époques dans la succession des existences qui nous ont précédés.

Les pétrifications sont les monuments les mieux conservés, quoique les plus anciens de ces premiers âges : ceux que l'on connaît sous le nom de *fossiles* appartiennent à des temps subséquents ; ce sont les parties les plus solides, les plus dures, et particulièrement les dents des animaux, qui se sont conservées intactes ou peu altérées dans le sein de la terre. Les dents de requin que l'on connaît sous le nom de *glossopètres*, celles d'hippopotame, les défenses d'éléphant, et autres ossements fossiles, sont rarement pétrifiés ; leur état est plutôt celui d'une décomposition plus ou moins avancée : l'ivoire de l'éléphant, du morse, de l'hippopotame, du narval, et tous les os dont en général le fond de la substance est une terre calcaire, reprennent d'abord leur première nature, et se convertissent en une sorte de craie ; ce n'est qu'avec le temps, et souvent par des circonstances locales et particulières, qu'ils se pétrifient et reçoivent plus de dureté qu'ils n'en avaient naturellement. Les turquoises sont le plus bel exemple que nous puissions donner de ces pétrifications osseuses, qui néanmoins sont incomplètes, car la substance de l'os n'y est pas entièrement détruite, et pleinement remplacée par le suc vitreux ou calcaire.

Aussi trouve-t-on les turquoises, ainsi que les autres os et les dents fossiles des animaux, dans les premières couches de la terre à une petite profondeur, tandis que les coquilles pétrifiées font souvent partie des derniers bancs au-dessous de nos collines, et que ce n'est de même qu'à de grandes profondeurs que l'on voit, dans les schistes et dans les ardoises, des empreintes de poissons, de crustacés et de

végétaux, qui semblent nous indiquer que leur existence a précédé, même de fort loin, celle des animaux terrestres : néanmoins leurs ossements conservés dans le sein de la terre, quoique beaucoup moins anciens que les pétrifications des coquilles et des poissons, ne laissent pas de nous présenter des espèces d'animaux quadrupèdes qui ne subsistent plus ; il faut, pour s'en convaincre, que comparer les énormes dents à pointes mousses dont j'ai donné la description et la figure (1), avec celles de nos plus grands animaux actuellement existants : on sera bientôt forcé d'avouer que l'animal d'une grandeur prodigieuse auquel ces dents appartenaient était d'une espèce colossale bien au-dessus de celle de l'éléphant : que de même les très-grosses dents carrées que j'ai cru pouvoir comparer à celles de l'hippopotame sont encore des débris de corps démesurément gigantesques, dont nous n'avons ni le modèle exact, ni n'aurions pas même l'idée sans ces témoins aussi authentiques qu'irréprochables : ils nous démontrent non-seulement l'existence passée d'espèces colossales, différentes de toutes les espèces actuellement subsistantes, mais encore la grandeur gigantesque des premiers pères de nos espèces actuelles ; les défenses d'éléphant de huit à dix pieds de longueur, et les grosses dents d'hippopotame dont nous avons parlé, prouvent assez que ces espèces majeures étaient anciennement trois ou quatre fois plus grandes, et que probablement leur force et leurs autres facultés étaient en proportion de leur volume.

Il en est des poissons et coquillages comme des animaux terrestres ; leurs débris nous démontrent l'excès de leur grandeur : existe-t-il en effet aucune espèce comparable à ces grandes volutes pétrifiées dont le diamètre est de plusieurs pieds, et le poids de plusieurs centaines de livres ? Ces coquillages d'une grandeur démesurée n'existent plus dans le sein de la terre, et encore n'y existent-ils qu'en représentation ; la substance de l'animal a été détruite et la forme de la coquille s'est conservée au moyen de la pétrification. Ces exemples suffisent pour nous donner une idée des forces de la jeune nature ; animée d'un feu plus vif que celui de notre température actuelle, ses productions avaient plus de vie, leur développement était plus rapide, et leur extension plus grande : mais, à mesure que la terre s'est refroidie, la nature vivante s'est raccourcie dans ses dimensions ; et non-seulement les individus des espèces subsistantes se sont rapetissés, mais les premières espèces que la grande chaleur avait produites, ne pouvant plus se maintenir, ont péri pour jamais. Et combien n'en périra-t-il pas d'autres dans la succession des temps, à mesure que ces trésors du feu diminueront par la déperdition de cette chaleur du globe qui sert de base à notre chaleur vitale, et sans laquelle tout être vivant n'est plus qu'un cadavre, et toute substance organisée se réduit en matière brute !

Si nous considérons en particulier cette matière brute qui provient du détriment des corps organisés, l'imagination se trouve écrasée par le poids de son volume immense, et l'esprit plus qu'épouvanté par le temps prodigieux qu'on est forcé de

(1) Voyez le tome II de cette Histoire, et la planche 9 du même volume.

supposer pour la succession des innombrables générations qui nous sont attestées par leurs débris et leur destruction. Les pétrifications qui ont conservé la forme des productions du vieil Océan ne font pas des unités sur des millions de ces mêmes corps marins qui ont été réduits en poudre, et dont les détriments accumulés par le mouvement des eaux ont formé la masse entière de nos collines calcaires, sans compter encore toutes les petites masses pétrifiées ou minéralisées qui se trouvent dans les glaises et dans la terre limoneuse : sera-t-il jamais possible de reconnaître la durée du temps employé à ces grandes constructions, et de celui qui s'est écoulé depuis la pétrification de ces échantillons de l'ancienne nature ? On ne peut qu'en assigner des limites assez indéterminées entre l'époque de l'occupation des eaux et celle de leur retraite ; époques dont j'ai sans doute trop resserré la durée pour pouvoir y placer la suite de tous les événements qui paraissent exiger un plus grand emprunt de temps, et qui me sollicitaient d'admettre plusieurs milliers d'années de plus entre les limites de ces deux époques.

L'un de ces plus grands événements est l'abaissement des mers, qui, du sommet de nos montagnes, se sont peu à peu déprimés au niveau de nos plus basses terres. L'une des principales causes de cette dépression des eaux est, comme nous l'avons dit, l'affaissement successif des boursoufflures cavernieuses formées par le feu primitif dans les premières couches du globe, dont l'eau aura percé les voûtes et occupé le vide ; mais une seconde cause, peut-être plus efficace, quoique moins apparente, et que je dois rappeler ici comme dépendante de la formation des corps marins, c'est la consommation réelle de l'immense quantité d'eau qui est entrée et qui chaque jour entre encore dans la composition de ces corps pierreux. On peut démontrer cette présence de l'eau dans toutes les matières calcaires ; elle y réside en si grande quantité qu'elle en constitue souvent plus d'un quart de la masse ; et cette eau, incessamment absorbée par les générations successives des coquillages et autres animaux du même genre, s'est conservée dans leurs dépouilles, en sorte que toutes nos montagnes et collines calcaires sont réellement composées de plus d'un quart d'eau. Ainsi le volume apparent de cet élément, c'est-à-dire la hauteur des eaux, a diminué en proportion du quart de la masse de toutes les montagnes calcaires, puisque la quantité réelle de l'eau a souffert ce déchet par son incorporation dans toute matière coquilleuse au moment de sa formation ; et plus les coquillages et autres corps marins du même genre se multiplieront, plus la quantité de l'eau diminuera, et plus les mers s'abaisseront. Ces corps de substance coquilleuse et calcaire sont en effet l'intermède et le grand moyen que la nature emploie pour convertir le liquide en solide : l'air et l'eau que ces corps ont absorbés dans leur formation et leur accroissement, y sont incarcérés et résidants à jamais ; le feu seul peut les dégager en réduisant la pierre en chaux, de sorte que, pour rendre à la mer toute l'eau qu'elle a perdue par la production des substances coquilleuses, il faudrait supposer un incendie général, un second état d'incandescence du globe, dans lequel toute la matière calcaire laisserait exhiler cet air fixe et cette eau qui font une si grande partie de sa substance.

La quantité réelle de l'eau des mers a donc diminué à mesure que les animaux à coquilles se sont multipliés; et son volume apparent, déjà réduit par cette première cause, a dû nécessairement se déprimer aussi par l'affaissement des cavernes, qui, recevant les eaux dans leur profondeur, en ont successivement diminué la hauteur; et cette dépression des mers augmentera de siècle en siècle, tant que la terre éprouvera des secousses et des affaissements intérieurs, et à mesure aussi qu'il se formera de nouvelle matière calcaire par la multiplication de ces animaux marins revêtus de matière coquilleuse: leur nombre est si grand, leur pullulation si prompte, si abondante, et leurs dépouilles si volumineuses, qu'elles nous préparent au fond de la mer de nouveaux continents, surmontés de collines calcaires, que les eaux laisseront à découvert pour la postérité, comme elles nous ont laissé ceux que nous habitons.

Toute la matière calcaire ayant été primitivement formée dans l'eau, il n'est pas surprenant qu'elle en contienne une grande quantité: toutes les matières vitreuses, au contraire, qui ont été produites par le feu, n'en contiennent point du tout; et néanmoins c'est par l'intermède de l'eau que s'opèrent également les concrétions secondaires et les pétrifications vitreuses et calcaires: les coquilles, les oursins, les bois, convertis en cailloux, en agate, ne doivent ce changement qu'à l'infiltration d'une eau chargée du suc vitreux, lequel prend la place de leur première substance à mesure qu'elle se détruit. Ces pétrifications vitreuses, quoique assez communes, le sont cependant beaucoup moins que les pétrifications calcaires; mais souvent elles sont plus parfaites, et présentent encore plus exactement la forme tant extérieure qu'intérieure des corps, telle qu'elle était avant la pétrification: cette matière vitreuse, plus dure que la calcaire, résiste mieux aux chocs, aux frottements des autres corps, ainsi qu'à l'action des sels de la terre, et à toutes les causes qui peuvent altérer, briser et réduire en poudre les pétrifications calcaires.

Une troisième sorte de pétrification qui se fait de même par le moyen de l'eau, et qu'on peut regarder comme une minéralisation, se présente assez souvent dans les bois devenus pyriteux, et sur les coquilles recouvertes et quelquefois pénétrées de l'eau chargée des parties ferrugineuses que contenaient les pyrites: ces particules métalliques prennent peu à peu la place de la substance du bois qui se détruit; et sans en altérer la forme, elles le changent en mines de fer ou de cuivre. Les poissons dans les ardoises, les coquilles, et particulièrement les cornes d'amon dans les glaises, sont souvent recouverts d'un enduit pyriteux qui présente les plus belles couleurs; c'est à la décomposition des pyrites contenues dans les argiles et les schistes, qu'on doit rapporter cette sorte de minéralisation, qui s'opère de la même manière et par les mêmes moyens que la pétrification calcaire ou vitreuse.

Lorsque l'eau chargée de ces particules calcaires, vitreuses ou métalliques, ne les a pas réduites en molécules assez ténues pour pénétrer dans l'intérieur des corps organisés, elles ne peuvent que s'attacher à leur surface, et les envelopper d'une incrustation plus ou moins épaisse: les eaux qui découlent des montagnes

et collines calcaires forment, pour la plupart, des incrustations dans leurs tuyaux de conduite, et autour des racines d'arbres et autres corps qui résident sans mouvement dans l'étendue de leur cours; et souvent ces corps incrustés ne sont pas pétrifiés : il faut, pour opérer la pétrification, non-seulement plus de temps, mais plus d'atténuation dans la matière, dont les molécules ne peuvent entrer dans l'intérieur des corps, et se substituer à leur première substance, que quand elles sont dissoutes et réduites à la plus grande ténuité. Par exemple, ces belles pierres nouvellement découvertes, et auxquelles on a donné le nom impropre de *marbres opalins*, sont plutôt des incrustations ou des concrétions que des pétrifications, puisqu'on y voit des fragments de *burgaus* et de *moules de Magellan*, avec leurs couleurs : ces coquilles n'étaient donc pas dissoutes lorsqu'elles sont entrées dans ces marbres; elles n'étaient que brisées en petites parcelles qui se sont mêlées avec la poudre calcaire dont ils sont composés.

Le suc vitreux, c'est-à-dire l'eau chargée de particules vitreuses, forme rarement des incrustations, même sur les matières qui lui sont analogues; l'émail quartzéux qui revêt certains blocs de grès est un exemple de ces incrustations : mais d'ordinaire les molécules du suc vitreux sont assez atténuées, assez dissoutes, pour pénétrer l'intérieur des corps et prendre la place de leur substance à mesure qu'elle se détruit; c'est là le vrai caractère qui distingue la pétrification, tant de l'incrustation, qui n'est qu'un revêtement, que de la concrétion, qu'une agrégation de parties plus ou moins fines ou grossières. Les matières calcaires et métalliques forment au contraire beaucoup plus de concrétions et d'incrustations que de pétrifications ou de minéralisations, parce que l'eau les détache en moins de temps et les transporte en plus grosses parties que celles de la matière vitreuse, qu'elle ne peut attaquer et dissoudre que par une action lente et constante, attendu que cette matière, par sa dureté, lui résiste plus que les substances calcaires ou métalliques.

Il y a peu d'eaux qui soient absolument pures; la plupart sont chargées d'une certaine quantité de parties calcaires, gypseuses, vitreuses ou métalliques; et quand ces particules ne sont encore que réduites en poudre palpable, elles tombent en sédiment au fond de l'eau, et ne peuvent former que des concrétions ou des incrustations grossières; elles ne pénètrent les autres corps qu'autant qu'elles sont assez atténuées pour être reçues dans leurs pores, et, en cet état d'atténuation, elles n'altèrent ni la limpidité ni même la légèreté de l'eau qui les contient et qui ne leur sert que de véhicule : néanmoins ce sont souvent ces eaux si pures en apparence dans lesquelles se forment en moins de temps les pétrifications les plus solides; on a exemple de crabes et d'autres corps pétrifiés en moins de quelques mois dans certaines eaux, et particulièrement en Sicile, près des côtes de Messine; on cite aussi les bois convertis en cailloux dans certaines rivières, et je suis persuadé qu'on pourrait, par notre art, imiter la nature, et pétrifier les corps avec de l'eau convenablement chargée de matière pierreuse : et cet art, s'il était porté à sa perfection, serait plus précieux pour la postérité que l'art des embaumements.

Mais c'est plutôt dans le sein de la terre que dans la mer, et surtout dans les

couches de matière calcaire que s'opère la pétrification de ces crabes et autres crustacés, dont quelques-uns, et notamment les oursins, se trouvent souvent pétrifiés en cailloux, ou plutôt en pierres à fusil placées entre les banes de pierre tendre et de craie. On trouve aussi des poissons pétrifiés dans des pierres calcaires : nous en avons deux au Cabinet du Roi, dont le premier paraît être un saumon d'environ deux pieds et demi de longueur, et le second une truite de quinze à seize pouces, très-bien conservés ; les écailles, les arêtes et toutes les parties solides de leur corps, sont pleinement pétrifiées en matière calcaire. Mais c'est surtout dans les schistes, et particulièrement dans les ardoises que l'on trouve des poissons bien conservés ; ils y sont plutôt minéralisés que pétrifiés ; et en général, ces poissons dont la nature a conservé les corps, sont plutôt dans un état de dessèchement que de pétrification.

Ces espèces de reliques des animaux de la terre sont bien plus rares que celles des habitants de la mer, et il n'y a d'ailleurs que les parties solides de leur corps, telles que les os et les cornes, ou plutôt les bois de cerf, de renne, etc., qui se trouvent quelquefois dans un état imparfait de pétrification commencée : souvent même la forme de ces ossements ne conserve pas ses vraies dimensions ; ils sont gonflés par l'interposition de la substance étrangère qui s'est insinuée dans leur texture, sans que l'ancienne substance fût détruite ; c'est plutôt une inerustation intérieure qu'une véritable pétrification. L'on peut voir et reconnaître aisément ce gonflement de volume dans les fémurs et autres os fossiles d'éléphants qui sont au Cabinet du Roi : leur dimension en longueur n'est pas proportionnelle à celle de la largeur et de l'épaisseur.

Je le répète, c'est à regret que je quitte ces objets intéressants, ces précieux monuments de la vieille nature, que ma propre vieillesse ne me laisse pas le temps d'examiner assez pour en tirer les conséquences que j'entrevois, mais qui, n'étant fondées que sur des aperçus ne doivent pas trouver place dans cet ouvrage, où je me suis fait une loi de ne présenter que des vérités appuyées sur des faits. D'autres viendront après moi, qui pourront supputer le temps nécessaire au plus grand abaissement des mers et à la diminution des eaux par la multiplication des coquillages, des madrépores, et de tous les corps pierreux qu'elles ne cessent de produire ; ils balanceront les pertes et les gains de ce globe dont la chaleur propre s'exhale incessamment, mais qui reçoit en compensation tout le feu qui réside dans les détriments des corps organisés ; ils en concluront que si la chaleur du globe était toujours la même, et les générations d'animaux et de végétaux toujours aussi nombreuses, aussi promptes, la quantité de l'élément du feu augmenterait sans cesse, et qu'enfin, au lieu de finir par le froid et la glace, le globe pourrait périr par le feu. Ils compareront le temps qu'il a fallu pour que les détriments combustibles des animaux et végétaux aient été accumulés dans les premiers âges, au point d'entretenir, pendant des siècles, le feu des volcans ; ils compareront, dis-je, ce temps avec celui qui serait nécessaire pour qu'à force de multiplications des corps organisés, les premières couches de la terre fussent entièrement composées de substances

combustibles ; ce qui dès lors pourrait produire un nouvel incendie général, ou du moins un très-grand nombre de nouveaux volcans : mais ils verront en même temps que la chaleur du globe diminuant sans cesse, cette fin n'est point à craindre, et que la diminution des eaux, jointe à la multiplication des corps organisés, ne pourra que retarder de quelques milliers d'années l'envahissement du globe entier par les glaces, et la mort de la nature par le froid.

PIERRES VITREUSES MÉLANGÉES DE MATIÈRES CALCAIRES.

Après les stalactites et concrétions purement calcaires, nous devons présenter celles qui sont mélangées de matières vitreuses et de substances calcaires, et nous observerons d'abord que la plupart des matières vitreuses de seconde formation ne sont pas absolument pures : les unes, et c'est le plus grand nombre, doivent leur couleur à des vapeurs métalliques ; dans plusieurs autres, le métal et le fer en particulier, est entré comme partie massive et constituante, et leur a donné non-seulement la couleur, mais une densité plus grande que celle d'aucun verre primitif, et qu'on ne peut attribuer qu'au métal : enfin d'autres sont mélangées de parties calcaires en plus ou moins grande quantité. La zéolithe, le lapis-lazuli, les pierres à fusil, la pierre meulière, et même les spaths fluors, sont tous mélangés en plus ou moins grande quantité de substances calcaires et de matière vitreuse, souvent chargée de parties métalliques ; et chacune de ces pierres a des propriétés particulières, par lesquelles on doit les distinguer les unes des autres.

ZÉOLITHE.

Les anciens n'ont fait aucune mention de cette pierre, et les naturalistes modernes l'ont confondue avec les spaths auxquels la zéolithe ressemble en effet par quelques caractères apparents. M. Cronsted est le premier qui l'en ait distinguée, et qui nous ait fait connaître quelques-unes de ses propriétés particulières. MM. Swab, Bucquet, Bergman et quelques autres, ont ensuite essayé d'en faire l'analyse par la chimie : mais, de tous les naturalistes et chimistes récents, M. Pelletier est celui qui a travaillé sur cet objet avec le plus de succès.

Cette pierre se trouve en grande quantité dans l'île de Féroé, et c'est de là qu'elle

s'est d'abord répandue en Allemagne et en France : c'est cette même zéolithe de Féroé que M. Pelletier a choisie de préférence pour faire ses expériences, après l'avoir distinguée d'une autre pierre à laquelle on a donné le nom de *zéolithe veloutée*, et qui n'est pas une zéolithe, mais une pierre calaminaire.

M. Pelletier a reconnu que la substance de la vraie zéolithe est un composé de matière vitreuse ou argileuse et de substance calcaire : et comme la quantité de la matière vitreuse y est plus grande que celle de la substance calcaire, cette pierre ne fait pas d'abord effervescence avec les acides ; mais elle ne leur oppose qu'une faible résistance, car les acides vitriolique et nitreux l'entament et la dissolvent en assez peu de temps. La dissolution se présente en consistance de gelée, et ce caractère qu'on avait donné comme spécial et particulier de la zéolithe, est néanmoins commun à toutes les pierres qui sont mélangées de parties vitreuses et calcaires ; car leur dissolution est toujours plus ou moins gélatineuse, et celle de la zéolithe est presque solide et tremblotante, comme la gelée de corne de cerf.

La zéolithe de Féroé entre d'elle-même en fusion, comme toutes les autres matières mélangées de parties vitreuses et calcaires, et le verre qui en résulte est transparent et d'un beau blanc ; ce qui prouve qu'elle ne contient point de parties métalliques, qui ne manqueraient pas de donner de la couleur à ce verre, dont la transparence démontre aussi que la matière vitreuse est dans cette zéolithe en bien plus grande quantité que la substance calcaire ; car le verre serait nuageux, ou même opaque, si cette substance calcaire y était en quantité égale ou plus grande que la matière vitreuse. La zéolithe d'Islande contient, selon M. Bergman, quarante-huit centièmes de silex, vingt-deux d'argile et douze à quatorze de matière calcaire. L'argile et le silex de M. Bergman étant des matières vitreuses, il y aurait dans cette zéolithe d'Islande beaucoup moins de parties calcaires et plus de parties vitreuses que dans la zéolithe de Féroé. Ce chimiste ajoute que ces nombres quarante-huit, vingt-deux et quatorze, additionnés ensemble et ajoutés à ce qu'il y a d'eau, donnent un total qui excède le nombre de cent. Cet excédant, dit-il, provient de ce que la chaux entre dans les zéolithes sans air fixe, dont elle s'imprègne ensuite par la précipitation. D'autres zéolithes contiennent les mêmes matières, mais dans des proportions différentes. Nous devons observer, au reste, que ce n'est qu'avec la zéolithe la plus blanche et la plus pure, telle que celle de Féroé, que l'on peut obtenir un verre blanc et transparent : toutes les autres zéolithes donnent un émail coloré spongieux et friable, qui ne devient consistant et dur qu'en continuant le feu, et même l'augmentant après la fusion. M. Pott a observé que la zéolithe fournissait une assez grande quantité d'eau ; ce qui prouve encore le mélange de la matière calcaire, qui, comme l'on sait, donne toujours de l'eau quand on la traite au feu. M. Bergman a fait la même observation, et ce savant chimiste en conclut avec raison que cette pierre n'a pas été produite par le feu, comme certains minéralogistes l'ont prétendu, parce qu'on ne l'a jusqu'ici trouvée que dans les terrains volcanisés. M. Faujas de Saint-Fond, qui connaît mieux que personne les matières produites par le feu des volcans, loin d'y comprendre la zéolithe, dit

au contraire expressément que toutes les zéolithes contenues dans les laves ont été saisies par ces verres en fusion, qu'elles existaient auparavant telles que nous les y voyons, et qu'elles n'y sont que plus ou moins altérées par le feu, qui néanmoins n'était pas assez violent pour les fondre.

La zéolithe de Féroé est communément blanche, et quelquefois rougeâtre lorsqu'elle est couverte et mélangée de parties ferrugineuses réduites en rouille. Cette zéolithe blanche est plus dure que le spath; et cependant elle ne l'est pas assez pour étinceler sous le choc de l'acier: elle est ordinairement cristallisée en rayons divergents, et paraît être la plus pure de toutes les pierres de cette sorte; car il s'en trouve d'autres, en plus gros volume et plus grande quantité, qui ne sont pas cristallisées régulièrement, et dont les formes sont très-différentes, globuleuses, cylindriques, coniques, lisses ou mamelonnées; mais presque toutes ont le caractère commun de présenter dans leur texture des rayons qui tendent du centre à la circonférence. Je dis presque toutes, parce que j'ai vu entre les mains de M. Faujas de Saint-Fond une zéolithe cristallisée en cube, qui paraît être composée de filets ou de petites lames parallèles. Ce savant et infatigable observateur a trouvé cette zéolithe cubique à l'île de Staffa, dans la grotte de Fingal. On sait que cette île, ainsi que toutes les autres îles Hébrides au nord de l'Ecosse, sont, comme l'Islande, presque entièrement couvertes de produits volcaniques; et c'est surtout dans l'île de Mull que les zéolithes sont en plus grande abondance; et comme jusqu'ici on n'a rencontré ces pierres que dans les terrains volcanisés (1), on paraissait fondé à les regarder comme des produits du feu. Il en a ramassé plusieurs autres dans les terrains volcanisés qu'il a parcourus; et dans tous les échantillons qu'il m'en a montrés on peut reconnaître clairement que cette pierre n'a pas été produite par le feu, et qu'elle a seulement été saisie par les laves en fusion dans lesquelles elle est incorporée, comme les agates, cornalines, calcédoines et même les spaths calcaires, qui s'y trouvent tels que la nature les avait produits avant d'avoir été saisis par le basalte ou la lave qui les recèle.

LAPIS-LAZULI.

Les naturalistes récents ont mis le lapis-lazuli au nombre des zéolithes, quoiqu'il en diffère beaucoup plus qu'il ne leur ressemble; mais lorsqu'on se persuade, d'après le triste et stérile travail des nomenclateurs que l'histoire naturelle consiste

(1) On trouve des zéolithes à l'île de Féroé, à celle de Staffa, en Islande, en Sicile autour de l'Etna, à Roche-more, dans les volcans éteints du Vivarais, et on en a aussi rencontré dans l'île de Bourbon.

à faire des classes et des genres, on ne se contente pas de mettre ensemble les choses de même genre, et l'on y réunit souvent très-mal à propos d'autres choses qui n'ont que quelques petits rapports, et souvent des caractères essentiels très-différents et même opposés à ceux du genre sous lequel on veut les comprendre. Quelques chimistes ont défini le lapis, zéolithe bleue mêlée d'argent, tandis que cette pierre n'est point une zéolithe, et qu'il est très-douteux qu'on puisse en tirer de l'argent : d'autres ont assuré qu'on en tirait de l'or, ce qui est tout aussi douteux, etc.

Le lapis ne se boursouffle pas, comme la zéolithe, lorsqu'il entre en fusion ; sa substance et sa texture sont toutes différentes. Le lapis n'est point disposé, comme la zéolithe, par rayons, du centre à la circonférence ; il présente un grain serré, aussi fin que celui du jaspe ; et on le regarderait avec raison comme un jaspe, s'il en avait la dureté et s'il prenait un aussi beau poli ; néanmoins il est plus dur que la zéolithe. Il n'est mêlé ni d'or ni d'argent, mais de parties pyriteuses qui se présentent comme des points, des taches ou des veines de couleur d'or. Le fond de la pierre est d'un beau bleu, souvent taché de blanc : quelquefois cette couleur bleue tire sur le violet. Les taches blanches sont des parties calcaires, et offrent quelquefois la texture et le luisant du gypse : ces parties blanches, choquées contre l'acier, ne donnent point d'étincelles, tandis que le reste de la pierre fait feu comme le jaspe. Le seul rapport que cette pierre lapis ait avec la zéolithe, est qu'elles sont toutes deux composées de parties vitreuses et de parties calcaires ; car en plongeant le lapis dans les acides, on voit que quelques-unes de ses parties y font effervescence comme les zéolithes.

L'opinion des naturalistes modernes était que le bleu du lapis provenait du cuivre : mais le célèbre chimiste Margraff, ayant choisi les parties bleues, et en ayant séparé les blanches et les pyriteuses couleur d'or, a reconnu que les parties bleues ne contenaient pas un atome de cuivre, et que c'était au fer qu'on devait attribuer leur couleur. Il a en même temps observé que les taches blanches sont de la même nature que les pierres gypseuses.

Le lapis étant composé de parties bleues qui sont vitreuses et de parties blanches qui sont gypseuses, c'est-à-dire calcaires imprégnées d'acide vitriolique, il se fond sans addition à un feu violent. Le verre qui en résulte est blanchâtre ou jaunâtre, et l'on y voit encore, après la vitrification de la masse entière, quelques parties de la matière bleue qui ne sont pas vitrifiées ; et ces parties bleues séparées des blanches n'entrent point en fusion sans fondant : elles ne perdent pas même leur couleur au feu ordinaire de calcination, et c'est ce qui distingue le vrai lapis de la pierre arménienne et de la pierre d'azur, dont le bleu s'évanouit au feu, tandis qu'il demeure inhérent et fixe dans le lapis-lazuli.

Le lapis résiste aussi à l'impression des éléments humides et ne se décolore point à l'air. On en fait des cachets dont la gravure est très-durable. Lorsqu'on lui fait subir l'action d'un feu même assez violent, sa couleur bleue, au lieu de diminuer ou de s'évanouir, paraît au contraire acquérir plus d'éclat.

C'est avec les parties bleues du lapis que se fait l'outremer : le meilleur est celui

dont la couleur bleue est la plus intense. La manière de le préparer a été indiquée par Boëcc de Boot et par plusieurs autres auteurs. Je ne sache pas qu'on ait encore rencontré du vrai lapis en Europe; il nous arrive de l'Asie en morceaux informes. On le trouve en Tartarie dans le pays des Kalmoucks et au Thibet. On en a aussi rencontré dans quelques endroits au Pérou et au Chili.

Et par rapport à la qualité du lapis, on peut en distinguer de deux sortes: l'une dont le fond est d'un bleu pur, et l'autre d'un bleu violet et pourpré. Ce lapis est plus rare que l'autre; et M. Dufay, de l'Académie des Sciences, ayant fait des expériences sur tous deux, a reconnu, après les avoir exposés aux rayons du soleil, qu'ils en conservaient la lumière, et que les plus bleus la recevaient en plus grande quantité et la conservaient plus longtemps que les autres, mais que les parties blanches et les taches et veines pyriteuses ne recevaient ni ne rendaient aucune lumière. Au reste, cette propriété du lapis lui est commune avec plusieurs autres pierres qui sont également phosphoriques.

PIERRE A FUSIL.

Les pierres à fusil sont des agates imparfaites, dont la substance n'est pas purement vitreuse, mais toujours mélangée d'une petite quantité de matière calcaire: aussi se forment-elles dans les délits horizontaux des craies et des tufs calcaires, par le suintement des eaux chargées des molécules de grès, qui se trouvent souvent mêlées avec la matière crétacée; ce sont des stalactites ou concrétions produites par la sécrétion des parties vitreuses mêlées dans la craie: l'eau les dissout et les dépose entre les joints et dans les cavités de cette terre calcaire; elles s'y réunissent par leur affinité, et prennent une figure arrondie, tuberculeuse ou plate, selon la forme des cavités qu'elles remplissent. La plupart de ces pierres sont solides et pleines jusqu'au centre: mais il s'en trouve aussi qui sont creuses et qui contiennent dans leur cavité de la craie semblable à celle qui les environne et les recouvre à l'extérieur.

Quoique la densité des pierres à fusil approche de celle des agates (1), elles n'ont pas la même dureté; elles sont, comme les grès, toujours imbibées d'eau dans leur carrière, et elles acquièrent de même plus de dureté par le desséchement à l'air. Aussi les ouvriers qui les taillent n'attendent pas qu'elles se soient desséchées: ils les prennent au sortir de la carrière, et les trouvent d'autant moins dures qu'elles

(1) La pesanteur spécifique de la plupart des agates excède 26000; celle de la pierre à fusil blonde est de 25941; et celle de la pierre à fusil noirâtre de 25817.

sont plus humides. Leur couleur est alors d'un brun plus ou moins foncé, qui s'éclaircit et devient gris ou jaunâtre à mesure qu'elles se dessèchent. Ces pierres, quoique moins pures que les agates, étincellent mieux contre l'acier, parce qu'étant moins dures, il s'en détache par le choc une plus grande quantité de particules. Elles sont communément d'une couleur de corne jaunâtre après leur entier dessèchement; mais il y en a aussi de grises, de brunes et même de rougeâtres: elles ont presque toutes une demi-transparence lorsqu'elles sont minces; mais au-dessus d'une ligne ou d'une ligne et demie d'épaisseur la transparence ne subsiste plus, et elles paraissent entièrement opaques.

Ces pierres se forment, comme les cailloux, par couches additionnelles de la circonférence au centre: mais leur substance est à peu près la même dans toutes les couches dont elles sont composées; on en trouve seulement quelques-unes où l'on distingue des zones de couleur un peu différente du reste, et d'autres qui contiennent quelques couches évidemment mélangées de matière calcaire. Celles qui sont creuses ne produisent pas, comme les cailloux creux, des cristaux dans leur cavité intérieure: le suc vitreux n'est pas assez dissous dans ces pierres, ni assez pur, pour pouvoir se cristalliser. Elles ne sont, dans la réalité, composées que de petits grains très-fins du grès, dont les poudres se sont mêlées avec celles de la craie, et qui s'en sont ensuite séparées par une simple sécrétion et sans dissolution; en sorte que ces grains ne peuvent ni former des cristaux, ni même des agates dures et compactes, mais de simples conerétions qui ne diffèrent des grès que par la finesse du grain, encore plus atténué dans les pierres à fusil que dans les grès les plus fins et les plus durs.

Néanmoins ces grès durs font feu comme la pierre à fusil, et sont à très-peu près de la même densité (1); et comme elle est, ainsi que le grès, plus pesante et moins dure dans sa carrière qu'après son dessèchement, elle me paraît, à tous égards, faire la nuance dans les conerétions quartzes entre les agates et les grès. Les pierres à fusil sont les dernières stalactites du quartz, et les grès sont les premières conerétions de ses détriments; ce sont deux substances de même essence, et qui ne diffèrent que par le plus ou moins d'atténuation de leurs parties constituantes. Les grains du quartz sont encore entiers dans le grès; ils sont en partie dissous dans les pierres à fusil; ils le sont encore plus dans les agates; et enfin ils le sont complètement dans les cristaux.

Nous avons dit que les grès sont souvent mélangés de matière calcaire (2): il en est de même des pierres à fusil, et elles sont rarement assez pures pour être susceptibles d'un beau poli; leur demi-transparence est toujours nuageuse; leurs couleurs ne sont ni vives ni variées, ni nettement tranchées comme dans les agates, les jaspes et les cailloux, que nous devons distinguer des pierres à fusil, parce que leur structure n'est pas la même, et que leur origine est différente. Les caill-

(1) Le grès dur, nommé *grisard*, pèse spécifiquement 24928, et le grès luisant de Fontainebleau pèse 23616; ce qui approche assez de la pesanteur spécifique, 23647, de la pierre à fusil.

(2) Voyez l'article du *Grès*, tome II.

loux sont, comme le cristal et les agates, des produits immédiats du quartz ou des autres matières vitreuses; ce sont des stalactites qui ne diffèrent les unes des autres que par le plus ou moins de pureté, mais dans lesquelles le suc vitreux est dissous, au lieu que les pierres à fusil ne sont que des agrégats de particules quartzieuses, produits par une sécrétion qui s'opère dans les matières calcaires; et les grains quartzieux qui composent ces pierres ne sont pas assez dissous pour former une substance qui puisse prendre la même dureté et recevoir le même poli que les vrais cailloux, qui, quoique opaques, ont plus d'éclat et de sécheresse; car ils ne sont point humides dans leur carrière, et ils n'acquièrent ni pesanteur, ni dureté, ni sécheresse à l'air, parce qu'ils ne sont pas imbibés d'eau comme les pierres à fusil et les grès.

On peut donc, tant par l'observation que par l'analogie, suivre tous les passages et saisir les nuances entre le grès, la pierre à fusil et l'agate. Par exemple, les pierres à fusil qu'on trouve à Vaugirard près Paris, sont presque des agates; elles ne se présentent pas en petits blocs irréguliers et tuberculeux, mais elles sont en lits continus; leur forme est aplatie, leur couleur est d'un gris brun, et elles prennent un assez beau poli. M. Guettard, savant naturaliste de l'Académie, a comparé ces pierres à fusil de Vaugirard avec celles de Bougival, qui sont dispersées dans la craie; et il a bien saisi leurs différences, quoiqu'elles aient été produites de même dans des matières calcaires, et qu'elles présentent également des impressions de coquilles.

En général, les pierres à fusil se trouvent toujours dans les craies, les tufs, et quelquefois entre les banes solides des pierres calcaires, au lieu que les vrais cailloux ne se trouvent que dans les sables, les argiles, les schistes et autres détriments des matières vitreuses. Aussi les cailloux sont-ils purement vitreux, et les pierres à fusil sont toutes mélangées d'une plus ou moins grande quantité de matière calcaire. Il y en a même dont on peut faire de la chaux, quoiqu'elles étincellent contre l'acier.

Au reste, les pierres à fusil ne se trouvent que rarement dans les banes de pierres calcaires dures, mais presque toujours dans les craies et les tufs, qui ne sont que les détriments ou les poudres des premières matières coquilleuses déposées par les eaux, et souvent mêlées d'une certaine quantité de poudre de quartz ou de grès.

On trouve de ces pierres à fusil dans plusieurs provinces de France; mais les meilleures se tirent près de Saint-Aignan en Berri. On en fait un assez grand commerce; et l'on prétend que, après avoir épuisé la carrière de ces pierres, il s'en reproduit de nouvelles. Il serait facile de vérifier ce fait, qui me paraît probable, s'il ne supposait pas un très-grand nombre d'années pour la seconde production de ces pierres, qu'il serait bon de comparer avec celles de la première formation. On en trouve de même dans plusieurs autres contrées de l'Europe, et notamment dans les pays du nord. On en connaît aussi en Asie et dans le nouveau continent comme dans l'ancien. La plupart des galets que la mer jette sur les rivages sont de la même nature que les pierres à fusil, et l'on en voit dans quelques anses des amas

énormes. Ces galets sont polis, arrondis et aplatis par le frottement, au lieu que les pierres à fusil, qui n'ont point été roulées, conservent leur forme primitive sans altération, tant qu'elles demeurent enfouies dans le lieu de leur formation.

Mais lorsque les pierres à fusil sont longtemps exposées à l'air, leur surface commenee par blanchir, et ensuite elle se ramollit, se décompose par l'action de l'aeide aérien, et se réduit enfin en terre argileuse; et l'on ne doit pas confondre cette éeoree blanchâtre des pierres à fusil, produite par l'impression de l'air, avec la couche de craie dont elles sont enveloppées au sortir de la terre: ce sont, comme l'on voit, deux matières très-différentes, car la pierre à fusil ne commence à se décomposer, par l'action des éléments humides, que quand l'eau des pluies a lavé sa surface et emporté eette couche de craie dont elle était enduite.

Les cailloux les plus durs se décomposent à l'air comme les pierres à fusil: leur surface, après avoir blanchi, tombe en poussière avec le temps, et découvre une seconde couche sur laquelle l'aeide aérien agit comme sur la première, en sorte que peu à peu toute la substance du caillou se ramollit, et se convertit en terre argileuse. Le même changement s'opère dans toutes les matières vitreuses; car le quartz, le grès, les jaspes, les granites, les laves des volcans et nos verres factices, se convertissent, comme les cailloux, en terre argileuse par la longue impression des éléments humides, dont l'acide aérien est le principal agent. On peut observer les degrés de cette décomposition en comparant des cailloux de même sorte et pris dans le même lieu; on verra que, dans les uns, la couche de la surface décomposée n'a qu'un quart ou un tiers de ligne d'épaisseur, et que, dans d'autres, la décomposition pénètre à deux ou trois lignes: cela dépend du temps plus ou moins long pendant lequel le caillou a été exposé à l'action de l'air: et ce temps n'est pas fort reculé, car en moins de deux ou trois siècles cette décomposition peut s'opérer: nous en avons l'exemple dans les laves des volcans qui se convertissent en terre eneore plus promptement que les cailloux et les pierres à fusil. Et ce qui prouve que l'air agit autant et plus que l'eau dans cette décomposition des matières vitreuses, c'est que, dans tous les cailloux isolés et jonehés sur la terre, la partie exposée à l'air est la seule qui se décompose, tandis que celle qui touche à la terre, sans même y adhérer, conserve sa dureté, sa couleur et même son poli: ce n'est donc que par l'action presque immédiate de l'acide aérien que les matières vitreuses se décomposent et prennent la forme de terre. Autre preuve que cet aeide est le seul et le premier qui, dès le commencement, ait agi sur la matière du globe vitrifié: l'eau dissout les matières vitreuses sans les décomposer, puisque les cristaux de roche, les agates et autres stalactites quartzseuses conservent la dureté et toutes les propriétés des matières qui les produisent, au lieu que l'humidité, animée par l'acide aérien, leur enlève la plupart de ces propriétés, et change ces verres de nature solide et sèche en une terre molle et ductile.

PIERRE MEULIÈRE.

Les pierres que les anciens employaient pour moudre les grains étaient d'une nature toute différente de celle de la pierre meulière dont il est ici question. Aristote, qui embrassait par son génie les grands et les petits objets, avait reconnu que les pierres molaires dont on se servait en Grèce étaient d'une matière fondue par le feu, et qu'elles différaient de toutes les autres pierres produites par l'intermède de l'eau. Ces pierres molaires étaient en effet des basaltes et autres laves solides de volcan, dont on choisissait les masses qui offraient le plus grand nombre de trous ou de petites cavités, et qui avaient en même temps assez de dureté pour ne pas s'écraser ou s'égrener par le frottement continu de la meule supérieure contre l'inférieure : on tirait ces basaltes de quelques îles de l'Archipel, et particulièrement de celle de *Nicari* ; il s'en trouvait aussi en Ionie : les Toseans ont dans la suite employé au même usage le basalte de *Vulsinium*, aujourd'hui Bolsena.

Mais la pierre meulière dont nous nous servons aujourd'hui est d'une origine et d'une nature toute différente de celle des basaltes ou des laves : elle n'a point été formée par le feu, mais produite par l'eau ; et il me paraît qu'on doit la mettre au nombre des concrétions ou agrégations vitreuses produites par l'infiltration des eaux, et qu'elle n'est composée que de lames de pierres à fusil, incorporées dans un ciment mélangé de parties calcaires et vitreuses. Lorsque ces deux matières, délayées par l'eau, se sont mêlées dans le même lieu, les parties vitreuses les moins impures se sont séparées des autres pour former les lames de ces pierres à fusil, et elles auront en même temps laissé de petits intervalles ou cavités entre elles, parce que la matière calcaire, faute d'affinité, ne pouvait s'unir intimement avec ces corps vitreux ; et en effet les pierres meulières dans lesquelles la matière calcaire est la plus abondante sont les plus trouées, et celles au contraire où cette même matière ne s'est trouvée qu'en petite quantité, et dans lesquelles la substance vitreuse était pure ou très-peu mélangée, n'ont aussi que peu ou point de trous, et ne forment pour ainsi dire qu'une grande pierre à fusil continue et semblable aux agates imparfaites qui se trouvent quelquefois disposées par lits horizontaux d'une assez grande étendue ; et ces pierres, dont la masse est pleine et sans trous, ne peuvent être employées pour moudre les grains, parce qu'il faut des vides dans le plein de la masse pour que le frottement s'exerce avec force, et que le grain puisse être divisé et moulu, et non pas simplement érasé ou éaché : aussi, rejette-t-on, dans le choix de ces pierres, celles qui sont sans cavités, et l'on ne taille en meules que celles qui présentent des trous ; plus ils sont multipliés, mieux la pierre convient à l'usage auquel on la destine.

Ces pierres meulières ne se trouvent pas en grandes couches, comme les bancs de pierres calcaires, ni même en lits aussi étendus que ceux des pierres à plâtre ;

elles ne se présentent qu'en petits amas, et forment des masses de quelques toises de diamètre sur dix ou tout au plus vingt pieds d'épaisseur ; et l'on a observé, dans tous les lieux où se trouvent ces pierres meulières, que leur amas ou monceau porte immédiatement sur la glaise, et qu'il est surmonté de plusieurs couches d'un sable qui permet à l'eau de s'infiltrer et de déposer sur la glaise les sucs vitreux et calcaires dont elle s'est chargée en les traversant. Ces pierres ne sont donc que de seconde et même de troisième formation ; car elles ne sont composées que de particules vitreuses et calcaires que l'eau détache des couches supérieures de sables et graviers, en les traversant par une longue et lente stillation dans toute leur épaisseur ; ces sucs pierreux, déposés sur la glaise qu'ils ne peuvent pénétrer, se solidifient à mesure que l'eau s'écoule ou s'exhale, et ils forment une masse concrète en lits horizontaux sur la glaise : ces lits sont séparés, comme dans les pierres calcaires de dernière formation, par une espèce de bousin ou pierre imparfaite, tendre et pulvérulente ; et les lits de bonne pierre meulière ont depuis un jusqu'à trois pieds d'épaisseur ; souvent il n'y en a que quatre ou cinq banes les uns sur les autres, toujours séparés par un lit de bousin, et l'on ne connaît en France que la carrière de *La Ferté-sous-Jouarre*, dans laquelle les lits de pierre meulière soient en plus grand nombre. Mais partout ces petites carrières sont circonscrites, isolées, sans appendice ni continuité avec les pierres adjacentes ; ce sont des amas particuliers qui ne se sont faits que dans certains endroits où les sables vitreux, mêlés de terres calcaires ou limoneuses ont été accumulés et déposés immédiatement sur la glaise, qui a retenu les stillations de l'eau chargée de ces molécules pierreuses : aussi ces carrières de pierre meulière sont-elles assez rares et ne sont jamais fort étendues, quoiqu'on trouve en une infinité d'endroits des morceaux et des petits blocs de ces mêmes pierres, dispersés dans les sables qui portent sur la glaise.

Au reste, il n'y a dans la pierre meulière qu'une assez petite quantité de matière calcaire, car cette pierre ne fait point effervescence avec les acides : ainsi la substance vitreuse recouvre et défend la matière calcaire, qui néanmoins existe dans cette pierre, et qu'on ne peut tirer par le lavage, comme l'a fait M. Geoffroy. Cette pierre n'est qu'un agrégat des pierres à fusil réunies par un ciment plus vitreux que calcaire ; les petites cavités qui s'y trouvent proviennent non-seulement des intervalles que ce ciment laisse entre les pierres à fusil, mais aussi des trous dont ces pierres sont elles-mêmes percées. En général, la plupart des pierres à fusil présentent des cavités, tant à leur surface que dans l'intérieur de leur masse, et ces cavités sont ordinairement remplies de craie ; et c'est de cette même craie, mêlée avec le suc vitreux qu'est composé le ciment qui réunit les pierres à fusil dans la pierre meulière.

Ces pierres meulières ne se trouvent pas dans les montagnes et collines calcaires ; elles ne portent point d'impressions de coquilles ; leur structure ne présente qu'un amas de stalactites lamelleuses de pierres à fusil, ou de congélations fistuleuses des molécules de grès et d'autres sables vitreux, et l'on pourrait com-

parer leur formation à celle des tufs calcaires, auxquels cette pierre meulière ressemble assez par sa texture : mais elle en diffère essentiellement par sa substance. Ce n'est pas qu'il n'y ait aussi d'autres pierres dont on se sert faute de celle-ci pour moudre les grains. « La pierre de la carrière de Saint-Julien, diocèse de Saint-Pons, en Languedoc, qui fournit les meules de moulin à la plus grande partie de cette province, consiste, dit M. de Gensanne, en un banc de pierre calcaire parsemé d'un silex très-dur, de l'épaisseur de quinze ou vingt pouces, et tout au plus de deux pieds ; il se trouve à la profondeur de quinze pieds dans la terre, et est recouvert par un autre banc de roche calcaire simple qui a toute cette épaisseur, en sorte que pour extraire les meules, on est obligé de couper et déblayer ce banc supérieur, qui est très-dur, ce qui coûte un travail fort dispendieux. » On voit par cette indication que ces pierres calcaires, parsemées de pierres à fusil, dont on se sert en Languedoc pour moudre les grains, ne sont pas aussi bonnes et doivent s'égrener plus aisément que les vraies pierres meulières, dans lesquelles il n'y a qu'une petite quantité de matière calcaire intimement mêlée avec le suc vitreux, et qui réunit les pierres à fusil, dont la substance de cette pierre est presque entièrement composée.

SPATHS FLUORS.

C'est le nom que Margraff a donné à ces spaths ; et comme ils sont composés de matière calcaire et de parties sulfureuses ou pyriteuses, nous les mettons à la suite des matières qui sont composées de substances calcaires mélangées avec d'autres substances : on aurait dû conserver à ces spaths le nom de *fluors*, pour éviter la confusion qui résulte de la multiplicité des dénominations ; car on les a appelés *spaths pesants*, *spaths vitreux*, *spaths phosphoriques*, et l'on a souvent appliqué les propriétés des spaths pesants à ces spaths fluors, quoique leur origine et leur essence soient très-différentes. Margraff lui-même comprend sous la dénomination de *spaths fusibles*, ces *spaths fluors*, qui ne sont point fusibles.

« Il y a, dit-il, des spaths fusibles composés de lames groupées ensemble d'une manière singulière ; ces lames n'ont aucune transparence, et leur couleur tire sur le blanc de lait, d'autres affectent une figure cubique, ils sont plus ou moins transparents et diversement colorés : on les connaît sous les noms de *fluors*, de *fausses émeraudes*, de *fausses topazes*, de *fausses hyacinthes*, etc. Ils se trouvent ordinairement dans les filons des mines, et servent de matrice aux minéraux qu'ils renferment ; ils sont, en outre de cela, un peu plus durs que les spaths phosphoriques, c'est-à-dire que les spaths d'un blanc de lait. — Les spaths fusibles vitreux, c'est-à-dire ceux qui affectent une figure cubique, soumis au feu jusqu'à l'incandescence, jet-

tent des étincelles dans l'obscurité, mais leur lumière est fort faible; après quoi ils se divisent par petits éclats. Les spaths fusibles phosphoriques, soumis à la même chaleur, jettent une lumière très-vive et très-foncée; ensuite ils se brisent en plusieurs morceaux qu'on a beaucoup plus de peine à réduire en poudre que les éclats des spaths fusibles vitreux. » Les vrais spaths fluors sont donc désignés comme *spaths fusibles* et *spaths vitreux*, quoiqu'ils ne soient ni fusibles ni vitreux; et quoique cet habile chimiste semble les distinguer des spaths qu'il appelle *phosphoriques*, les différences ne sont pas assez marquées pour qu'on ne puisse les confondre, et il est à croire que ce qu'il appelle *spath fusible vitreux* et *spath fusible phosphorique* se rapporte également aux spaths fluors, qui ne diffèrent les uns des autres que par le plus ou moins de pureté: et en effet, deux de nos plus savants chimistes, MM. Sage et Demeste, ont dit expressément que les *spaths vitreux, fusibles* ou *phosphoriques*, ne sont qu'une seule et même chose; or, ces spaths fluors, loin d'être fusibles, sont très-réfractaires au feu: mais il est vrai qu'ils ont la propriété d'être, comme le borax, des fondants très-actifs, et c'est probablement à cause de cette propriété fondante qu'on leur a donné le nom de *spaths fusibles*: mais on ne voit pas pourquoi ils sont dénommés *spaths vitreux fusibles*, puisque de tous les spaths il n'y a que le feldspath qui soit en effet vitreux et fusible.

Quelques habiles chimistes ont confondu ces spaths fluors avec les spaths pesants, quoique ces deux substances soient très-différentes par leur essence, et qu'elles ne se ressemblent que par de légères propriétés: les spaths fluors réduits en poudre prennent, par le feu, de la phosphorescence, comme les spaths pesants; mais ce caractère est équivoque, puisque les coquilles et autres matières calcaires réduites en poudre prennent, comme les spaths pesants et les spaths fluors, de la phosphorescence par l'action du feu; et si nous comparons toutes les autres propriétés des spaths pesants avec celles des spaths fluors, nous verrons que leur essence n'est pas la même, et que leur origine est bien différente.

Les spaths pesants sont d'un tiers plus denses que les spaths fluors (1), et cette seule propriété essentielle démontre déjà que leurs substances sont très-différentes: M. Romé de l'Isle fait mention de quatre principales sortes de spaths fluors, dont les couleurs, la texture et la forme de cristallisation, diffèrent beaucoup; mais tous sont à peu près d'un tiers plus légers que les spaths pesants, qui d'ailleurs n'ont, comme les pierres précieuses, qu'une simple réfraction, et sont par conséquent homogènes, c'est-à-dire également denses dans toutes leurs parties; tandis que les spaths fluors au contraire offrent, comme tous les autres cristaux vitreux ou calcaires, une double réfraction, et sont composés de différentes substances, ou du moins de couches alternatives de différente densité.

Les spaths fluors sont dissolubles par les acides, même à froid, quoique d'abord il n'y ait que peu ou point d'effervescence, au lieu que les spaths pesants résis-

(1) La pesanteur spécifique du spath pesant, dit *Pierre de Bologne*, est de 44409; celle du spath pesant octaèdre, de 44712; tandis que celle du spath fluor d'Auvergne n'est que de 30943; celle du spath fluor cubique violet, 31757; celle du spath fluor cubique blanc, 31555. (Tables de M. Brisson.)

tent constamment à leur action, soit à froid, soit à chaud : ils ne contiennent donc point de matière calcaire, et les spaths fluors en contiennent en assez grande quantité, puisqu'ils se dissolvent en entier par l'action des acides.

Ces spaths fluors sont plus durs que les spaths calcaires, mais pas assez pour étinceler sous le briquet, si ce n'est dans certains points où ils sont mêlés de quartz, et c'est par là qu'on les distingue aisément du feldspath, qui, de tous les spaths, est le seul étincelant sous le choc de l'acier : mais ces spaths fluors diffèrent encore essentiellement du feldspath par leur densité, qui est considérablement plus grande (1), et par leur résistance au feu, auquel ils sont très-réfractaires, au lieu que le feldspath y est très-fusible; et d'ailleurs, quoiqu'on les ait dénommés *spaths vitreux*, parce que leur cassure ressemble à celle du verre, il est certain que leur substance est différente de celle du feldspath et de tous les autres verres primitifs; car l'un de nos plus habiles minéralogistes, M. Monnet, a reconnu par l'expérience que ces spaths fluors sont principalement composés de soufre et de terre calcaire. M. de Morveau a vérifié les expériences de M. Monnet, qui consistent à dépouiller ces spaths de leur soufre. Leur terre dessoufrée présente les propriétés essentielles de la matière calcaire: car elle se réduit en chaux et fait effervescence avec les acides : il n'est donc pas nécessaire de supposer dans ces spaths fluors, comme l'ont fait M. Bergman et plusieurs chimistes après lui, une terre de nature particulière, différente de toutes les terres connues, puisqu'ils ne sont réellement composés que de terre calcaire mêlée de soufre.

M. Schéele avait fait, avant M. Monnet, des expériences sur les spaths fluors blancs et colorés, et il remarque avec raison que ces spaths diffèrent essentiellement de la pierre de Bologne, ou spath pesant, ainsi que de l'albâtre et des pierres séléniteuses, qui sont phosphoriques lorsqu'elles ont été calcinées sur les charbons : cet habile chimiste avait en même temps cru reconnaître que ces spaths fluors sont composés d'une terre calcaire combinée, dit-il, avec un acide qui leur est propre et qu'il ne désigne pas ; il ajoute seulement que l'alun et le fer semblent n'être qu'accidentels à leur composition. Ainsi M. Monnet est le premier qui ait reconnu le soufre, c'est-à-dire l'acide vitriolique uni à la substance du feu, dans ces spaths fluors.

M. le docteur Demeste, que nous avons souvent eu occasion de citer avec éloge, a recueilli avec discernement et avec son attention ordinaire, les principaux faits qui ont rapport à ces spaths, et je ne peux mieux terminer cet article qu'en les rapportant ici d'après lui. « La nature, dit-il, nous offre les spaths phosphoriques en masses plus ou moins considérables, tantôt informes et tantôt cristallisées ; ils sont plus ou moins transparents, pleins de fentes ou fêlures ; et leurs couleurs sont si variées, qu'on les désigne ordinairement par le nom de la pierre précieuse colorée dont ils imitent la nuance... J'ai vu beaucoup de ces spaths informes près des

(1) La pesanteur spécifique des spaths fluors est, comme l'on vient de le voir, de 30 à 34000; et celle du feldspath n'est que de 25 à 26000.

alunières entre Civita-Vecchia et la Tolfa ; ils y servent de gangue à quelques filons de la mine de plomb sulfureuse connuesous le nom de *galène* : on les trouve fréquemment mêlés avec le quartz en Auvergne et dans les Vosges, et avec le spath calcaire dans les mines du comté de Derby en Angleterre.

» Quoique ces spaths phosphoriques, et surtout ceux en masses informes, soient ordinairement fendillés, cela n'empêche pas qu'ils ne soient susceptibles d'un fort beau poli ; on en rencontre même des pièces assez considérables pour en pouvoir faire de petites tables, des urnes et autres vases désignés sous les noms de *prime d'émeraude*, de *prime d'améthyste*, etc. M. Romé de l'Isle a nommé *albâtre vitreux* ceux de ces spaths qui, formés par dépôt comme les albâtres calcaires, sont aussi nuancés par zones ou rubans de différentes couleurs, ainsi qu'on en voit dans l'albâtre oriental. Ces albâtres vitreux se trouvent en abondance dans certaines provinces d'Angleterre, et surtout dans le comté de Derby : ils sont panachés ou rubanés des plus vives couleurs, et surtout de différentes teintes d'améthystes sur un fond blanc ; mais ils sont toujours étonnés, et comme formés de pièces de rapport dont on voit les joints, ce qui est un effet de leur cristallisation rapide et confuse. J'en ai vu à Paris de très-belles pièces qui y avaient été apportées par M. Jacob Forster... On rencontre aussi quelquefois de ce même spath en stalactites coniques, et même en stalagmites ondulées : mais il est beaucoup plus ordinaire de le trouver cristallisé en groupes plus ou moins considérables, et dont les cubes ont quelquefois plus d'un pied de largeur sur huit à dix pouces de hauteur ; ces cubes, tantôt entiers, tantôt tronqués aux angles ou dans leurs bords, varient beaucoup moins dans leur forme que les rhombes du spath calcaire : en récompense, leur couleur est plus variée que celle des autres spaths ; ils sont rarement d'un blanc mat : mais lorsqu'ils ne sont pas diaphanes ou couleur d'aigue-marine, ils sont jaunes, ou rougeâtres, ou violets, ou pourpres, ou roses, ou verts, et quelquefois du plus beau bleu. »

Il me reste seulement à observer que la terre calcaire étant la base de ces spaths fluors, j'ai eu devoir les rapporter aux pierres mélangées de matière calcaire, tandis que la pierre de Bologne et les autres spaths pesants tirant leur origine de la terre végétale et ne contenant point de matière calcaire, doivent être mis au nombre des produits de la terre limoneuse, comme nous tâcherons de le prouver dans la suite de cet ouvrage.

STALACTITES DE LA TERRE VÉGÉTALE.

La terre végétale, presque entièrement composée des détriments et du résidu des corps organisés, retient et conserve une grande partie des éléments actifs dont ils

étaient animés; les molécules organiques qui constituaient la vie des animaux et des végétaux s'y trouvent en liberté, et prêtes à être saisies ou pompées pour former de nouveaux êtres : le feu, cet élément sacré qui n'a été départi qu'à la nature vivante dont il anime les ressorts, ce feu qui maintenait l'équilibre et la force de toute organisation, se retrouve encore dans les débris des êtres désorganisés, dont la mort ne détruit que la forme et laisse subsister la matière, contre laquelle se brisent ses efforts; car cette même matière organique réduite en poudre, n'en est que plus propre à prendre d'autres formes, à se prêter à des combinaisons nouvelles, et à rentrer dans l'ordre vivant des êtres organisés.

Et toute matière combustible provenant originellement de ces mêmes corps organisés, la terre végétale et limoneuse est le magasin général de tout ce qui peut s'enflammer ou brûler : mais, dans le nombre de ces matières combustibles, il y en a quelques-unes, telles que les pyrites, où le feu s'accumule et se fixe en si grande quantité, qu'on peut les regarder comme des corps ignés dont la chaleur et le feu se manifestent dès qu'ils se décomposent. Ces pyrites ou pierres de feu sont de vraies stalactites de la terre limoneuse : et, quoique mêlées de fer, le fond de leur substance est le feu fixé par l'intermède de l'acide : elles sont en immense quantité, et toutes produites par la terre végétale dès qu'elle est imprégnée de sels vitrioliques; on les voit pour ainsi dire se former dans les délits et les fentes de l'argile, où la terre limoneuse amenée et déposée par la stillation des eaux, et en même temps arrosée par l'acide de l'argile, produit ces stalactites pyriteuses dans lesquelles le feu, l'acide et le fer, contenus dans cette terre limoneuse, se réunissent par une si forte attraction, que ces pyrites prennent plus de dureté que toutes les autres matières terrestres, à l'exception du diamant et de quelques pierres précieuses qui sont encore plus dures que ces pyrites. Nous verrons bientôt que le diamant et les pierres précieuses sont, comme les pyrites, des produits de cette terre végétale, dont la substance en général est plus ignée que terreuse.

En comparant les diamants aux pyrites, nous leur trouverons des rapports auxquels on n'a pas fait attention : le diamant, comme la pyrite, renferme une grande quantité de feu; il est combustible, et dès lors il ne peut provenir que d'une matière d'essence combustible : et comme la terre végétale est le magasin général qui seul contient toutes les matières inflammables ou combustibles, on doit penser qu'il en tire son origine et même sa substance.

Le diamant ne laisse aucun résidu sensible après sa combustion; c'est donc, comme le soufre, un corps encore plus igné que la pyrite, mais dans lequel nous verrons que la matière du feu est fixée par un intermède plus puissant que tous les acides.

La force d'affinité qui réunit les parties constituantes de tous les corps solides est plus grande dans le diamant que dans la pyrite, puisqu'il est beaucoup plus dur; mais, dans l'un et dans l'autre, cette force d'attraction a pour ainsi dire sa sphère particulière, et s'exerce avec tant de puissance, qu'elle ne produit que des masses isolées qui ne tiennent point aux matières environnantes, et qui toutes sont

régulièrement figurées. Les diamants, comme les pyrites, se trouvent dans la terre limoneuse; ils y sont toujours en très-petit volume, et ordinairement sans adhérence des uns aux autres, tandis que les matières uniquement formées par l'intermède de l'eau ne se présentent guère en masses isolées; et en effet il n'appartient qu'au feu de se former une sphère particulière d'attraction dans laquelle il n'admet les autres éléments qu'autant qu'ils lui conviennent; le diamant et la pyrite sont des corps de feu dans lesquels l'air, la terre et l'eau ne sont entrés qu'en quantité suffisante pour retenir et fixer ce premier élément.

Il se trouve des diamants noirs, presque opaques, qui n'ont aucune valeur, et qu'on prendrait, au premier coup d'œil, pour des pyrites martiales octaèdres ou cubiques; et ces diamants noirs forment peut-être la nuance entre les pyrites et les pierres précieuses, qui sont également des produits de la terre limoneuse: aucune de ces pierres précieuses n'est attachée aux rochers, tandis que les cristaux vitreux ou calcaires, formés par l'intermède de l'eau, sont implantés dans les masses qui les produisent, parce que cet élément, qui n'est que passif, ne peut se former, comme le feu, des sphères particulières d'attraction. L'eau ne sert en effet que de véhicule aux parties vitreuses ou calcaires, qui se rassemblent par leur affinité, et ne forment un corps solide que quand cette même eau en est séparée et enlevée par le dessèchement; et la preuve que les pyrites n'ont admis que très-peu ou point du tout d'eau dans leur composition, c'est qu'elles en sont avides au point que l'humidité les décompose, et rompt les liens du feu fixe qu'elles renferment. Au reste, il est à croire que dans des pyrites qui s'effleurissent à l'air, la quantité de l'acide étant proportionnellement trop grande, l'humidité de l'air est assez puissamment attirée par cet acide pour attaquer et pénétrer la substance de la pyrite, tandis que dans les marcassites ou pyrites arsenicales, qui contiennent moins d'acide et sans doute plus de feu que les autres pyrites, l'humidité de l'air ne fait aucun effet sensible: elle en fait encore moins sur le diamant, que rien ne peut dissoudre, décomposer ou ternir, et que le feu seul peut détruire en mettant en liberté celui que sa substance contient en si grande quantité, qu'elle brûle en entier sans laisser de résidu.

L'origine des vraies pierres précieuses, c'est-à-dire des rubis, topazes et saphirs d'Orient, est la même que celle des diamants: ces pierres se forment et se trouvent de même dans la terre limoneuse; elles y sont également en petites masses isolées; le feu qu'elles renferment est seulement en moindre quantité; car elles sont moins dures et en même temps moins combustibles que le diamant, et leur puissance réfractive est aussi de moitié moins grande: ces trois caractères, ainsi que leur grande densité, démontrent assez qu'elles sont d'une essence différente des cristaux vitreux ou calcaires, et qu'elles proviennent, comme le diamant, des extraits les plus purs de la terre végétale.

Dans le soufre et les pyrites, la substance du feu est fixée par l'acide vitriolique; on pourrait donc penser que, dans les pierres précieuses, le feu se trouve fixé de même par cet acide, le plus puissant de tous: mais M. Achard a, comme nous l'a-

vons dit (1), tiré de la terre alcaline un produit semblable à celui des rubis qu'il avait soumis à l'analyse chimique, et cette expérience prouve que la terre alcaline peut produire des corps assez semblables à cette pierre précieuse ; or l'on sait que la terre végétale et limoneuse est plus alcaline qu'aucune terre, puisqu'elle n'est principalement composée que des débris des animaux et des végétaux. Je pense donc que c'est par l'alcali que le feu se fixe dans le diamant et le rubis, comme c'est par l'acide qu'il se fixe dans la pyrite ; et même l'alcali, étant plus analogue que l'acide à la substance du feu, doit le saisir avec plus de force, le retenir en plus grande quantité, et s'accumuler en petites masses sous un moindre volume ; ce qui, dans la formation de ces pierres, produit la densité, la dureté, la transparence, l'homogénéité et la combustibilité.

Mais avant de nous occuper de ces brillants produits de la terre végétale, et qui n'en sont que les extraits ultérieurs, nous devons considérer les concrétions plus grossières et moins épurées de cette même terre réduite en limon, duquel les bols et plusieurs autres substances terreuses ou pierreuses tirent leur origine et leur essence.

BOLS.

On pourra toujours distinguer aisément les bols et terres bolaires des argiles pures, et même des terres glaiseuses, par des propriétés évidentes : les bols et terres bolaires se gonflent très-sensiblement dans l'eau, tandis que les argiles s'imbibent sans gonflement apparent ; ils se boursoufflent et augmentent de volume au feu : l'argile, au contraire, fait retraite et diminue dans toutes ses dimensions ; les bols enfin se fondent et se convertissent en verre au même degré de feu qui ne fait que cuire et durcir les argiles. Ce sont là les différences essentielles qui distinguent les terres limoneuses des terres argileuses : les autres caractères pourraient être équivoques ; car les bols se pétrissent dans l'eau comme les argiles, ils sont de même composés de molécules spongieuses ; leur cassure et leur grain, lorsqu'ils sont desséchés, sont aussi les mêmes ; leur ductilité est à peu près égale ; et tout ceci doit s'entendre des bols comparés aux argiles pures et fines : les glaises ou argiles grossières ne peuvent être confondues avec les bols, dont le grain est toujours très-fin. Mais ces ressemblances des argiles avec les bols n'empêchent pas que leur origine et leur nature ne soient réellement et essentiellement différentes ; les argiles, les glaises, les schistes, les ardoises ne sont que des débris des matières vitreuses décomposées, et plus ou moins humides ou desséchées, au lieu que les bols

(1) Voyez l'article du *Cristal de roche*, ci-dessus.

sont les produits ultérieurs de la destruction des animaux et des végétaux, dont la substance désorganisée fait le fond de la terre végétale, qui, peu à peu, se convertit en limon, dont les parties les plus atténuées et les plus ductiles forment les bols.

Comme cette terre végétale et limoneuse couvre la surface entière du globe, les bols sont assez communs dans toutes les parties du monde; ils sont tous de la même essence, et ne diffèrent que par la couleur et la finesse du grain. Le bol blanc paraît être le plus pur de tous; on peut mettre au nombre de ces bols blancs la terre de *Patna*, dont on fait au Mogol des vases très-minces et très-légers: il y a même en Europe de ces bols blancs assez chargés de particules organiques et nutritives pour en faire du pain en les mêlant avec de la farine; enfin l'on peut mettre au nombre de ces bols blancs plusieurs sortes de terres qui nous sont indiquées sous différents noms, la plupart anciens, et que, souvent on confond les unes avec les autres.

Le bol rouge tire sa couleur du fer en rouille dont il est plus ou moins mélangé; c'est avec ce bol qu'on prépare la terre sigillée, si fameuse chez les anciens, et de laquelle on faisait grand usage dans la médecine. Cette terre sigillée nous vient aujourd'hui des pays orientaux, en pastilles ou en pains convexes d'un côté et aplatis de l'autre, avec l'empreinte d'un cachet que chaque souverain du lieu où il se trouve aujourd'hui de ces sortes de terre, y fait apposer moyennant un tribut; ce qui leur a fait donner le nom de *terres scellées* ou *sigillées*: on leur a donné le nom de *terre de Lemnos*, *terre bénite de Saint-Paul*, *terre de Malte*, *terre de Constantinople*. On peut voir dans les anciens historiens avec quelles cérémonies superstitieuses on tirait ces bols de leurs minières du temps d'Homère, d'Hérodote, de Dioscoride et de Galien; on peut voir dans les observations de Belon les différences de ces terres sigillées, et ce qui se pratiquait de son temps pour les extraire et les travailler.

La terre de Guatimala, dont on fait des vases en Amérique, est aussi un bol rougeâtre; il est assez commun dans plusieurs contrées de ce continent, dont les anciens habitants avaient fait des poteries de toutes sortes: les Espagnols ont donné à cette terre cuite le nom de *boucaro*. Il en est de même du bol d'Arménie et de la terre étrusque, dont on a fait anciennement de beaux ouvrages en Italie. On trouve aussi de ces bols plus ou moins colorés de rouge en Allemagne; il y en a même en France, qu'on pourrait peut-être également travailler.

Ces bols blancs, rouges et jaunes, sont les plus communs: mais il y a aussi des bols verdâtres, tels que la terre de Vérone, qui paraissent avoir reçu du cuivre cette teinte verte; il s'en trouve de cette même couleur en Allemagne, dans le margraviat de Bareith, et les voyageurs en ont rencontré de toutes couleurs en Perse et en Turquie.

La pierre de Lemnos, si célèbre chez les anciens peuples du Levant, par ses propriétés et vertus médicinales, n'était, comme nous venons de l'indiquer, qu'un bol d'un rouge assez foncé et d'un grain très-fin, et l'on peut croire qu'ils l'épuraient encore et le travaillaient avant d'en faire usage: le bol qu'on nous envoie sous la dénomination de *bol d'Arménie* ressemble assez à cette terre de Lemnos. Il se trouve aussi en Perse des bols blancs et gris, et l'on en fait des vases pour rafraîchir les

liqueurs qu'ils contiennent. Enfin, les voyageurs ont aussi reconnu des bols de différentes couleurs à Madagascar, et je suis persuadé que partout où la terre limoneuse se trouve accumulée et en repos pendant plusieurs siècles, ses parties les plus fines forment, en se rassemblant, des bols dont les couleurs ne sont dues qu'au fer dissous dans cette terre ; et c'est, à mon avis, de la concrétion endurcie de ces bols que se forment les matières pierreuses dont nous allons parler.

SPATHS PESANTS.

Les pyrites, les spaths pesants, les diamants et les pierres précieuses, sont tous des corps ignés qui tirent leur origine de la terre végétale et limoneuse, c'est-à-dire du détriment des corps organisés, lesquels seuls contiennent la substance du feu en assez grande quantité pour être combustibles ou phosphoriques. L'ordre de densité ou de pesanteur spécifique dans les matières terrestres commence par les métaux, et descend immédiatement aux pyrites qui sont encore métalliques, et des pyrites passe aux spaths pesants et aux pierres précieuses (1). Dans les marcassites et pyrites, la substance du feu est unie aux acides et a pour base une terre métallique; dans les spaths pesants, cette substance du feu est en même temps unie à l'acide et à l'alcali, et a pour base une terre bolaire ou limoneuse. La présence de l'alcali combiné avec les principes du soufre se manifeste par l'odeur qu'exhalent ces spaths pesants, lorsqu'on les soumet à l'action du feu ; enfin le diamant et les pierres précieuses sont les extraits les plus purs de la terre limoneuse, qui leur sert de base, et de laquelle ces pierres tirent leur phosphorescence et leur combustibilité.

Il ne me paraît pas nécessaire de supposer, comme l'ont fait nos chimistes récents, une terre particulière plus pesante que les autres terres, pour définir la nature des spaths pesants : ce n'est point expliquer leur essence ni leur formation, c'est les supposer données et toutes faites ; c'est dire simplement et fort inutilement que ces spaths sont plus pesants que les autres spaths, parce que leur terre est plus pesante que les autres terres ; c'est éluder et reculer la question au lieu de la ré-

(1) L'étain, qui est le plus léger des métaux, pèse spécifiquement 72914 ; le mispickel, ou pyrite arsenicale, qui est la plus pesante des pyrites, pèse 65225 ; la pyrite ou marcassite de Dauphiné, dont on fait des bijoux, des colliers, etc., pèse 49539 ; la marcassite cubique, 47016, la pyrite globuleuse martiale de Picardie pèse 41006 ; et la pyrite martiale cubique de Bourgogne ne pèse que 39000.

La pierre de Bologne, qui est le plus dense des spaths pesants, pèse 44409 ; le spath pesant blanc, 44300 ; et le spath pesant trouvé en Bourgogne, à Thôtes près Semur, ne pèse que 42687.

Le rubis d'Orient, la plus dense des pierres précieuses, pèse 42838, et le diamant, quoique la plus dure, est en même temps la plus légère de toutes les pierres précieuses, et ne pèse que 33212. (Voyez les Tables de M. Brisson.)

soudre; car ne doit-on pas demander pourquoi cette terre est plus pesante, puisque, de l'aveu de ces chimistes, elle ne contient point de parties métalliques? Ils seront donc toujours obligés de rechercher avec nous quelles peuvent être les combinaisons des éléments qui rendent ces spaths plus pesants que toutes les autres pierres.

Or, pour se bien conduire dans une recherche de cette espèce, et arriver à un résultat conséquent et plausible, il faut d'abord examiner les propriétés absolues et relatives de cette matière pierreuse plus pesante qu'aucune autre pierre; il faut tâcher de reconnaître si cette matière est simple ou composée; car, en la supposant mêlée de parties métalliques, sa pesanteur ne serait qu'un effet nécessaire de ce mélange: mais, de quelque manière qu'on ait traité ces spaths pesants, on n'en a pas tiré un seul atome de métal; dès lors leur grande densité ne provient pas de la mixtion d'aucune matière métallique: on a seulement reconnu que les spaths pesants ne sont ni vitreux, ni calcaires, ni gypseux; et comme, après les matières vitreuses, calcaires et métalliques, il n'existe dans la nature qu'une quatrième matière, qui est la terre limoneuse, on peut déjà présumer que la substance de ces spaths pesants est formée de cette dernière terre, puisqu'ils diffèrent trop des autres terres et pierres pour en provenir ni leur appartenir.

Les spaths pesants, quoique fusibles à un feu violent, ne doivent pas être confondus avec le feldspath, non plus qu'avec les spaths auxquels on a donné les dénominations impropres de *spaths vitreux* ou *fusibles*, c'est-à-dire avec les spaths fluors qui se trouvent assez souvent dans les mines métalliques: les spaths pesants et les fluors n'étincellent pas sous le briquet, comme le feldspath; mais ils diffèrent entre eux, tant par la dureté que par la densité; la pesanteur spécifique de ces spaths fluors n'est que de 30 à 31 mille, tandis que celle des spaths pesants est de 44 à 45 mille.

La substance des spaths pesants est une terre alcaline; et comme elle n'est pas calcaire, elle ne peut être que limoneuse et bolaire: de plus, cette substance pesante a autant et peut-être plus d'affinité que l'alcali même avec l'acide vitriolique; car les seules matières inflammables ont plus d'affinité que cette terre avec cet acide.

On trouve assez souvent ces spaths pesants sous une forme cristallisée; on reconnaît alors aisément que leur texture est lamelleuse: mais ils se présentent aussi en cristallisation confuse, et même en masses informes. Ils ne font point partie des roches vitreuses et calcaires, ils n'en tirent pas leur origine; on les trouve toujours à la superficie de la terre végétale, ou à une assez petite profondeur, souvent en petits morceaux isolés, et quelquefois en petites veines comme les pyrites.

En faisant calciner ces spaths pesants, on n'obtient ni de la chaux, ni du plâtre; ils acquièrent seulement la propriété de luire dans les ténèbres; et pendant la calcination ils exhalent une forte odeur de foie de soufre, preuve évidente que leur substance contient de l'alcali uni au feu fixe du soufre: ils diffèrent en cela des pyrites, dans lesquelles le feu fixe n'est point uni à l'alcali, mais à l'acide. L'essence

des spaths pesants est donc une terre alealine très-fortement chargée de la substance du feu : et comme la terre formée du détriment des animaux et végétaux est celle qui contient l'alcali et la substance du feu en plus grande quantité, on doit encore en inférer que ces spaths tirent leur origine de la terre limoneuse ou bolaire, dont les plus fines, entraînées par la stillation des eaux, auront formé cette sorte de stalactite qui aura pris de la consistance et de la densité par la réunion de ces mêmes parties rapprochées de plus près que dans les stalactites vitreuses ou calcaires.

La texture des spaths pesants est lamelleuse comme celle des pierres précieuses; ils ne font de même aucune effervescence avec les acides : ils se présentent rarement en cristallisations isolées; ce sont ordinairement des groupes de cristaux très-étroitement unis, et assez irrégulièrement, les uns avec les autres.

Le spath auquel on a donné la dénomination de *spath perlé*, parce qu'il est luisant et d'un blanc de perle, a été mis mal à propos au nombre des spaths pesants par quelques naturalistes récents; car ce n'est qu'un spath calcaire qui diffère des spaths pesants par toutes ses propriétés : il fait effervescence avec les acides; la densité de ce spath perlé est à peu près égale à celle des autres spaths calcaires (1), et d'un tiers au-dessous de celle des spaths pesants; de plus, sa forme de cristallisation est semblable à celle du spath calcaire; il se convertit de même en chaux : il n'est donc pas douteux que ce spath perlé ne doive être séparé des spaths pesants et réuni aux autres spaths calcaires.

Les spaths pesants sont plus souvent opaques que transparents; et comme je soupçonnais, par leurs autres rapports avec les pierres précieuses, qu'ils ne devaient offrir qu'une simple réfraction, j'ai prié M. l'abbé Rochon d'en faire l'expérience, et il a en effet reconnu que ces spaths n'ont point de double réfraction; leur essence est donc homogène et simple comme celle du diamant et des pierres précieuses, qui n'offrent aussi qu'une simple réfraction : les spaths pesants leur ressemblent par cette propriété, qui leur est commune et qui n'appartient à aucune autre pierre transparente; ils en approchent aussi par leur densité, qui néanmoins est encore un peu plus grande que celle du rubis : mais, avec cette homogénéité et cette grande densité, les spaths pesants n'ont pas à beaucoup près autant de dureté que les pierres précieuses.

Les spaths pesants opaques ou transparents sont ordinairement d'un blanc mat; cependant il s'en trouve quelques-uns qui ont des teintes d'un rouge ou d'un jaune léger, et d'autres qui sont verdâtres ou bleuâtres : ces différentes couleurs proviennent, comme dans les autres pierres colorées, des vapeurs ou dissolutions métalliques qui, dans de certains lieux, ont pénétré la terre limoneuse et teint les stalactites qu'elle produit.

Le spath pesant le plus anciennement connu est la pierre de Bologne; elle se

(1) La pesanteur spécifique du spath calcaire rhomboïdal, dit *Cristal d'Islande*, est de 27151; celle du spath perlé, de 28378; tandis que la pesanteur spécifique du spath pesant octaèdre est de 44712; et celle du spath pesant, dit *pierre de Bologne*, est de 44709. (Voyez les Tables de M. Brisson.)

présente souvent en forme globuleuse, et quelquefois aplatie ou allongée comme un cylindre : son tissu lamelleux la rend chatoyante à sa surface; dans cet état on ne peut guère la distinguer des autres pierres feuilletées que par sa forte pesanteur. Le comte Marsigli et Mentzelius ont fait sur cette pierre de bonnes observations, et ils ont indiqué les premiers la manière de la préparer pour en faire des phosphores qui conservent la lumière et la rendent au dehors pendant plusieurs heures.

Tous les spaths pesants ont la même propriété, et cette phosphorescence les rapproche encore des diamants et des pierres précieuses, qui reçoivent, conservent et rendent dans les ténèbres la lumière du soleil, et même celle du jour, dont une partie paraît se fixer pour un petit temps dans leur substance, et les rend phosphoriques pendant plusieurs heures.

Les pierres précieuses et les spaths pesants ont donc tant de rapports et de propriétés communes, qu'on ne peut guère douter que le fond de leur essence ne soit de la même nature; la densité, la simple réfraction ou l'homogénéité, la phosphorescence, leur formation et leur gisement dans la terre limoneuse, sont des caractères et des circonstances qui semblent démontrer leur origine commune, et les séparer en même temps de toutes les matières vitreuses, calcaires et métalliques.

PIERRES PRÉCIEUSES.

Les caractères par lesquels on doit distinguer les vraies pierres précieuses de toutes les autres pierres transparentes sont la densité, la dureté, l'infusibilité, l'homogénéité et la combustibilité; elles n'ont qu'une simple réfraction, tandis que toutes les autres, sans aucune exception, ont au moins une double réfraction, et quelquefois une triple, quadruple, etc. Ces pierres précieuses sont en très-petit nombre; elles sont spécifiquement plus pesantes, plus homogènes et beaucoup plus dures que tous les cristaux et les spaths; leur réfraction simple démontre qu'elles ne sont composées que d'une seule substance d'égale densité dans toutes ses parties, au lieu que les cristaux et tous les autres extraits des verres primitifs et des matières calcaires, pures ou mélangées, ayant une double réfraction, sont évidemment composés de lames ou couches alternatives de différente densité : nous avons donc exclu du nombre des pierres précieuses les améthystes, les topazes de Saxe et du Brésil, les émeraudes et péridots, qu'on a jusqu'ici regardés comme tels parce que l'on ignorait la différence de leur origine et de leurs propriétés. Nous avons démontré que toutes ces pierres ne sont que des cristaux et des produits des verres primitifs, dont elles conservent les propriétés essentielles : les vraies pierres précieuses, telles que le diamant, le rubis, la topaze et le saphir d'Orient, n'ayant

qu'une seule réfraction, sont évidemment homogènes dans toutes leurs parties, et en même temps elles sont beaucoup plus dures et plus denses que toutes ces pierres, qui tirent leur origine des matières vitreuses.

On savait que le diamant est de toutes les matières transparentes celle dont la réfraction est la plus forte, et M. l'abbé Rochon, que j'ai déjà eu occasion de citer avec éloge, a observé qu'il en est de même des rubis, de la topaze et du saphir d'Orient; ces pierres, quoique plus denses que le diamant, sont néanmoins également homogènes, puisqu'elles ne donnent qu'une simple réfraction. D'après ces caractères, qu'on n'avait pas saisis, quoique très-essentiels, et mettant pour un moment le diamant à part, nous nous croyons fondé à réduire les vraies pierres précieuses aux variétés suivantes, savoir : le *rubis* proprement dit, le *rubis balais*, le *rubis spinelle*, la *vermeille*, la *topaze*, le *saphir* et le *girasol*; ces pierres sont les seules qui n'offrent qu'une simple réfraction. Le balais n'est qu'un rubis d'un rouge plus clair, et le spinelle un rubis d'un rouge plus foncé; la vermeille n'est aussi qu'un rubis dont le rouge est mêlé d'orangé, et le girasol un saphir dont la transparence est nébuleuse et la couleur bleue teinte d'une nuance de rouge : ainsi les rubis, topazes et saphirs, n'ayant qu'une simple réfraction, et étant en même temps d'une densité beaucoup plus grande que les extraits des verres primitifs, on doit les séparer des matières transparentes vitreuses, et leur donner une tout autre origine.

Et quoique le grenat et l'hyacinthe approchent des pierres précieuses par leur densité, nous n'avons pas cru devoir les admettre dans leur nombre, parce que ces pierres sont fusibles et qu'elles ont une double réfraction assez sensible pour démontrer que leur substance n'est point homogène, et qu'elles sont composées de deux matières d'une densité différente; leur substance paraît aussi être mêlée de parties métalliques. On pourra me dire que les rubis, topazes, saphirs, et même les diamants colorés ne sont teints, comme le grenat et l'hyacinthe, que par les parties métalliques qui sont entrées dans leur composition; mais nous avons déjà démontré que ces molécules métalliques qui colorent les cristaux et autres pierres transparentes, sont en si petite quantité, que la densité de ces pierres n'en est point augmentée. Il en est de même des diamants de couleur, leur densité est la même que celle des diamants blancs; et ce qui prouve que, dans les hyacinthes et les grenats, les parties hétérogènes et métalliques sont en bien plus grande quantité que dans ces pierres précieuses, c'est qu'ils donnent une double réfraction : ces pierres sont donc réellement composées de deux matières de densité différente, et elles auront reçu non-seulement leur teinture comme les autres pierres de couleur, mais aussi leur densité et leur double réfraction par le mélange d'une grande quantité de particules métalliques. Nos pierres précieuses blanches ou colorées n'ont, au contraire, qu'une seule réfraction : preuve évidente que la couleur n'altère pas sensiblement la simplicité de leur essence. La substance de ces pierres est homogène dans toutes ses parties; elle n'est pas composée de couches alternatives de matière plus ou moins dense, comme celle des autres pierres transparentes, qui toutes donnent une double réfraction.

La densité de l'hyacinthe, quoique moindre que celle du grenat, surpasse encore la densité du diamant, on pourrait donc mettre l'hyacinthe au rang des pierres précieuses, si sa réfraction était simple et aussi forte que celle de ces pierres; mais elle est double et faible, et d'ailleurs sa couleur n'est pas franche: ainsi ces imperfections indiquent assez que son essence n'est pas pure. On doit observer aussi que l'hyacinthe ne brille qu'à sa surface et par la réflexion de la lumière, tandis que les vraies pierres précieuses brillent encore plus par la réfraction intérieure que par le reflet extérieur de la lumière. En général, dès que les pierres sont nuageuses et même chatoyantes, leurs reflets de couleurs ne sont pas purs, et l'intensité de leur lumière réfléchie ou réfractée est toujours faible, parce qu'elle est plutôt dispersée que rassemblée.

On peut donc assurer que le premier caractère des vraies pierres précieuses est la simplicité de leur essence ou l'homogénéité de leur substance, qui se démontre par leur réfraction toujours simple, et que les deux autres caractères qu'on doit réunir au premier sont leur densité et leur dureté beaucoup plus grandes que celles d'aucun des verres ou matières vitreuses produites par la nature: on ne peut donc pas soutenir que ces pierres précieuses tirent leur origine, comme les cristaux, de la décomposition de ces verres primitifs, ni qu'elles en soient des extraits; et certainement elles proviennent encore moins de la décomposition des spaths calcaires, dont la densité est à peu près la même que celle des verres primitifs (1), et qui d'ailleurs se réduisent en chaux au lieu de se fondre ou de brûler. Ces pierres précieuses ne peuvent de même provenir de la décomposition des spaths fluors, dont la pesanteur spécifique est à peu près égale à celle des schorls (2), et je ne vois dans la nature que les spaths pesants dont la densité puisse se comparer à celle des pierres précieuses: la plus dense de toutes est le rubis d'Orient, dont la pesanteur spécifique est de 42833: et celle du spath pesant appelé *Pierre de Bologne* est de 44409; celle du spath pesant octaèdre est de 44712: on doit donc croire que les pierres précieuses ont quelque rapport d'origine avec ces spaths pesants, d'autant mieux qu'elles s'imbibent de lumière et qu'elles la conservent pendant quelque temps comme les spaths pesants. Mais ce qui démontre invinciblement que ni les verres primitifs, ni les substances calcaires, ni les spaths fluors, ni même les spaths pesants n'ont produit les pierres précieuses, c'est que toutes ces matières se trouvent à peu près également dans toutes les régions du globe, tandis que les diamants et les pierres précieuses ne se rencontrent que dans les climats les plus chauds: preuve certaine que, de quelque matière qu'elles tirent leur origine, cet excès de chaleur est nécessaire à leur production.

Mais la chaleur réelle de chaque climat est composée de la chaleur propre du globe

(1) Les pesanteurs spécifiques du quartz sont de 26546; du feldspath, 26406; du mica blanc, 27044; et la pesanteur spécifique du spath calcaire (cristal d'Islande) est de 27151; et celle du spath perlé, de 26378. (Tables de M. Brisson.)

(2) La pesanteur spécifique du spath phosphorique cubique blanc est de 31555; celle du spath phosphorique cubique violet, de 31757; du spath phosphorique d'Auvergne, de 30913; et la pesanteur spécifique du schorl cristallisé est de 30926; du schorl violet du Dauphiné, de 32936. (Tables de M. Brisson.)

et de l'accession de la chaleur envoyée par le soleil; l'une et l'autre sont plus grandes entre les tropiques que dans les zones tempérées et froides : la chaleur propre du globe y est plus forte, parce que le globe étant plus épais à l'équateur qu'aux pôles, cette partie de la terre a conservé plus de chaleur, puisque la déperdition de cette chaleur propre du globe s'est faite, comme celle de tous les autres corps chauds, en raison inverse de leur épaisseur. D'autre part, la chaleur qui arrive du soleil avec la lumière est, comme l'on sait, considérablement plus grande sous cette zone torride que dans tous les autres climats, et c'est de la somme de ces deux chaleurs toujours réunies, qu'est composée la chaleur locale de chaque région. Les terres sous l'équateur jusqu'aux deux tropiques souffrent, par ces deux causes, un excès de chaleur qui influe non-seulement sur la nature des animaux, des végétaux et de tous les êtres organisés, mais agit même sur les matières brûtées, particulièrement sur la terre végétale, qui est la couche la plus extérieure du globe : aussi les diamants, rubis, topazes et saphirs ne se trouvent qu'à la surface ou à de très-petites profondeurs dans le terrain de ces climats très-chauds ; il ne s'en rencontre dans aucune région de la terre. Le seul exemple contraire à cette exclusion générale est le saphir du Puy-en-Velay, qui est spécifiquement aussi et même un peu plus pesant que le saphir d'Orient (1), et qui prend, dit-on, un aussi beau poli ; mais j'ignore s'il n'a de même qu'une simple réfraction, et par conséquent si l'on doit l'admettre au rang des vraies pierres précieuses, dont la plus brillante propriété est de réfracter puissamment la lumière et d'en offrir les couleurs dans toute leur intensité : la double réfraction décolore les objets, et diminue par conséquent plus ou moins cette intensité dans les couleurs, et dès lors toutes les matières transparentes qui donnent une double réfraction ne peuvent avoir autant d'éclat que les pierres précieuses, dont la substance ainsi que la réfraction sont simples.

Car il faut distinguer, dans la lumière réfractée par les corps transparents, deux effets différents, celui de la réfraction et celui de la dispersion de cette même lumière : ces deux effets ne suivent pas la même loi, et paraissent même être en raison inverse l'un à l'autre ; car la plus petite réfraction se trouve accompagnée de la plus grande dispersion, tandis que la plus grande réfraction ne donne que la plus petite dispersion. Le jeu des couleurs qui provient de cette dispersion de la lumière est plus varié dans les *stras*, verres de plomb ou d'antimoine, que dans le diamant ; mais ces couleurs des *stras* n'ont que très-peu d'intensité en comparaison de celles qui sont produites par la réfraction du diamant.

La puissance réfractive est beaucoup plus grande dans le diamant que dans aucun autre corps transparent : avec des prismes dont l'angle est de 20 degrés, la réfraction du verre blanc est d'environ $10 \frac{1}{2}$; celle du flint-glass, de $11 \frac{1}{2}$; celle du cristal de roche n'est tout au plus que de $10 \frac{1}{2}$; celle du spath d'Islande d'environ $11 \frac{1}{4}$;

(1) La pesanteur spécifique du saphir d'Orient bleu est de 3997 ; du saphir d'Orient blanc, de 3991 ; et la pesanteur spécifique du saphir du Puy est de 4079. (Tables de M. Briss n.)

celle du péridot de 11 ; tandis que la réfraction du saphir d'Orient est entre 14 et 15, et que celle du diamant est au moins de 30. M. l'abbé Rochon, qui a fait ces observations, présume que la réfraction du rubis et de la topaze d'Orient est aussi entre 14 et 15, comme celle du saphir ; mais il me semble que ces deux premières pierres ayant plus d'éclat que la dernière, on peut penser qu'elles ont aussi une réfraction plus forte et un peu moins éloignée de celle du diamant : cette grande force de réfraction produit la vivacité, ou, pour mieux dire, la forte intensité des couleurs dans le spectre du diamant, et c'est précisément parce que ces couleurs conservent toute leur intensité que leur dispersion est moindre. Le fait confirme ici la théorie, car il est aisé de s'assurer que la dispersion de la lumière est bien plus petite dans le diamant que dans aucune autre matière transparente.

Le diamant, les pierres précieuses et toutes les substances inflammables ont plus de puissance réfractive que les autres corps transparents, parce qu'elles ont plus d'affinité avec la lumière ; et par la même raison il y a moins de dispersion dans leur réfraction, puisque leur plus grande affinité avec la lumière doit en réunir les rayons de plus près. Le verre d'antimoine peut ici nous servir d'exemple ; sa réfraction n'est que d'environ $11 \frac{1}{2}$, tandis que sa dispersion est encore plus grande que celle du *stras* ou d'aucune autre matière connue, en sorte qu'on pourrait égaler et peut-être surpasser le diamant pour le jeu des couleurs avec le verre d'antimoine : mais ces couleurs ne seraient que des bluettes encore plus faibles que celles du *stras* ou verre de plomb ; et d'ailleurs ce verre d'antimoine est trop tendre pour pouvoir conserver longtemps son poli.

Cette homogénéité dans la substance du diamant et des pierres précieuses qui nous est démontrée par leur réfraction toujours simple, cette grande densité que nous leur connaissons par la comparaison de leurs poids spécifiques, enfin leur très-grande dureté qui nous est également démontrée par leur résistance au frottement de la lime, sont des propriétés essentielles qui nous présentent des caractères tirés de la nature, et qui sont bien plus certains que tous ceux par lesquels on a voulu désigner et distinguer ces pierres : ils nous indiquent leur essence, et nous démontrent en même temps qu'elles ne peuvent provenir des matières vitreuses, calcaires ou métalliques, et qu'il ne reste que la terre végétale ou limoneuse dont le diamant et les vraies pierres précieuses aient pu tirer leur origine. Cette présomption très-bien fondée acquerra le titre de vérité lorsqu'on réfléchira sur deux faits généraux également certains : le premier, que ces pierres ne se trouvent que dans les climats les plus chauds, et que cet excès de chaleur est par conséquent nécessaire à leur formation ; le second, qu'on ne les rencontre qu'à la surface ou dans la première couche de la terre et dans le sable des rivières, où elles ne sont qu'en petites masses isolées, et souvent recouvertes d'une terre limoneuse ou bolaire, mais jamais attachées aux rochers comme le sont les cristaux des autres pierres vitreuses ou calcaires.

D'autres faits particuliers viendront à l'appui de ces faits généraux, et l'on ne pourra guère se refuser à croire que les diamants et autres pierres précieuses ne

soient en effet des produits de la terre limoneuse, qui, conservant plus qu'aucune autre matière la substance du feu des corps organisés dont elle recueille les détriments, doit produire et produit réellement partout des concrétions combustibles et phosphoriques, telles que les pyrites, les spaths pesants, et peut par conséquent former des diamants également phosphoriques et combustibles dans les lieux où le feu fixe contenu dans cette terre, est encore aidé par la grande chaleur du globe et du soleil.

Pour répondre d'avance aux objections qu'on pourrait faire contre cette opinion, nous conviendrons volontiers que ces saphirs trouvés au Puy-en-Velay, dont la densité est égale à celle du saphir d'Orient, semblent prouver qu'il se rencontre au moins quelque une des pierres que j'appelle *précieuses* dans les climats tempérés ; mais ne devons-nous pas en même temps observer que, quand il y a eu des volcans dans cette région tempérée, le terrain peut en être pendant longtemps aussi chaud que celui des régions du midi ? Le Velay en particulier est un terrain volcanisé, et je ne suis pas éloigné de penser qu'il peut se former dans ces terrains, par leur excès de chaleur, des pierres précieuses de la même qualité que celles qui se forment par le même excès de chaleur dans les climats voisins de l'équateur, pourvu néanmoins que cet excès de chaleur dans les terrains volcanisés soit constant, ou du moins assez durable et assez uniformément soutenu pour donner le temps nécessaire à la formation de ces pierres. En général leur dureté nous indique que leur formation exige beaucoup de temps ; et les terres volcanisées ne conservant pas leur excès de chaleur pendant plusieurs siècles, il ne doit pas s'y former de diamants, qui de toutes les pierres sont les plus dures, tandis qu'il peut s'y former des pierres transparentes moins dures. Ce n'est donc que dans le cas très-particulier où la terre végétale conserverait cet excès de chaleur pendant une longue suite de temps, qu'elle pourrait produire ces stalactites précieuses dans un climat tempéré ou froid, et ce cas est infiniment rare et ne s'est jusqu'ici présenté qu'avec le saphir du Puy.

On pourra me faire une autre objection. D'après votre système, me dira-t-on, toutes les parties du globe ont joui de la même chaleur dont jouissent aujourd'hui les régions voisines de l'équateur ; il a donc dû se former des diamants et autres pierres précieuses dans toutes les régions de la terre, et l'on devrait y trouver quelques-unes de ces anciennes pierres qui par leur essence résistent aux injures de tous les éléments : néanmoins on n'a nulle part, de temps immémorial, ni vu ni rencontré un seul diamant dans aucune des contrées froides ou tempérées. Je réponds en convenant qu'il a dû se former en effet des diamants dans toutes les régions du globe lorsqu'elles jouissaient de la chaleur nécessaire à cette production ; mais comme ils ne se trouvent que dans la première couche de la terre, et jamais à de grandes profondeurs, il est plus que probable que les diamants et les autres pierres précieuses ont été successivement recueillis par les hommes, de la même manière qu'ils ont recueilli les pépites d'or et d'argent, et même les blocs de cuivre primitif, lesquels ne se trouvent plus dans les pays habités, parce que toutes ces matières

brillantes ou utiles ont été recherchées ou consommées par les anciens habitants de ces mêmes contrées.

Mais ces objections et les doutes qu'elles pourraient faire naître doivent également disparaître à la vue des faits et des raisons qui démontrent que les diamants, les rubis, topazes et saphirs, ne se trouvent qu'entre les tropiques, dans la première et la plus chaude couche de la terre, et que, ces mêmes pierres étant d'une densité plus grande et d'une essence plus simple que toutes les autres pierres transparentes vitreuses ou calcaires, on ne peut leur donner d'autre origine, d'autre matrice, que la terre limoneuse, qui, rassemblant les débris des autres matières, et n'étant principalement composée que du détriment des êtres organisés, a pu seule former des corps pleins de feu, tels que les pyrites, les spaths pesants, les diamants et autres concrétions phosphoriques, brillantes et précieuses; et ce qui vient victorieusement à l'appui de cette vérité, c'est le fait bien avéré du phosphorisme et de la combustion du diamant. Toute matière combustible ne provient que des corps organisés ou de leurs détriments; et dès lors le diamant, qui s'imbibe de lumière, et qu'on a été forcé de mettre au nombre des substances combustibles, ne peut provenir que de la terre végétale, qui seule contient les débris combustibles des corps organisés.

J'avoue que la terre végétale et limoneuse est encore plus impure et moins simple que les matières vitreuses, calcaires et métalliques; j'avoue qu'elle est le réceptacle général et commun des poussières de l'air, de l'égout des eaux, et de tous les détriments des métaux et des autres matières dont nous faisons usage: mais le fond principal qui constitue son essence n'est ni métallique, ni vitreux, ni calcaire; il est plutôt igné; c'est le résidu, ce sont les détriments des animaux et des végétaux dont sa substance est spécialement composée: elle contient donc plus de feu fixe qu'aucune autre matière. Les bitumes, les huiles, les graisses, toutes les parties des animaux et des végétaux qui se sont converties en tourbe, en charbon, en limon, sont combustibles, parce qu'elles proviennent des corps organisés. Le diamant, qui de même est combustible, ne peut donc provenir que de cette même terre végétale d'abord animée de son propre feu, et ensuite aidée d'un surplus de chaleur qui n'existe actuellement que dans les terres de la zone torride.

Les diamants, les rubis, la topaze et le saphir, sont les seules vraies pierres précieuses, puisque leur substance est parfaitement homogène, et qu'elles sont en même temps plus dures et plus denses que toutes les autres pierres transparentes, elles seules, par toutes ces qualités réunies, méritent cette dénomination. Elles ne peuvent provenir des matières vitreuses, et encore moins des substances calcaires ou métalliques; d'où l'on doit conclure par exclusion, et indépendamment de toutes nos preuves positives, qu'elles ne doivent leur origine qu'à la terre limoneuse, puisque toutes les autres matières n'ont pu les produire.

DIAMANT.

J'ai cru pouvoir avancer et même assurer, quelque temps avant qu'on en eût fait l'épreuve (1), que le diamant était une substance combustible ; ma proposition était fondée sur ce qu'il n'y a que les matières inflammables qui donnent une réfraction plus forte que les autres relativement à leur densité respective. La réfraction de l'eau, du verre et des autres matières transparentes, solides ou liquides, est toujours et dans toutes proportionnelle à leur densité ; tandis que dans le diamant, les huiles, l'esprit-de-vin et les autres substances solides ou liquides qui sont inflammables ou combustibles, la réfraction est toujours beaucoup plus grande relativement à leur densité. Mon opinion au sujet de la nature du diamant, quoique fondée sur une analogie aussi démonstrative, a été contredite jusqu'à ce que l'on ait vu le diamant brûler et se consumer en entier au foyer du miroir ardent. La main n'a donc fait ici que confirmer ce que la vue de l'esprit avait aperçu : et ceux qui ne croient que ce qu'ils voient, seront dorénavant convaincus qu'on peut deviner les faits par l'analogie, et que le diamant, comme toutes les autres pierres transparentes, solides ou liquides, dont la réfraction est, relativement à leur densité, plus grande qu'elle ne doit être, sont réellement des substances inflammables ou combustibles.

En considérant ces rapports de la réfraction et de la densité, nous verrons que la réfraction de l'air, qui de toutes est la moindre, ne laisse pas que d'être trop grande relativement à la densité de cet élément ; et cet excès ne peut provenir que de la quantité de matière combustible qui s'y trouve mêlé, et à laquelle on a donné dans ces derniers temps la dénomination d'*air inflammable* : c'est en effet cette portion de substance inflammable mêlée dans l'air de l'atmosphère, qui lui donne cette réfraction plus forte relativement à sa densité. C'est aussi cet air inflammable qui produit souvent dans l'atmosphère des phénomènes de feu. On peut employer cet air inflammable pour rendre nos feux plus actifs ; et quoiqu'il ne réside qu'en très-petite quantité dans l'air atmosphérique, cette petite quantité suffit pour que la réfraction en soit plus grande qu'elle ne le serait si l'atmosphère était privée de cette portion de matière combustible.

On a d'abord cru que le diamant exposé à l'action d'un feu violent se dissipait et se volatilisait sans souffrir une combustion réelle ; mais des expériences bien faites et très-multipliées ont démontré que ce n'est pas en se dispersant ou se volatilissant, mais en brûlant comme toute autre matière inflammable, que le diamant se détruit au feu libre et animé par le contact de l'air (2).

(1) Tome I^{er}, de la *Lumière, de la chaleur et du feu*.

(2) J'ai composé en 1770 le premier volume de mes suppléments. Comme je ne m'occupais pas alors de l'histoire naturelle des pierres, et que je n'avais pas fait de recherches historiques sur cet objet, j'ignorais que, dès le temps de Bayle, on avait fait en Angleterre des expériences sur la combustion du diamant, et qu'ensuite on les avait ré-

On n'a pas fait sur le rubis, la topaze et le saphir, autant d'épreuves que sur les diamants. Ces pierres doivent être moins combustibles, puisque leur réfraction est moins forte que celle du diamant, quoique relativement à leur densité cette réfraction soit plus grande, comme dans les autres corps inflammables ou combustibles; et en effet on a brûlé le rubis au foyer du miroir ardent; on ne peut guère douter que la topaze et le saphir, qui sont de la même essence, ne soient également combustibles. Ces pierres précieuses sont, comme les diamants, des produits de la terre limoneuse, puisqu'elles ne se trouvent, comme le diamant, que dans les climats chauds, et qu'attendu leur grande densité et leur dureté, elles ne peuvent provenir des matières vitreuses, calcaires et métalliques; que de plus elles n'ont de même qu'une simple réfraction trop forte relativement à leur densité, et qu'il faut seulement leur appliquer un feu encore plus violent qu'au diamant pour opérer leur combustion; car leur force réfractive n'étant que de 15, tandis que celle du diamant est de 30, et leur densité étant plus grande d'environ un septième que celle du diamant, elles doivent contenir proportionnellement moins de parties combustibles, et résister plus longtemps et plus puissamment à l'action du feu, et brûler moins complètement que le diamant, qui ne laisse aucun résidu après sa combustion.

On sentira la justesse de ces raisonnements en se souvenant que la puissance réfractive des corps transparents devient d'autant plus grande qu'ils ont plus d'affinité avec la lumière; et l'on ne doit pas douter que ces corps ne contractent cette plus forte affinité par la plus grande quantité de feu qu'ils contiennent; car le feu fixe agit sur le feu de la lumière, et rend la réfraction des substances combustibles d'autant plus forte qu'il réside en plus grande quantité dans ces mêmes substances.

On trouve les diamants dans les contrées les plus chaudes de l'un et l'autre continent; ils sont également combustibles. Les uns et les autres n'offrent qu'une simple et très-forte réfraction: cependant la densité et la dureté du diamant d'Orient surpassent un peu celles du diamant d'Amérique (1). Sa réfraction paraît aussi plus forte et son éclat plus vif; il se cristallise en octaèdre, et celui du Brésil en

pêlées avec succès en Italie et en Allemagne: mais MM. Macquer, d'Arcet et quelques autres savants chimistes, qui doutaient encore du fait, s'en sont convaincus. MM. de Lavoisier, Cadet et Mitouard ont donné sur ce sujet un très-bon mémoire en 1772, dans lequel on verra que des diamants de toutes couleurs, mis dans un vaisseau parfaitement clos, ne souffrent aucune perte ni diminution de poids, ni par conséquent aucun effet de la combustion, quoique le vaisseau qui les renferme fût exposé à l'action du feu le plus violent. Ainsi le diamant ne se décompose ni ne se volatilise en vaisseaux clos, et il faut l'action de l'air libre pour opérer sa combustion.

(1) La pesanteur spécifique du diamant blanc oriental octaèdre est de 35212; celle du diamant oriental couleur de rose, de 35310, et la pesanteur spécifique du diamant dodécaèdre du Brésil n'est que de 34444. (Tables de M. Brisson.)

Cette estimation ne s'accorde pas avec celle que M. Ellicot a donné dans les *Transactions philosophiques*, année 1745, n° 176. La pesanteur spécifique du diamant d'Orient est, selon lui, de 3517, et celle du diamant du Brésil, de 3513; différence si petite qu'on pouvait la regarder comme nulle: mais connaissant l'exactitude de M. Brisson, et la précision avec laquelle il fait ses expériences, je crois que nous devons nous en tenir à sa détermination. Cependant on doit croire qu'il y a, tant en Orient qu'en Brésil, des diamants spécifiquement plus pesants les uns que les autres, et que probablement M. Ellicot aura comparé le poids spécifique d'un des plus pesants du Brésil avec un des moins pesants d'Orient.

(*) Mémoire de MM. Lavoisier et Cadet, Académie des Sciences, année 1777.

dodécaèdre : ces différences doivent en produire dans leur éclat ; et je suis persuadé qu'un œil bien exercé pourrait les distinguer.

M. Dufay, savant physicien, de l'Académie des Sciences, et mon très-digne prédécesseur au Jardin du Roi, ayant fait un grand nombre d'expériences sur des diamants de toutes couleurs, a reconnu que tous n'avaient qu'une simple réfraction à peu près égale ; il a vu que leurs couleurs, quoique produites par une matière métallique, n'étaient pas fixes, mais volatiles, parce que ces couleurs disparaissent en faisant chauffer fortement ces diamants colorés dans une pâte de porcelaine. Il s'est aussi assuré, sur un grand nombre de diamants, que les uns conservaient plus longtemps et rendaient plus vivement que les autres la lumière dont ils s'imbibent, lorsqu'on les expose aux rayons du soleil ou même à la lumière du jour. Ces faits sont certains : mais je me rappelle que, m'ayant communiqué ses observations, il m'assura positivement que les diamants naturels qu'on appelle *pointes naïves* ou *natives*, et qui n'ont pas été taillés, sont tous cristallisés en cubes. Je n'imagine pas comment il a pu se tromper sur cela, car personne n'a peut-être manié autant de diamants taillés ou bruts ; il avait emprunté les diamants de la couronne et ceux de nos princes pour ces expériences ; et d'après cette assertion de M. Dufay, je doute encore que les diamants de l'ancien continent soient tous octaèdres, et ceux du Brésil tous dodécaèdres. Cette différence de forme n'est probablement pas la seule, et semble nous indiquer assez qu'il peut se trouver dans les diamants d'autres formes de cristallisation, dont M. Dufay assurait que la cubique était la plus commune. M. Daubenton, de l'Académie des Sciences, et garde du Cabinet du Roi, a bien voulu me communiquer les recherches ingénieuses qu'il a faites sur la structure du diamant ; il a reconnu que les huit faces triangulaires du diamant octaèdre brut sont partagées par des arêtes, en sorte que ces faces triangulaires sont convexes à leur surface (1). Ce savant naturaliste a aussi observé que la précision géométrique de la figure ne se trouve pas plus dans l'octaèdre du diamant que dans les autres cristallisations, et qu'il y a plus de diamants irréguliers que de régulièrement

(1) On aperçoit, sur chacune des huit faces du diamant brut, trois lignes qui sont renflées comme de petites veines, et qui s'étendent chacune depuis l'un des angles du triangle jusqu'au milieu des côtés opposés, ce qui forme six petits triangles dans le grand ; en sorte qu'il y a quarante-huit compartiments sur la surface entière du diamant brut, que l'on peut réduire à vingt-quatre, parce que les compartiments qui sont de chaque côté des arêtes du diamant brut ne sont pas séparés l'un de l'autre par une pareille arête, mais simplement par une veine : ces veines sont les jointures de l'extrémité des lames dont le diamant est composé. Le diamant est en effet formé de lames qui se séparent et s'exfolient par l'action du feu.

Le fil du diamant est le sens dans lequel il faut le frotter pour le polir : si on le frottait à contre-sens, les lames qui sont superposées les unes sur les autres, comme les feuillets d'un livre, se replieraient ou s'égrèneraient, parce qu'elles ne seraient pas frottées dans le sens qu'elles sont couchées les unes sur les autres.

Pour polir le diamant, il ne suffit pas de suivre le sens des lames superposées les unes sur les autres en les frottant du haut en bas ; mais il faut encore suivre la direction des fibres dont ces mêmes lames sont composées : la direction de ces fibres est parallèle à la base de chaque triangle ; en sorte que, lorsqu'on veut polir à la fois deux triangles des quarante-huit dont nous avons parlé, et suivre en même temps le fil du diamant, il faut diriger le frottement en deux sens contraires, et toujours parallèlement à la base de chaque triangle.

Chaque lame est pliée en deux parties égales pour former une arête de l'octaèdre ; et, par leur superposition des unes sur les autres, ces lames ne peuvent recevoir le poli que dans le sens où le frottement se fait de haut en bas du triangle, c'est-à-dire en passant successivement d'une lame plus courte à une lame plus longue. (*Note commun quée par M. Daubenton.*)

octaèdres, et que non-seulement la figure extérieure de la plupart des diamants est sujette à varier, mais qu'il y a aussi des diamants dont la structure intérieure est irrégulière (1).

Les caractères que l'on voudrait tirer des formes de la cristallisation seront donc toujours équivoques, fautifs, et nous devons nous en tenir à ceux de la densité, de la dureté, de l'homogénéité, de la combustibilité, qui sont non-seulement les vrais caractères, mais même les propriétés essentielles de toute substance, sans négliger néanmoins les qualités accidentelles, comme celles de se cristalliser plus ordinairement sous telle ou telle forme, de s'imbiber de lumière, de perdre ou d'acquérir la couleur par l'action du feu, etc.

Le diamant, quoique moins dense que le rubis, la topaze et le saphir (2), est néanmoins plus dur; il agit aussi plus puissamment sur la lumière, qu'il reçoit, réfracte et réfléchit beaucoup plus fortement: exposé à la lumière du soleil ou du jour, il s'imbibe de cette lumière et la conserve pendant quelque temps; il devient aussi lumineux lorsqu'on le chauffe ou qu'on le frotte contre toute autre matière, il acquiert plus de vertu électrique par le frottement que les autres pierres transparentes: mais chacune de ces propriétés ou qualités varie du plus au moins dans les diamants comme dans toutes les autres productions de la nature, dont aucune qualité particulière n'est absolue. Il y a des diamants, des rubis, etc., plus durs les uns que les autres; il s'en trouve de plus ou moins phosphoriques, de plus ou moins électriques; et quoique le diamant soit la pierre la plus parfaite de toutes, il ne laisse pas d'être sujet, comme toutes les autres, à un grand nombre d'imperfections et même de défauts.

La première de ces imperfections est la couleur; car quoiqu'à cause de la rareté, on fasse cas des diamants colorés, ils ont tous moins de feu, de dureté, et devraient être d'un moindre prix que les blancs, dont l'eau est pure et vive (3). Ceux néanmoins qui ont une couleur décidée de rose, d'orangé, de jaune, de vert et de bleu, réfléchissent ces couleurs avec plus de vivacité que n'en ont les rubis balais, vermeilles, topazes et saphirs, et sont toujours d'un plus grand prix que ces pierres (4): mais ceux dont les couleurs sont brouillées, brunes ou noirâtres, n'ont

(1) Lorsque cette irrégularité est grande, les diamantaires ne peuvent suivre aucune règle pour les polir, et c'est ce qu'ils appellent *diamants de nature*, qu'ils ne font qu'user et échauffer sans les polir, parce que, les lames étant irrégulièrement superposées les unes sur les autres, elles ne présentent aucun sens continu dans lequel on puisse les frotter. — On ne peut juger les diamants que lorsque leurs surfaces sont naturellement brillantes, ou lorsqu'on les a polis par l'art. (*Suite de la note communiquée par M. Daubenton.*)

(2) La pesanteur spécifique du rubis d'Orient est de 42833; celle de la vermeille est de 42299; celle de la topaze d'Orient, de 40106; celle du saphir d'Orient bleu, de 39941; du saphir blanc, de 39941; et la pesanteur spécifique du diamant oriental n'est que de 34212.

(3) Les diamants de couleur sont un peu moins durs que les blancs. (*Note communiquée par M. Hoppé.*)

(4) Les diamants s'imprègnent de toutes les couleurs qui brillent dans les autres pierres précieuses (excepté la violette ou la pourpre): mais ces couleurs sont toujours très-claires, c'est-à-dire qu'un diamant rouge est couleur de rose, etc.; il n'y a que le jaune dont les diamants se chargent assez fortement pour égaler quelquefois, et même surpasser une topaze d'Orient.

C'est la couleur bleue dont le diamant se charge le plus après le jaune. En général, les diamants *colorés purement* sont extrêmement rares; la couleur qu'ils prennent le plus communément est un jaune sale, enfumé et

que peu de valeur. Ces diamants de couleur obscure sont, sans comparaison, plus communs que les autres; il y en a même de noirs (1), et presque opaques, qui ressemblent, au premier coup d'œil, à la pyrite martiale. Tous ces diamants n'ont de valeur que par la singularité.

Des défauts encore très-communs dans les diamants blancs et colorés, sont les glaces et les points rougeâtres, bruns et noirs : les glaces proviennent d'un manque de continuité et d'un vide entre les lames dont le diamant est composé ; et les points, de quelque couleur qu'ils soient, sont des particules de matière hétérogène qui sont mêlées dans sa substance. Il est difficile de juger des défauts et encore moins de la beauté des diamants bruts, même après les avoir décroûtés. Les Orientaux les examinent à la lumière d'une lampe, et prétendent qu'on en juge mieux qu'à celle du jour. La belle eau des diamants consiste dans la netteté de leur transparence, et dans la vivacité de la lumière blanche qu'ils renvoient à l'œil ; et dans les diamants bruts on ne peut connaître cette eau et ce reflet que sur ceux dont les faces extérieures ont été polies par la nature ; et comme ces diamants à faces polies sont fort rares, il faut en général avoir recours à l'art et les polir pour pouvoir en juger. Lorsque leur eau et leur reflet ne sont pas d'un blanc éclatant et pur, et qu'on y aperçoit une nuance de gris ou de bleuâtre, c'est une imperfection, qui seule diminue prodigieusement la valeur du diamant, quand même il n'aurait pas d'autres défauts. Les Orientaux prétendent encore que ce n'est qu'à l'ombre d'un arbre touffu qu'on peut juger de l'eau des diamants. Enfin ce n'est pas toujours par le volume ou le poids qu'on doit estimer les diamants : il est vrai que les gros sont, sans comparaison, plus rares et bien plus précieux que les petits ; mais dans tous, la proportion des dimensions fait plus que le volume, et ils sont d'autant plus chers qu'ils ont plus de hauteur, de fond ou d'épaisseur, relativement à leurs autres dimensions.

Pline nous apprend que le diamant était si rare autrefois, que son prix excessif ne permettait qu'aux rois les plus puissants d'en avoir : il dit que les anciens se persuadaient qu'il ne s'en trouvait qu'en Éthiopie, mais que de son temps l'on en tirait de l'Inde, de l'Arabie, de la Macédoine et de l'île de Chypre ; néanmoins je dois observer que les habitants de l'île de Chypre, de la Macédoine, de l'Arabie, et même de l'Éthiopie, ne les trouvaient pas dans leur pays, et que ce rapport de Pline ne doit s'entendre que du commerce que ces peuples faisaient dans les Indes

roussâtre, et alors ils diminuent beaucoup de leur valeur ; mais, lorsque les couleurs sont franches et nettes, leur prix augmente du double, du triple, et souvent même du quadruple.

Le bleu pur est la couleur la plus rare à rencontrer dans un diamant ; car les diamants bleus ont presque toujours un ton d'acier : le roi en possède un de cette couleur d'un volume très-considérable. Cette pierre est regardée par les amateurs comme une des productions les plus étonnantes et les plus parfaites de la nature.

Les diamants rouges, ou plutôt roses, ont rarement de la vivacité et du jeu ; ils ont ordinairement un ton savonneux. Les verts sont les plus recherchés des diamants de couleur, parce qu'ils joignent à la rareté et au mérite de la couleur la vivacité et le jeu, que n'ont pas toujours les autres diamants colorés. Il y a des diamants très-blancs et très-purs qui n'ont cependant pas plus de jeu qu'un cristal de roche : ceux-là viennent ordinairement du Brésil. (*Note communiquée par M. Hoppé.*)

(1) M. Dutens dit avoir vu un diamant noir dans la collection du prince de Lichstentein, à Vienne.

orientales, d'où ils tiraient les diamants que l'on portait ensuite en Italie. On doit aussi modifier et même se refuser à croire ce que le naturaliste romain nous dit des vertus sympathiques et antipathiques des diamants, de leur dissolution dans le sang de bouc, et de la propriété qu'ils ont de détruire l'action de l'aimant sur le fer.

On employait autrefois les diamants bruts et tels qu'ils sortaient de la terre : ce n'est que dans le quinzième siècle qu'on a trouvé en Europe l'art de les tailler ; et l'on ne connaissait encore alors que ceux qui nous venaient des Indes orientales. « En 1678, dit un illustre voyageur, il y avait dans le royaume de Goleonde vingt mines de diamants ouvertes, et quinze dans celui de Visapour. Ils sont très-abondants dans ces deux royaumes : mais les princes qui y règnent ne permettent d'ouvrir qu'un certain nombre de mines, et se réservent tous les diamants d'un certain poids ; c'est pour cela qu'ils sont rares, et qu'on en voit très-peu de gros. Il y a aussi des diamants dans beaucoup d'autres lieux de l'Inde, et particulièrement dans le royaume de Pégu ; mais le roi se contente des autres pierres précieuses et de diverses productions utiles que fournit son pays, et ne souffre pas qu'on fasse aucune recherche pour y trouver de nouveaux trésors, dans la crainte d'exciter la cupidité de quelque puissance voisine. Dans les royaumes de Golconde et de Visapour, les diamants se trouvent ordinairement épars dans la terre, à une médiocre profondeur, au pied des hautes montagnes, formées en partie par différents lits de ce roc vif, blanc et très-dur : mais cependant, dans certaines mines qui dépendent de Golconde, on est obligé de creuser en quelques lieux à la profondeur de quarante ou cinquante brasses au travers du rocher, et d'une sorte de pierre minérale assez semblable à certaines mines de fer, jusqu'à ce qu'on soit parvenu à une couche de terre dans laquelle se trouvent les diamants. Cette terre est rouge, comme celle de la plupart des autres mines de diamants ; il y en a cependant quelques-unes dont la terre est jaune ou orangée, et celle de la seule mine de Worthor est noire. Ce sont là les principaux faits que l'on peut recueillir du Mémoire qui fut présenté, sur la fin du siècle dernier, à la Société royale de Londres, par le grand-maréchal d'Angleterre, touchant les mines de diamants de l'Inde, qu'il dit avoir vues et examinées.

De tous les autres voyageurs, Tavernier est presque le seul qui nous ait indiqué d'une manière un peu précise les différents lieux où se trouvent les diamants dans l'ancien continent ; il donne aussi le nom de *mines de diamants* aux endroits dont on les tire : et tous ceux qui ont écrit après lui ont adopté cette expression, tandis que, par leurs propres descriptions, il est évident que non-seulement les diamants ne se trouvent pas en mines comme les métaux, mais que même ils ne sont jamais attachés aux rochers comme le sont les cristaux. On en trouve, à la vérité, dans les fentes plus ou moins étroites de quelques rochers, et quelquefois à d'assez grandes profondeurs, lorsque ces fentes sont remplies de terre limoneuse, dans laquelle le diamant se trouve isolé, et n'a pas d'autre matrice que cette même terre. Ceux que l'on trouve à cinq journées de Golconde, et à huit ou neuf de Vi-

sapour, sont dans des veines de cette terre entre les rochers ; et comme ces veines sont souvent obliques ou tortueuses, les ouvriers sont obligés de casser le rocher, afin de suivre la veine dont ils tirent la terre avec un instrument crochu, et c'est en délayant à l'eau cette terre, qu'ils en séparent les diamants. On en trouve aussi dans la première couche de la terre de ces mêmes lieux, à très-peu de profondeur, et c'est même dans cette couche de terre limoneuse qu'on rencontre les diamants les plus nets et les plus blancs ; ceux que l'on tire des fentes des rochers ont souvent des glaces qui ne sont pas des défauts de nature, mais des fêlures qui proviennent des ehocs que les ouvriers, avec leurs outils de fer, donnent aux diamants en les recherchant dans ces fentes de rocher.

Tavernier cite quelques autres endroits où l'on trouve des diamants : « L'un est situé à sept journées de Goleonde, en tirant droit au levant, dans une plaine voisine des montagnes, et près d'un gros bourg, sur la rivière qui en découle. On rencontre d'autant plus de diamants qu'on approche de plus près de la montagne, et néanmoins on n'y en trouve plus au-delà dès qu'on monte trop haut. Les diamants se trouvent en ce lieu presque à la surface de la terre. » Il dit aussi que le lieu où l'on a le plus anciennement trouvé des diamants est au royaume de Bengale, auprès du bourg de Soonelpour, situé sur la rivière de Gouil, et que c'est dans le limon et les sables de cette rivière que l'on recueille ces pierres précieuses ; on ne fouille ce sable qu'à la profondeur de deux pieds, et néanmoins c'est de cette rivière que viennent les diamants de la plus belle eau : ils sont assez petits, et il est rare qu'on y en trouve d'un grand volume. Il a observé qu'en général les diamants colorés tirent leur teinture du sol qui les produit.

Dans un autre lieu du royaume de Goleonde on a trouvé des diamants en grande quantité ; mais comme ils étaient tous roux, bruns ou noirs, la recherche en a été négligée et même défendue. On trouve encore de beaux diamants dans le limon d'une rivière de l'île de Bornéo ; ils ont le même éclat que ceux de la rivière de Gouil, ou des autres qu'on tire de la terre au Bengale et à Golconde.

On comptait en 1678 vingt-trois mines, c'est-à-dire vingt-trois lieux différents, d'où l'on tire des diamants au seul royaume de Goleonde ; et, dans tous, la terre où ils se trouvent est jaunâtre ou rougeâtre comme notre terre limoneuse : les diamants y sont isolés, et très-rarement groupés deux ou trois ensemble ; ils n'ont point de gangue ou matrice particulière, et sont seulement environnés de cette terre. Il en est de même dans tous les autres lieux où l'on tire des diamants, au Malabar, à Visapour, au Bengale, etc. : c'est toujours dans les sables des rivières ou dans la première couche du terrain, ainsi que dans les fentes des rochers remplies de terre limoneuse, que gisent les diamants, tous isolés, et jamais attachés, comme les cristaux, à la surface du rocher ; quelquefois ces veines de terre limoneuse qui remplissent les fentes des rochers descendent à une profondeur de plusieurs toises, comme nous le voyons dans nos rochers calcaires ou même dans ceux de grès, et dans les glaises dont la surface extérieure est couverte de terre végétale. On suit donc ces veines perpendiculaires de terre limoneuse qui produi-

sent des diamants jusqu'à cette profondeur ; et l'on a observé que dès qu'on trouve de l'eau, il n'y a plus de diamants, parce que la veine de terre limoneuse se termine à cette profondeur.

On ne connaissait, jusqu'au commencement de ce siècle, que les diamants qui nous venaient des presqu'îles ou des îles de l'Inde orientale ; Goleonde, Visapour, Bengale, Pégu, Siam, Malabar, Ceylan et Bornéo, étaient les seules contrées qui les fournissaient : mais, en 1728, on en a trouvé dans le sable de deux rivières au Brésil : ils y sont en si grande quantité que le gouvernement de Portugal fait garder soigneusement les avenues de ces lieux, pour qu'on ne puisse y recueillir des diamants qu'autant que le commerce peut en faire débiter sans diminution de prix.

Il est plus que probable que si l'on faisait des recherches dans les climats les plus chauds de l'Afrique, on y trouverait des diamants comme il s'en trouve dans les climats les plus chauds de l'Asie et de l'Amérique : quelques relateurs assurent qu'il s'en trouve en Arabie et même à la Chine ; mais ces faits me semblent très-douteux, et n'ont été confirmés par aucun de nos voyageurs récents.

Les diamants bruts, quoique bien lavés, n'ont que très-peu d'éclat, et ils n'en prennent que par le poli, qu'on ne peut leur donner qu'en employant une matière aussi dure, c'est-à-dire de la poudre de diamant ; toute autre substance ne fait sur ces pierres aucune impression sensible, et l'art de les tailler est aussi moderne qu'il était difficile : il y a même des diamants qui, quoique de la même essence que les autres, ne peuvent être polis et taillés que très-difficilement ; on leur donne le nom de *diamants de nature* ; leur texture par lames courbes fait qu'ils ne présentent aucun sens dans lequel on puisse les entamer régulièrement.

RUBIS ET VERMEILLE.

Quoique la densité du rubis soit de près d'un sixième plus grande que celle du diamant, et qu'il résiste plus fortement et plus longuement à l'action du feu, sa dureté et son homogénéité ne sont pas, à beaucoup près, égales à celles de cette pierre unique dans son genre et la plus parfaite de toutes. Le rubis contient moins de feu fixe que le diamant ; il est moins combustible ; et sa substance, quoique simple, puisqu'il ne donne qu'une seule réfraction, est néanmoins tissée de parties plus terreuses et moins ignées que celles du diamant. Nous avons dit que les couleurs étaient une sorte d'imperfection dans l'essence des pierres transparentes et même dans celle des diamants : le rubis, dont le rouge est très-intense, a donc cette imperfection au plus haut degré ; et l'on pourrait croire que les parties métalliques qui se sont uniformément distribuées dans sa substance, lui ont donné non-

seulement cette forte couleur, mais encore ce grand excès de densité sur celle du diamant, et que ces parties métalliques n'étant point inflammables ni parfaitement homogènes avec la matière transparente qui fait le fond de la substance du rubis, elles l'ont rendu plus pesant, et en même temps moins combustible et moins dur que le diamant. Mais l'analyse chimique a démontré que le rubis ne contient point de parties métalliques fixes en quantité sensible, elles ne pourraient, en effet, manquer de se présenter en particules massives si elles produisaient cet excès de densité, il me semble donc que ce n'est point au mélange des parties métalliques qu'on doit attribuer cette forte densité du rubis, et qu'elle peut provenir, comme celle des spaths pesants, de la seule réunion plus intime des molécules de la terre boltaire et limoneuse.

L'ordre de dureté, dans les pierres précieuses ne suit pas celui de densité ; le diamant, quoique moins dense est beaucoup plus dur que le rubis, la topaze et le saphir, dont la dureté doit être à peu près la même. La forme de cristallisation de ces trois pierres est aussi la même ; mais la densité du rubis surpasse encore celle de la topaze et du saphir (1).

Je ne parle ici que du vrai rubis ; car il y a deux autres pierres transparentes, l'une d'un rouge foncé et l'autre d'un rouge clair, auxquelles on a donné les noms de *rubis spinelle* et de *rubis balais*, mais dont la densité, la dureté et la forme de cristallisation sont différentes de celles du vrai rubis. Voici ce que m'écrit à ce sujet M. Brisson, de l'Académie des Sciences, auquel nous sommes redevables de la connaissance des pesanteurs spécifiques de tous les minéraux : « Le rubis balais paraît n'être autre chose qu'une variété du rubis spinelle. Les pesanteurs de ces deux pierres sont à peu près semblables ; celle du rubis balais est un peu moindre que celle du spinelle, sans doute parce que sa couleur est moins foncée : de plus, ces deux pierres cristallisent précisément de la même manière ; leurs cristaux sont des octaèdres réguliers, composés de deux pyramides à quatre faces triangulaires équilatérales, opposées l'une à l'autre par leur base. Le rubis d'Orient diffère beaucoup de ces pierres, non-seulement par sa pesanteur, mais encore par sa forme ; ces cristaux sont formés de deux pyramides hexaèdres fort allongées, opposées l'une à l'autre par leur base, et dont les six faces de chacune sont des triangles isocèles. Voici les pesanteurs spécifiques de ces trois pierres : rubis d'Orient, 42833 ; rubis spinelle, 37600 ; rubis balais, 36438. » C'est aussi le sentiment d'un de nos plus grands connaisseurs en pierres précieuses (2). L'essence du rubis spinelle

(1) La pesanteur spécifique du rubis d'Orient est de 42833 ; celle de la topaze d'Orient, de 40106 ; celle du saphir d'Orient, de 39941. (Tables de M. Brisson.)

(2) Voici ce que M. Hoppé m'a fait l'honneur de m'écrire à ce sujet :

« Je prendrai, monsieur le comte, la liberté de vous observer que le rubis spinelle est d'une nature entièrement différente du rubis d'Orient ; ils sont, comme vous le savez, cristallisés différemment, et le premier est infiniment moins dur que le second. Dans le rubis d'Orient, comme dans le saphir et la topaze de la même contrée, la couleur est étrangère et *infiltrée*, au lieu qu'elle est partie constituante de la matière dans le rubis spinelle. Le rubis spinelle, loin d'être d'un *rouge pourpre*, c'est-à-dire mêlé de bleu, est au contraire d'un rouge très-chargé de jaune ou *écarlate*, couleur que n'a jamais le rubis d'Orient, dont le rouge n'approche que très-rarement du por-

et du rubis balais paraît donc être la même, à la couleur près; leur texture est semblable; et quoique je les aie compris dans ma table méthodique comme les variétés du rubis d'Orient, on doit les regarder comme des pierres dont la texture est différente.

Le rouge du rubis d'Orient est très-intense et d'un feu très-vif; l'incarnat, le ponceau et le pourpre y sont souvent mêlés, et le rouge foncé s'y trouve quelquefois teint par nuances de ces deux ou trois couleurs: et lorsque le rouge est mêlé d'orangé, on lui donne le nom de *vermeille*. Dans les observations que M. Hoppé a eu la bonté de me communiquer, il regarde la *vermeille* et le rubis balais comme des variétés du rubis spinelle. Cependant la *vermeille* dont je parle étant à peu près de la même pesanteur spécifique que le rubis d'Orient, on ne peut guère douter qu'elle ne soit de la même essence (1).

Le diamant, le rubis, la *vermeille*, la topaze, le zaphir et le girasol sont les seules pierres précieuses du premier rang; on peut y ajouter les rubis spinelle et balais, qui en diffèrent par la texture et par la densité. Toutes ces pierres, et ces pierres seules avec les spaths pesants, n'ont qu'une seule réfraction; toutes les autres substances transparentes, de quelque nature qu'elles soient, sont certainement moins homogènes, puisque toutes donnent de doubles réfractions.

Mais on pourrait réduire dans le réel ces huit espèces nominales à trois, savoir: le diamant, la pierre d'Orient et le rubis spinelle; car nous verrons que l'essence du rubis d'Orient, de la *vermeille*, de la topaze, du saphir et du girasol, est la même, et que ces pierres ne diffèrent que par des qualités extérieures.

Ces pierres précieuses ne se trouvent que dans les régions les plus chaudes des deux continents, en Asie, dans les îles et presque îles des Indes orientales; en Afrique, à Madagascar; et en Amérique, dans les terres du Brésil.

Les voyageurs conviennent unanimement que les rubis d'un volume considérable, et particulièrement les rubis balais, se trouvent dans les terres et les rivières des royaumes de Pégu, de Camboye, de Visapour, de Goleonde, de Siam, de Lahore, ainsi que dans quelques autres contrées des Indes méridionales; et quoiqu'ils ne citent en Afrique que les pierres précieuses de Madagascar, il est plus que pro-

ceau, mais qui, d'un autre côté, prend assez fortement le bleu pour devenir entièrement violet, ce qui forme alors l'*améthyste d'Orient*.

(1) Ayant communiqué cette réflexion à M. Hoppé, voici ce qu'il a eu la bonté de me répondre à ce sujet par sa lettre du 6 décembre de cette année 1785:

« Je suis enchanté de voir que mes sentiments sur la nature de la *pierre d'Orient* et du *rubis spinelle* aient obtenu votre approbation; et si votre avis diffère du mien au sujet de la *vermeille*, c'est faute de m'être expliqué assez exactement dans ma lettre du 2 mai 1785, et d'avoir su que c'est au rubis d'Orient ponceau que vous donnez le nom de *vermeille*. Je n'entends sous cette dénomination que le *grenat ponceau de Bohême* (qui est, selon les amateurs, la *vermeille* par excellence), et le *rubis spinelle écarlate* taillé en *cabochon*, que l'on qualifie alors, faussement à la vérité, de *vermeille d'Orient*. De cette manière, monsieur le comte, j'ai la satisfaction de vous trouver, pour le fond entièrement d'accord avec moi, et cela doit nécessairement flatter mon amour-propre.

« J'aurai l'honneur de vous observer encore que la plupart des joailliers s'obstinent aussi à appeler *vermeille* le *grenat rouge jaune de Ceylan*, et le *hiacinto-guarnacino* des Italiens, lorsqu'ils sont pareillement taillés en *cabochon*, mais ces deux pierres ne peuvent point entrer en comparaison pour la beauté avec la *vermeille d'Orient*.

Je n'ajouterai qu'un mot à cette note instructive de M. Hoppé; c'est qu'il sera toujours aisé de distinguer la véritable *vermeille d'Orient* de toutes ces autres pierres, auxquelles on donne son nom, par sa plus grande pesanteur spécifique, qui est presque égale à celle du rubis d'Orient.

bable qu'il en existe, ainsi que des diamants, dans le continent de cette partie du monde, puisqu'on a trouvé des diamants en Amérique, au Brésil, où la terre est moins chaude que dans les parties équatoriales de l'Afrique.

Au reste, les pierres connues sous le nom de *rubis* au Brésil, ne sont, comme nous l'avons dit, que des cristaux vitreux produits par le schorl ; il en est de même des topazes, émeraudes et saphirs de cette contrée : nous devons encore observer que les Asiatiques donnent le même nom aux rubis, aux topazes et aux saphirs d'Orient, qu'ils appellent *rubis rouges*, *rubis jaunes* et *rubis bleus*, sans les distinguer par aucune autre dénomination particulière ; ce qui vient à l'appui de ce que nous avons dit au sujet de l'essence de ces trois pierres, qui est en effet la même.

Ces pierres, ainsi que ces diamants, sont produites par la terre limoneuse dans les seuls climats chauds, et je regarde comme plus que suspect le fait rapporté par Tavernier, sur des rubis trouvés en Bohême dans l'intérieur des cailloux creux : ces rubis n'étaient sans doute que des grenats ou des cristaux de schorl, teints d'un rouge assez vif pour ressembler par leur couleur aux rubis ; il en est probablement de ces prétendus rubis trouvés en Bohême comme de ceux de Perse, qui ne sont aussi que des cristaux tendres et très-différents des vrais rubis.

Au reste, ce n'est pas sans raisons suffisantes que nous avons mis la vermeille au nombre des vrais rubis, puisqu'elle n'en diffère que par la teinte orangée de son rouge, que sa dureté et sa densité sont les mêmes que celles du rubis d'Orient (1), et qu'elle n'a aussi qu'une seule réfraction : cependant plusieurs naturalistes ont mis ensemble la vermeille avec l'hyacinthe et le grenat ; mais nous croyons être fondés à la séparer de ces deux pierres vitreuses, non-seulement par sa densité et par sa dureté plus grandes, mais encore parce qu'elle résiste au feu comme le rubis, au lieu que l'hyacinthe et le grenat s'y fondent.

Le rubis spinelle et le rubis balais doivent aussi être mis au nombre des pierres précieuses, quoique leur densité soit moindre que celle du vrai rubis ; on les trouve les uns et les autres dans les mêmes lieux, toujours isolés, et jamais attachés aux rochers : ainsi l'on ne peut regarder ces pierres comme des cristaux vitreux, d'autant qu'elles n'ont, comme le diamant et le vrai rubis, qu'une simple réfraction ; elles ont seulement moins de densité et ressemblent à cet égard au diamant, dont la pesanteur spécifique est moindre que celle de ces cinq pierres précieuses du premier rang, et même au-dessous de celle du rubis spinelle et du rubis balais. Le diamant et les pierres précieuses que nous venons d'indiquer sont composés de lames très-minces, appliquées les unes sur les autres plus ou moins régulièrement, et c'est encore un caractère qui distingue ces pierres des cristaux, dont la texture n'est jamais lamelleuse.

Nous avons déjà observé que des trois couleurs rouge, jaune et bleue, dont sont teintes les pierres précieuses, le rouge est la plus fixe : aussi le rubis spinelle, qui

(1) La pesanteur spécifique de la vermeille est de 42099 ; celle du rubis d'Orient, de 42838. (Tables de M. Brisson.)

est d'un rouge profond, ne perd pas plus sa couleur au feu que le vrai rubis, tandis qu'un moindre degré de chaleur fait disparaître le jaune des topazes, et surtout le bleu des saphirs.

Les rubis balais se trouvent quelquefois en assez gros volume; j'en ai vu trois en 1742 dans le Garde-Meuble du Roi, qui étaient d'une forme triangulaire, et qui avaient près d'un pouce en carré sur sept à huit lignes d'épaisseur. Robert de Berquen en cite un qui était encore plus gros. Ces rubis, quoique très-transparents, n'ont point de figure déterminée : cependant leur cristallisation est assez régulière; ils sont, comme le diamant, cristallisés en octaèdre : mais, soit qu'ils se présentent en gros ou en petit volume, il est aisé de reconnaître qu'ils ont été frottés fortement et longtemps dans les sables des torrents et des rivières où on les trouve, car ils sont presque toujours en masses assez régulières, avec les angles émoussés et les arêtes arrondies.

TOPAZE, SAPHIR ET GIRASOL.

Je mets ensemble ces trois pierres, que j'aurais même pu réunir au rubis et à la vermeille; leur essence, comme je l'ai dit, étant la même, et parce qu'elles ne diffèrent entre elles que par les couleurs : celles-ci, comme le diamant, le rubis et la vermeille, n'offrent qu'une simple réfraction; leur substance est donc également homogène, leur dureté et leur densité sont presque égales (1); d'ailleurs il s'en trouve qui sont moitié topaze et moitié saphir, et d'autres qui sont tout à fait blanches, en sorte que la couleur jaune ou bleue n'est qu'une teinture accidentelle qui ne produit aucun changement dans leur essence (2). Ces parties colorantes, jaunes et bleues, sont si ténues, si volatiles, qu'on peut les faire disparaître en chauffant les topazes et les saphirs, dont ces couleurs n'augmentent pas sensiblement la densité : car le saphir blanc pèse spécifiquement à très-peu près autant que le saphir bleu; le rubis est, à la vérité, d'environ un vingtième plus dense que la topaze (3), le saphir et le girasol. La force de réfraction du rubis est aussi un peu plus grande que celle de ces trois pierres (4), et l'on croit assez générale-

(1) La pesanteur spécifique de la topaze orientale est de 40406; celle du saphir oriental, 39944, et celle du girasol, de 40000. (Tables de M. Brisson.)

(2) On prétend même qu'en choisissant dans les saphirs ceux qui n'ont qu'une teinte assez légère de bleu, et en les faisant chauffer assez pour faire évanouir cette couleur, ils prennent un éclat plus vif en devenant parfaitement blancs, et que, dans cet état, ce sont les pierres qui approchent le plus du diamant : cependant il est toujours aisé de les distinguer par leur force de réfraction, qui n'approche pas de celle du diamant.

(3) La pesanteur spécifique du saphir blanc oriental est de 39944; celle du rubis, de 42283. (Tables de M. Brisson.)

(4) M. l'abbé Rochon a reconnu que la réfraction du rubis d'Orient est 208; celle de la topaze d'Orient, 199; celle du saphir, 198; et celle du girasol, 197.

ment qu'il est aussi plus dur : cependant un amateur très-attentif et très-instruit, que nous avons déjà eu occasion de citer, et qui a bien voulu me communiquer ses observations, croit être fondé à penser que, dans ces pierres, la différence de dureté ne vient que de l'intensité plus ou moins grande de leur couleur (1); moins elles sont colorées, plus elles sont dures, en sorte que celles qui sont tout à fait blanches sont les plus dures de toutes; je dis tout à fait blanches; car indépendamment du diamant, dont il n'est point ici question, il se trouve en effet des rubis, topazes et saphirs entièrement blancs, et d'autres en partie blancs, tandis que le reste est coloré de rouge, de jaune ou de bleu.

Comme ces pierres, ainsi que le diamant, ne sont formées que des parties les plus dures et les plus fines de la terre limoneuse, il est à présumer que leurs couleurs ne proviennent que du fer que cette terre contient en dissolution, et sous autant de formes qu'elles offrent de couleurs différentes, dont la rouge est la plus fixe au feu; car la topaze et le saphir s'y décolorent, tandis que le rubis conserve sa couleur rouge, ou ne la perd qu'à un feu assez violent pour le brûler.

Ces pierres précieuses rouges, jaunes, bleues et même blanches, ou mêlées de ces couleurs, sont donc de la même essence, et ne diffèrent que par cette apparence extérieure : on en a vu qui, dans un assez petit morceau, présentaient distinctement le rouge du rubis, le jaune de la topaze et le bleu du saphir. Mais au reste ces pierres n'offrent leur couleur dans toute sa beauté que par de petits espaces ou dans une partie de leur étendue, et cette couleur est souvent très-inégale ou brouillée dans le reste de leur masse : c'est ce qui fait la rareté et le très-haut prix des rubis, topazes et saphirs d'une certaine grosseur, lorsqu'ils sont parfaits, c'est-à-dire d'une belle couleur veloutée, uniforme, d'une transparence nette, d'un éclat également vif partout, et sans aucun défaut, aucune imperfection dans leur texture; car ces pierres, ainsi que toutes les autres substances transparentes et cristallisées, sont sujettes aux glaces, aux points, aux vergettes ou filets, et à tous les défauts qui peuvent résulter du manque d'uniformité dans leur structure, et de la dissolution imparfaite ou du mélange mal assorti des parties métalliques qui les colorent (2).

(1) Les rubis, le saphir, la topaze, etc, ne sont que la même matière différemment colorée. L'on croit assez généralement que le rubis est plus dur que le saphir, et que ce dernier l'est plus que la topaze; mais c'est une erreur; ces trois pierres ont à peu près la même dureté, qui n'est modifiée que par le plus ou moins d'intensité de la couleur, et ce sont toujours les pierres les moins imprégnées de matière colorante qui sont les plus dures, de manière qu'une topaze claire a plus de dureté qu'un rubis foncé; cela a été constamment observé par les bons lapidaires, et ils ont trouvé très-rarement des exceptions à cette règle.

Il arrive quelquefois que la pierre est absolument privée de couleur, étant entièrement blanche, et c'est alors qu'elle a le plus grand degré de dureté; ce qui s'accorde parfaitement avec ce que je viens de dire. Cette pierre incolore s'appelle *saphir blanc*: mais cette dénomination n'est pas exacte, car elle n'est pas plus saphir blanc que rubis blanc ou topaze blanche. Je crois que cette fausse dénomination ne vient que de la propriété qu'a le saphir légèrement teint de perdre entièrement sa couleur au feu, et que l'on confond les pierres naturellement blanches avec celles qui ne le deviennent qu'artificiellement.

C'est de la couleur bleue que la matière de ces pierres se charge le plus fortement; il y a des saphirs si foncés, qu'ils en paraissent presque noirs. (*Note communiquée par M. Hoppé.*)

(2) Les pierres d'Orient sont singulièrement sujettes à être *calcédoineuses, glaceuses et inégales de couleur*. Ce sont particulièrement ces trois grands défauts qui rendent les pierres orientales d'une rareté si désespérante pour les amateurs.

La topaze d'Orient est d'un jaune vif couleur d'or, ou d'un jaune plus pâle et citrin ; dans quelques-unes, et ce sont les plus belles, cette couleur vive et nette est en même temps moelleuse et comme satinée, ce qui donne encore plus de lustre à la pierre. Celles qui manquent de couleur et qui sont entièrement blanches ne laissent pas de briller d'un éclat assez vif : cependant on ne peut guère les confondre avec les diamants, car elles n'en ont ni la dureté, ni la force de réfraction, ni le beau feu. Il en est de même des saphirs blancs, et lorsqu'à cet égard on veut imiter la nature, on fait aisément, au moyen du feu, évanouir le jaune des topazes, et encore plus aisément le bleu des saphirs, parce que des trois couleurs rouge, jaune ou bleue, cette dernière est la plus volatile : aussi la plupart des saphirs blancs répandus dans le commerce ne sont originellement que des saphirs d'un bleu très-pâle, que l'on a fait chauffer pour leur enlever cette faible couleur.

Les contrées de l'Inde où les topazes et les saphirs se trouvent en plus grande quantité sont l'île de Ceylan et les royaumes de Pégu, de Siam et de Goleconde ; les voyageurs en ont aussi rencontré à Madagascar ; et je ne doute pas, comme je l'ai dit, qu'on n'en trouvât de même dans les terres du continent de l'Afrique, qui sont celles de l'univers où la chaleur est la plus grande et la plus constante. On en a aussi rencontré dans les sables de quelques rivières de l'Amérique méridionale.

Les topazes d'Orient ne sont jamais d'un jaune foncé ; mais il y a des saphirs de toutes les teintes de bleu, depuis l'indigo jusqu'au bleu pâle : les saphirs d'un bleu céleste sont plus estimés que ceux dont le bleu est plus foncé ou plus clair ; et lorsque ce bleu se trouve mêlé de violet ou de pourpre, ce qui est assez rare, les lapidaires donnent à ce saphir le nom d'*améthyste orientale*. Toutes ces pierres bleues ont une couleur suave, et sont plus ou moins resplendissantes au grand jour ; mais elles perdent cette splendeur et paraissent assez obscures aux lumières.

J'ai déjà dit et je crois devoir répéter que les rubis, topazes et saphirs ne sont pas, comme les cristaux, attachés aux parois des fentes des rochers vitreux : c'est dans les sables des rivières et dans les terrains adjacents qu'on les rencontre sous la forme de petits cailloux, et ce n'est que dans les régions les plus chaudes de l'Asie, de l'Afrique et de l'Amérique qu'ils peuvent se former et se forment en effet. Il n'y a que les saphirs trouvés dans le Velay qui fassent exception à ce fait général, en supposant qu'ils n'aient, comme les vrais saphirs, qu'une simple réfraction : ce qu'il faudrait vérifier ; car du reste il paraît, par leur densité et leur dureté, qu'ils sont de la même nature que le saphir d'Orient.

Un défaut très-commun dans les saphirs est le nuage ou l'apparence laiteuse qui ternit leur couleur et diminue leur transparence : ce sont ces saphirs laiteux auxquels on a donné le nom de *girasols*, lorsque le bleu est teint d'un peu de rouge :

Le rouge, le bleu et le jaune sont les trois couleurs les plus dominantes et les plus universellement connues dans ces pierres : ce sont justement les trois couleurs mères, c'est-à-dire celles dont les différentes combinaisons entre elles produisent toutes les autres. Excepté le bleu et le jaune, toutes les autres couleurs et nuances n'offrent la pierre d'Orient que sous un très-petit volume. En général, toute pierre d'Orient quelconque, rigoureusement parfaite, du poids de 36 à 40 grains, est une chose très-extraordinaire. (*Note communiquée par M. Hoppé.*)

mais quoique les couleurs ne soient pas franches dans le girasol, et que sa transparence ne soit pas nette, il a néanmoins de très-beaux reflets, surtout à la lumière du soleil, et il n'a, comme le saphir, qu'une simple réfraction. Le girasol n'est pas une pierre vitreuse, mais une pierre supérieure à tous les extraits du quartz et du schorl : il est en effet spécifiquement aussi pesant que le saphir et la topaze. Ainsi l'on se tromperait si l'on prenait le girasol pour une sorte de calcédoine, à cause de la ressemblance de ces deux pierres par leur transparence laiteuse et leur couleur bleuâtre; ce sont certainement deux substances très-différentes : la calcédoine n'est qu'une sorte d'agate, et le girasol est un saphir, ou plutôt une pierre qui fait la nuance entre le saphir et le rubis; son origine et son essence sont absolument différentes de celles de la calcédoine. Je crois devoir insister sur ce point parce que la plupart des naturalistes ont réuni le girasol et la calcédoine sur la seule ressemblance de leur couleur bleuâtre et de leur transparence nuageuse. Au reste, les Italiens ont donné à cette pierre le nom de *girasol* (1), parce qu'à mesure qu'on la tourne, surtout à l'aspect du soleil, elle en réfléchit fortement la lumière; et comme elle présente à l'œil des reflets rougeâtres et bleus, nous sommes fondé à croire que sa substance participe de celle du saphir et du rubis, d'autant qu'elle est de la même dureté et à peu près de la même densité que ces deux pierres précieuses.

Si le bleu qui colore le saphir se trouvait mêlé en juste proportion avec le jaune de la topaze, il pourrait en résulter un vert d'émeraude : mais il faut que cette combinaison soit très-rare dans la nature, car on ne connaît point d'émeraudes qui soient de la même dureté et de la même essence que les rubis, topazes, saphirs et girasols d'Orient; et, s'il en existe, on ne peut pas les confondre avec aucune des émeraudes dont nous avons parlé, qui toutes sont beaucoup moins denses et moins dures que ces pierres d'Orient, et qui de plus donnent toutes une double réfraction.

On n'avait jusqu'ici regardé les diamants, rubis, topazes et saphirs que comme des cristaux plus parfaits que le cristal de roche; on leur donnait la même origine; mais leur combustibilité, leur grande dureté, leur forte densité et leur réfraction simple, démontrent que leur essence est absolument différente de celle de tous les cristaux vitreux ou calcaires; et toutes les analogies nous indiquent que ces pierres précieuses, ainsi que les pyrites et les spaths pesants, ont été produites par la terre limoneuse : c'est par la grande quantité du feu contenu dans les détriments des corps organisés dont cette terre est composée, que se forment toutes ces pierres, qu'on doit regarder comme des corps ignés qui n'ont pu tirer leur feu ou les principes de leur combustibilité que du magasin général des substances combustibles, c'est-à-dire de la terre produite par les détriments de tous les animaux et de tous les végétaux, dont le feu qui les animait réside encore en partie dans leurs débris.

(1) *Girasole*, tournesol, ou soleil qui tourne.

CONCRÉTIONS MÉTALLIQUES.

Les métaux, tels que nous les connaissons et que nous en usons, sont autant l'ouvrage de notre art que le produit de la nature; tout ce que nous voyons sous la forme de plomb, d'étain, de fer et même de cuivre, ne ressemble point du tout aux mines dont nous avons tiré ces métaux : leurs minerais sont des espèces de pyrites; ils sont tous composés de parties métalliques minéralisées, c'est-à-dire altérées par le mélange intime de la substance du feu fixé par les acides. La pyrite jaune n'est qu'un minerai de cuivre; la pyrite martiale, un minerai de fer; la galène du plomb et les cristaux de l'étain ne sont aussi que des minerais pyriteux. Si l'on recherche quelles peuvent être les puissances actives capables d'altérer la substance des métaux et de changer leur forme au point de les rendre méconnaissables en les minéralisant, on se persuadera qu'il n'y a que les sels qui puissent opérer cet effet, parce qu'il n'y a que les sels qui soient solubles dans l'eau, et qui puissent pénétrer avec elle les substances métalliques; car on ne doit pas confondre ici le métal calciné par le feu avec le métal minéralisé, c'est-à-dire la chaux des métaux produite par le feu primitif avec le minerai formé postérieurement par l'intermède de l'eau : mais, à l'exception de ces chaux métalliques produites par le feu primitif, toutes les autres formes sous lesquelles se présentent les métaux minéralisés proviennent de l'action des sels et du concours des éléments humides. Or nous avons vu qu'il n'y a que trois sels simples dans la nature, le premier formé par l'acide, le second par l'alcali, et le troisième par l'arsenic : toutes les autres substances salines sont plus ou moins imprégnées ou mêlées de ces trois sels simples; nous pouvons donc, sans craindre de nous tromper, rapporter à ces trois sels, ou à leurs combinaisons, toutes les différentes minéralisations des matières métalliques. L'arsenic est autant un sel qu'un métal; le soufre n'est que la substance du feu saisie par l'acide vitriolique : ainsi, quand nous disons qu'une matière métallique est minéralisée par le soufre ou par l'arsenic, cela signifie seulement qu'elle a été altérée par l'un ou l'autre de ces sels simples, et si l'on dit qu'elle a été minéralisée par tous deux, c'est parce que l'arsenic et le soufre ont tous deux agi sur le métal. Un seul des deux suffit souvent pour la minéralisation des métaux imparfaits, et même pour celle de l'argent : il n'y a que l'or qui exige la réunion de l'alcali et du soufre, ou de l'acide nitreux et de l'acide marin, pour se dissoudre; et cette dissolution de l'or n'est pas encore une minéralisation, mais une simple division de ses parties en atomes si petits, qu'ils se tiennent suspendus dans ces dissolvants, et sans que leur essence en soit altérée, puisque l'or reparaît sous la forme de métal pur, dès qu'on le fait précipiter.

Il me paraît donc que toutes les matières métalliques qui se présentent sous une forme minéralisée sont de seconde formation, puisqu'elles ont été altérées par l'ac-

tion des sels et des éléments humides; le feu, qui a le premier agi sur leur substance, n'a pu que les sublimer, les fondre ou les calciner; et même il faut, pour leur calcination ou réduction en chaux, le concours de l'air: l'or, qu'aucun sel ne peut minéraliser, et que le feu ne peut calciner, se présente toujours dans son état métallique, parce que ne pouvant être réduit en chaux, ni la fusion ni la sublimation n'altèrent sa substance; elle demeure pure ou simplement alliée des substances métalliques qui se sont fondues ou sublimées avec ce métal: or des six métaux il y en a trois, l'or, l'argent et le cuivre, qui se présentent assez souvent dans leur état métallique; et les trois autres, le plomb, l'étain et le fer, ne se trouvent nulle part dans cet état; ils sont toujours calcinés ou minéralisés.

On doit soigneusement distinguer la minéralisation du mélange simple: le mélange n'est qu'une interposition des parties hétérogènes et passives, et dont le seul effet est d'augmenter le volume ou la masse, au lieu que la minéralisation est non-seulement une interposition de parties hétérogènes, mais de substances actives capables d'opérer une altération de la matière métallique. Par exemple, l'or se trouve mêlé avec tous les autres métaux sans être minéralisé, et les métaux en général peuvent se trouver mêlés avec des matières vitreuses ou calcaires sans être altérés. Le mélange n'est qu'une mixtion, au lieu que la minéralisation est une altération, en un mot un changement de forme dans la substance même du métal; et ce changement ne peut s'opérer que par des substances actives, c'est-à-dire par les sels et le soufre, qu'on ne doit pas séparer des sels, puisque l'acide vitriolique fait le fond de sa substance.

Comme nous nous sommes suffisamment expliqué, dans les articles où il est question des métaux, sur l'origine et la formation des pyrites et des minerais métalliques, il ne nous reste à examiner que les concrétions qui proviennent du mélange ou de la décomposition de ces minerais; les unes de ces concrétions, et c'est le plus grand nombre, sont produites par l'intermède de l'eau, et quelques autres par l'action du feu des volcans. Nous les présenterons successivement, en commençant par les concrétions ferrugineuses, afin de suivre l'ordre dans lequel nous avons présenté les métaux.

CONCRÉTIONS DU FER. ROUILLE DE FER ET OCRE.

La rouille de fer et l'ocre sont les plus simples et les premières décompositions du fer par l'impression des éléments humides; les eaux, chargées de parties ferrugineuses réduites en rouille, laissent déposer cette matière en sédiment dans les cavités de la terre, où elle prend plus ou moins de consistance, sans jamais acquérir un grand degré de dureté: elle y conserve aussi sa couleur plus ou moins jaune,

qui ne s'altère ni ne change que par une seconde décomposition, soit par l'impression des éléments humides ou par celle du feu. Les oeres brunes auxquelles on donne le nom de *terre d'ombre*, et l'oere légère et noire dont on se sert à la Chine pour écrire et dessiner, sont des décompositions ultérieures de la rouille du fer très-atténuées et dénuées de presque toutes ses qualités métalliques. On peut néanmoins leur rendre la vertu magnétique en leur faisant subir l'action du feu.

Toutes les oeres, brunes, noires, jaunes, ou rouges, fines ou grossières, légères ou pesantes, et plus ou moins concrètes, sont aisées à diviser et à réduire en poudre. On en connaît plusieurs espèces, tant pour la couleur que pour la consistance ; M. Romé de l'Isle les a toutes observées et très-bien indiquées. Au reste, nous ne séparerons pas des oeres les mines de fer limoneuses ou terreuses qui ne sont pas en grains ; car ces mines ne sont en effet que des oeres ou rouilles de fer plus ou moins mêlées de terre limoneuse, et je dois me dispenser de parler ici des mines de fer en grains, dont j'ai expliqué la formation à l'article de la terre végétale et du fer.

TERRE D'OMBRE.

On peut regarder la terre d'ombre comme une terre bitumineuse à laquelle le fer a donné une forte teinture de brun : elle est plus légère que l'oere, et devient blanche au feu, au lieu que l'oere y prend ordinairement une couleur rougeâtre ; et c'est probablement parce que cette terre ne contient pas, à beaucoup près, une aussi grande quantité de fer : il paraît même que ce métal ne lui a donné que la couleur qui, quelquefois, est d'un brun clair, et d'autres fois d'un brun presque noir. Cette dernière porte dans le commerce le nom de *terre de Cologne*, parce qu'elle se trouve en assez grande quantité aux environs de cette ville ; mais il y en a aussi dans d'autres provinces de l'Allemagne, et M. Monnet (1) en a découvert en France qui paraît être de la même nature, et qui pourrait servir aux peintres, comme la terre de Cologne, dont ils font grand usage.

ÉMERIL.

Il y a deux sortes d'émerils, l'un attirable et l'autre insensible à l'aimant. Le premier est un quartz ou jaspe mêlé de particules ferrugineuses et magnétiques :

(1) *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1768, pages 547 et 548.

L'émeril rouge de Corse et l'émeril gris, qui sont attirables à l'aimant, peuvent être mis au nombre des mines primordiales formées par le feu primitif. La seconde sorte d'émeril, et c'est la plus commune, n'est point attirable à l'aimant, quoiqu'elle contienne peut-être plus de fer que la première : le fond de sa substance est une matière quartzeuse de seconde formation ; il a tous les caractères d'un grès dur, mêlé d'une quantité de fer qui en augmente encore la dureté : mais ce métal était en dissolution et avait perdu sa vertu magnétique lorsqu'il s'est incorporé avec le grès, puisque cet émail n'est point attirable à l'aimant ; la matière quartzeuse, au contraire, n'était pas dissoute, et se présente dans cette pierre d'émeril comme dans les autres grès, en grains plus ou moins fins, mais toujours anguleux, tranchants et très-rudes au toucher. Le fer est ici le ciment de nature qui les réunit, les pénètre et donne à cette pierre plus de dureté qu'aux autres grès ; et cette quantité de fer n'est pas considérable, car de toutes les mines ou matières ferrugineuses, l'émeril est celle qui rend le moins de métal. Comme sa substance est quartzeuse, il est très-réfractaire au feu et ne peut se fondre qu'en y ajoutant une grande quantité de matière calcaire, et lui faisant subir l'action d'un feu très-violent et longtemps soutenu. Le produit en métal est si petit qu'on a rejeté l'émeril du nombre des mines dont on peut faire usage dans les forges : mais son excessive dureté le rend plus cher et plus précieux que toutes les autres matières ferrugineuses ; on s'en sert pour entamer et polir le verre, le fer et les autres métaux.

L'émeril est communément d'un brun plus ou moins foncé ; mais comme nous venons de le dire, il y en a du gris et du plus ou moins rougeâtre. Celui de l'île de Corse est le plus rouge, et quelques minéralogistes l'ont mis au nombre des jaspes.

On ne trouve l'émeril qu'en certains lieux de l'ancien et du nouveau continent : on n'en connaît point en France, quoiqu'il y en ait en grande quantité dans les îles de Jersey et de Guernesey ; il se présente en masses solides d'un gris obscur. On en trouve aussi en Angleterre, en Suède, en Pologne, en Espagne, en Perse, aux Indes orientales et en Amérique, particulièrement au Pérou. Bowles et quelques autres naturalistes assurent que, dans les émerils d'Espagne et du Pérou, il y en a qui contiennent une quantité assez considérable d'or, d'argent et de cuivre ; mais je ne suis pas informé si l'on a jamais travaillé cette matière pour en tirer avec profit ces métaux.

VOLFRAN.

La plus pesante des conerétions du fer produites par l'intermède de l'eau est le volfran : sa pesanteur provient de l'arsenie qui s'y trouve mêlé, et surpasse de beaucoup celle de toutes les ocres et même celle des pyrites ferrugineuses et des

marcassites arsenicales. La pyrite arsenicale qui en approche le plus par la densité est le mispickel, qui contient aussi plus d'arsenic que de fer. Au reste, le volfran est aussi dur que dense; c'est un schorl mêlé d'arsenic et d'une assez grande quantité de fer: et ce qui prouve que ce fer a été décomposé par l'eau, et que le volfran a été formé par l'intermède de ce même élément, c'est qu'il n'est point attirable à l'aimant. Il se trouve en masses solides d'un noir luisant; sa texture est lamelleuse, et sa substance très-compacte. Cependant, il y a des volfrans plus ou moins denses et plus ou moins durs les uns que les autres; et je pense, avec M. Romé de l'Isle, qu'on doit regarder comme un volfran le minéral auquel les Suédois ont donné le nom de *tungstein*, quoiqu'il soit blanc, jaune ou rougeâtre, et qu'il diffère du volfran noir par sa densité, c'est-à-dire par la quantité de fer ou d'arsenic qu'il contient (1).

PYRITES ET MARCASSITES.

Nous avons déjà parlé de la formation des pyrites martiales (2), mais nous n'avons pas indiqué les différentes et nombreuses concrétions qui proviennent de leur décomposition. Ces pyrites contiennent une plus ou moins grande quantité de fer, qui fait souvent un quart, un tiers, et quelquefois près d'une moitié de leur masse: le surplus de leur substance est, comme nous l'avons dit, la matière du feu fixé par l'acide vitriolique; et plus elles contiennent de fer, plus elles sont dures et plus elles résistent à l'action des éléments qui peuvent les décomposer. Nos observateurs en minéralogie prétendent s'être assurés que quand la décomposition de ces pyrites s'opère par la voie humide, c'est-à-dire par l'action de l'air et de l'eau, cette altération commence par le centre de la masse pyriteuse, au lieu que si c'est par le feu qu'elles se décomposent, les parties extérieures de la pyrite sont les premières altérées, et celles du centre les dernières. Quoi qu'il en soit, les pyrites exposées à l'air perdent bientôt leur dureté et même leur consistance: elles ne sont point attirables à l'aimant dans leur état primitif, non plus que dans celui de décomposition; preuve évidente que, dès leur première formation, le fer qui leur sert de base était lui-même décomposé, et dans un état de rouille ou de chaux produite par l'impression des éléments humides. Les pyrites martiales doivent donc être regardées comme les premières et les plus anciennes concrétions solides du fer formées par l'intermède de l'eau.

(1) La pesanteur spécifique du volfran noir est de 71195; celle du mispickel ou pyrite arsenicale, de 65223; celle du *tungstein* blanc d'Altenberg, de 58025; celle du *tungstein* de Suède, de 49088; et celle du volfran doux, de 41180. (Table de M. Brisson.)

(2) Voyez l'article *Pyrite martiale*.

Les pyrites qui se présentent sous une forme cubique et à faces planes, contiennent plus de fer, et résistent plus à l'action des éléments humides que les pyrites globuleuses, parce que ces dernières sont composées de moins de fer et des principes du soufre en plus grande quantité que les premières. Toutes ces pyrites, en se décomposant, donnent naissance à plusieurs mines de fer de dernière formation, et produisent les enduits brillants et pyriteux des coquilles des poissons et des bois enfouis dans la terre.

Lorsque les pyrites martiales sont mêlées d'arsenic en quantité sensible, on leur donne le nom de *marcassites*. En général, les marcassites, comme les pyrites, ne contiennent le fer que dans son état de rouille et de décomposition par l'humidité qui a détruit sa propriété magnétique : souvent ces pyrites arsenicales sont mêlées de différents métaux ; et parmi ces marcassites mélangées de différents métaux, on remarque celles qui sont couleur d'or, que l'on trouve en Italie et au cap Vert.

Dans les marcassites qui contiennent autant et plus de cuivre que de fer, on peut distinguer la marcassite vitrée de Cramer, qui, quoique assez abondante en cuivre, est néanmoins très-difficile à fondre ; à l'égard des marcassites plus arsenicales que ferrugineuses, nous renvoyons à ce que nous en avons dit à l'article de l'arsenic.

MINE DE FER PYRITIFORME.

Cette concrétion ferrugineuse est indiquée par nos nomenclateurs sous la dénomination de *mine brune hépatique*, parce qu'ordinairement elle est d'un brun rougeâtre ou *couleur de foie* ; mais ce caractère étant purement accidentel, équivoque et commun à d'autres mines de fer, il m'a paru qu'on devait désigner celle-ci par une dénomination qui la distingue de toutes les autres : je l'appelle *mine de fer pyritiforme*, parce qu'elle se présente toujours sous la forme de pyrite, et que sa substance n'est en effet qu'une pyrite qui s'est décomposée sans changer de figure. Ces mines se présentent toutes en petites masses plus ou moins concrètes, et qui conservent encore la forme des pyrites qui néanmoins ont perdu leur solidité, leur dureté, leur pesanteur, et qui se sont, pour ainsi dire, désorganisées et réduites en terre ferrugineuse.

Dans ces mines pyritiformes, comme dans les mines spathiques, la concrétion ferrugineuse se présente sous les formes primitives des pyrites et du spath calcaire ; cependant la formation de ces deux mines est très-différente : la dernière s'opère par une infiltration du fer dissous, qui peu à peu prend la place du spath, au lieu que la mine pyritiforme ne reçoit aucune nouvelle matière, et conserve seulement la même quantité de fer qu'elle contenait dans son état de pyrite ; aussi ces mines

pyritiformes sont-elles en général bien moins riches en métal que les mines spathiques.

La forme la plus ordinaire de ces concrétions pyritiformes est en cubes isolés ou groupés, c'est-à-dire la même que celle des pyrites qui ont subi ce changement par la déperdition de l'acide et du feu fixe qu'elles contenaient. Les pyrites arrondies ou aplaties, étant aussi sujettes à cette déperdition par l'impression des éléments humides, peuvent former de même des concrétions ferrugineuses qu'on doit mettre au nombre de ces mines pyritiformes : ni les unes ni les autres ne sont attirables à l'aimant, et aucune n'est assez dure pour faire feu contre l'acier.

MINE DE FER SPATHIQUE.

Cette matière ferrugineuse, qui se trouve souvent en grandes masses, et qui est très-riche en métal, n'est encore qu'une combinaison du fer décomposé par l'eau ; car cette mine spathique n'est point attirable à l'aimant. Le fond primitif de sa substance était un spath calcaire que le fer dissous a pénétré sans en changer la forme ni même la texture apparente. Cette matière, appelée *mine de fer spathique* parce qu'elle conserve la forme du spath calcaire, se présente, comme ce spath, en cristaux de forme rhomboïdale ; elle est ordinairement blanche ou grisâtre, un peu luisante, assez douce au toucher, et ses cristaux paraissent composés de petites lames toutes semblables à celles du spath calcaire : elle n'a guère plus de dureté que ce même spath ; on peut également les rayer ou les entamer au couteau, et ils n'é-tincellent ni l'un ni l'autre sous le choc de l'acier. Le fer, dissous par l'eau en une rouille très-fine, s'est d'abord insinué dans la matière calcaire, et peu à peu a pris sa place en s'y substituant sans changer la figure des espaces, de la même manière que l'on voit les parties dissoutes du fer, du cuivre, des pyrites, etc., s'insinuer dans le bois et le convertir en substance métallique sans déranger la forme de son organisation.

Ces mines de fer spathiques exposées au feu deviennent noires, et elles décrépitent lorsqu'elles sont réduites en poudre : exposées à l'air, elles conservent leur couleur blanche si elles sont pures et sans autre mélange que la matière calcaire ; car celles qui sont mêlées de pyrites perdent peu à peu leur blancheur, et deviennent jaunes ou brunes par l'impression des éléments humides ; et comme le fond de leur essence est une rouille de fer, elles reprennent peu à peu cette forme primitive, et se changent en oeres avec le temps.

La plupart de ces mines spathiques sont en masses informes, et ne présentent la cristallisation spathique qu'à la surface ou à leur cassure : les unes sont aussi com-

pactes que la pierre calcaire, d'autres sont cellulaires ; et toutes ont conservé dans leur intérieur la forme rhomboïdale des spaths calcaires ; mais, comme quelques-uns de ces spaths affectent une figure lenticulaire, on a aussi trouvé des mines spathiques sous cette forme ; et M. Romé de l'Isle observe avec raison que la mine de fer en crête de coq qui se rencontre dans les minières de Baigory a pour base le spath lenticulaire appelé *spath perlé*, dont elle a pris la forme orbiculaire en cristaux groupés par la base, et séparés les uns des autres en écailles plus ou moins inclinées.

HÉMATITE.

On a donné ce nom à certaines conerétions ferrugineuses dont la couleur est d'un rouge de sang plus ou moins foncé ; elles proviennent de la décomposition des mines spathiques et pyritiformes, et aussi de toutes les autres mines de fer décomposées par l'impression des éléments humides : les particules ferrugineuses de ces mines, dissoutes et entraînées par la stillation des eaux, se déposent en forme de stalactites dans les fentes et cavités des terres au-dessus desquelles gisent les mines de fer en rouille ou en grains. Ces hématites sont de vraies stalactites ferrugineuses, qui, comme les autres stalactites, se présentent sous toutes sortes de formes ; elles n'ont que peu de dureté, et ne sont point attirables à l'aimant.

Après les conerétions ferrugineuses produites par l'intermède de l'eau, et qui ne sont point attirables à l'aimant, nous exposerons celles qui ont conservé cette propriété magnétique, qu'elles possédaient originairement, ou qu'elles ont acquise de nouveau par le feu après l'avoir perdue par l'impression des éléments humides.

MINE DE FER SPÉCULAIRE.

Cette matière contient du sablon magnétique ; car quoiqu'elle soit formée par l'intermède de l'eau, et qu'elle n'ait pas été produite par le feu primitif, elle ne laisse pas d'être attirable à l'aimant. Sa couleur est grise, et les lames dont elle est composée sont quelquefois aussi luisantes que l'acier poli : elle est en même temps très-fragile, et se rapproche, par cette propriété, des mines de fer mêlées de mica, qui sont aussi très-friables, et dont les lames sont seulement plus minces et plus petites que celles de cette mine spéculaire.

MINES DE FER CRISTALLISÉES PAR LE FEU.

Tous les métaux tenus longtemps en fusion et en repos, forment à leur surface des cristaux opaques : la fonte de fer retenue dans le creuset, sous la flamme du fourneau, en produit de plus ou moins apparente, dont la grandeur et la forme ont été très-bien indiquées par M. Grignon (1) ; il est même le premier qui ait fait cette remarque importante : les chimistes ont ensuite recherché si les autres métaux pouvaient, comme le fer, se cristalliser par la longue action du feu ; leurs tentatives ont eu tout le succès qu'on pouvait en attendre ; ils ont reconnu que non-seulement tous les métaux, mais même les demi-métaux, et les autres substances métalliques qui donnent des régules (2) forment également des cristaux, lorsqu'on leur applique convenablement le degré du feu constant et continu qui est nécessaire à cette opération.

Les cristaux de la fonte de fer produits par le feu agissent très-puissamment sur l'aiguille aimantée, comme toute autre matière ferrugineuse qui a subi l'action du feu ; les mines primordiales de fer qui ont été formées dès le temps de l'incandescence du globe par le feu primitif, sont non-seulement attirables à l'aimant, mais souvent parsemées de ces cristaux que la nature a produits avant notre art, et auxquels on n'avait pas fait assez d'attention pour reconnaître que c'était une production du feu : mais on a vu depuis ces cristaux dans la plupart des mines de première formation, et même dans quelques autres de formation plus récente, et dans la composition desquelles sont entrés les fragments, et par conséquent les cristaux, des mines primitives.

SABLON MAGNÉTIQUE.

Nous avons déjà parlé de ce sablon ferrugineux et magnétique, qui accompagne la platine et qui se trouve en abondance, non-seulement dans les terrains volca-

(1) *Mémoires de Physique*, pages 71 et 89.

(2) Le bismuth est des demi-métaux celui qui se cristallise le plus aisément au feu. « En répétant les expériences de M. l'abbé Mongez, m'écrivit M. de Morveau, j'ai vu quelque chose qu'il n'a pas dit, et qui me paraît fait pour donner les idées les plus lumineuses sur la formation des cristaux métalliques : c'est en traitant le bismuth, qui donne de grandes facilités par sa grande fusibilité. Que l'on verse tout uniment du bismuth en fusion sur une assiette de terre, on voit insensiblement paraître des carrés à la surface ; quand il y en a un certain nombre, qu'on incline le vaisseau pour faire couler ce qui reste fluide, on a de beaux cubes isolés. C'est ainsi que j'ai obtenu ceux que je joins ici. J'ai pensé que vous ne seriez pas fâché d'en voir un échantillon : il n'y a pas de description qui puisse en dire autant qu'un coup d'œil sur l'objet même. » (*Note communiquée par M. de Morveau, en octobre 1782.*)

nisés, mais même dans plusieurs autres lieux où d'anciens incendies ont produit du mâchefer dont ces sablons ne sont que des particules désunies, c'est du fer brûlé autant qu'il peut l'être, et qui de toutes ses propriétés métalliques n'a conservé qu'un magnétisme presque égal à celui de l'aimant. Ce fer entièrement décomposé par le feu ne souffre plus d'autre décomposition ; il peut séjourner pendant des siècles dans le sein de la terre, ou demeurer exposé aux injures de l'air, sans s'altérer ni s'amollir, ni se réduire en rouille : il ne peut donc produire aucune stalactite, aucune concrétion ; mais il entre assez souvent dans la composition des mines secondaires et des géodes, qui, quoique formées par l'intermède de l'eau, ne laissent pas d'être attirables à l'aimant ; et ce n'est qu'en raison de la quantité de ce sablon magnétique qu'elles jouissent de cette propriété, qui ne leur appartient point en propre ; mais une petite dose de ce sable magnétique, mêlée ou interposée dans quelques-unes des concrétions dont nous venons de parler, et qui ne sont point du tout attirables à l'aimant, suffit pour leur donner l'apparence du magnétisme, de la même manière qu'une très-petite quantité de fer mêlée par la fusion à une masse d'or ou de tout autre métal, suffit pour que cet alliage soit sensible à l'action de l'aimant.

Ce sablon magnétique n'est ordinairement qu'une poudre composée de paillettes aussi minces que celles du mica : cependant il se présente quelquefois en masses assez compactes, sous la forme d'une mine de fer noirâtre, qu'on peut regarder comme un aimant de seconde formation ; car le sablon ferrugineux dont elle est composée, jouit non-seulement de la propriété passive d'être attirable à l'aimant, mais encore de la faculté active d'attirer le fer ; et ce même sablon, lorsqu'il se trouve mêlé avec la terre dont les géodes sont composées, les rend attirables à l'aimant, tandis que d'autres géodes sont absolument insensibles à son action. Il en est de même de certains granites et autres matières vitreuses de seconde formation, telles que les serpentines, pierres ollaires, etc., dans lesquelles ce sablon magnétique est entré comme partie constituante, et les a rendues plus ou moins sensibles à l'action de l'aimant.

CONCRÉTIONS DE L'OR.

L'or n'est pas susceptible d'altération dans le sein de la terre, et ne peut être minéralisé que quand, par le concours de circonstances très-rares, il a été dissous et ensuite précipité : on ne doit donc pas être surpris que l'or se présente toujours sous sa forme métallique, soit dans ses mines primordiales, soit dans celles qui sont de formation secondaire ; seulement nous devons observer que, dans les premières, il se montre assez souvent en cristaux, comme ayant subi pendant long-

temps et dans un parfait repos l'action du feu primitif qui le tenait en fusion, au lieu que dans ses mines de seconde formation, il n'a nulle forme régulière; ce sont des paillettes, des filets contournés et souvent capillaires, des grains plus ou moins arrondis, des pépites plus ou moins pures, dans lesquelles le caractère de la cristallisation primitive est entièrement effacé, parce que toutes ne sont composées que des détriments de l'or primordial sublimé, fondu, et quelquefois cristallisé par le feu primitif, et que ces masses primordiales et ces cristaux ayant été frottés, roulés et entraînés par les eaux, n'ont pu conserver leur première figure : ce ne sont en effet que des particules d'or détachées des mines primitives, et qui se sont réunies par leur affinité sous la forme que leur présentaient les petites cavités où l'eau les déposait. Aussi ne trouve-t-on l'or cristallisé et l'or de première formation que dans les fentes du quartz et des autres roches vitreuses, tandis que l'or en pépites, en grains, en paillettes et en filets, se présente dans les montagnes à couches schisteuses, argileuses, ou calcaires, et même dans les terres limoneuses. On peut donc dire qu'il n'y a point d'autres concrétions de l'or que ces mines de seconde formation, dans lesquelles il n'est ni minéralisé ni même altéré, et je doute que nos minéralogistes soient bien fondés à regarder comme minéralisé l'or qui se trouve dans les pyrites, car il n'y est qu'interposé ou disséminé en poudre impalpable, sans être altéré. Le foie de soufre, à la vérité, peut minéraliser les précipités d'or : il faudrait donc supposer, 1° du foie de soufre dans ces pyrites; 2° de l'or d'abord dissous dans le sein de la terre; 3° ce même or précipité de sa dissolution; trois circonstances dont la réunion est si rare, qu'on ne doit pas la compter dans le nombre des effets ordinaires de la nature; et la preuve que l'or n'est qu'interposé et non minéralisé, dans ces substances auxquelles on a donné le nom de *pyrites aurifères*, c'est que sa substance n'est point altérée, puisqu'en broyant ces pyrites aurifères on retire, par le lavage ou par la fonte, cet or dans son état métallique.

Tous les métaux qui peuvent se réduire en chaux par l'action du feu ont été calcinés par le feu primitif : l'or et l'argent sont les seuls qui ont résisté à cette action; et, dans les mines primordiales de ces deux métaux, on n'a jamais rencontré de chaux d'or ni d'argent. C'est par cette raison que les concrétions secondaires et les minéralisations de ces deux métaux sont aussi rares que celles des autres sont fréquentes : et l'or dans ses mines primordiales étant toujours plus ou moins allié d'argent, sa cristallisation est aussi plus ou moins parfaite, selon son degré de pureté, de sorte que l'or le moins allié d'argent par la nature, doit s'être cristallisé le plus régulièrement; et cette cristallisation de l'or primitif est en forme octaèdre régulière, et absolument pareille à celle que prend l'or épuré par notre art en se cristallisant, lorsqu'on le tient assez longtemps en fusion pour le laisser se solidifier lentement et se cristalliser à sa surface.

CONCRÉTIONS DE L'ARGENT.

L'argent étant moins inaltérable que l'or, et pouvant être attaqué par certains sels dans le sein de la terre, se présente assez souvent sous des formes minéralisées : l'argent de première formation a été fondu ou sublimé, et même cristallisé comme l'or, par le feu primitif. Ces cristaux de l'or et de l'argent primordial sont également opaques, purement métalliques, et presque toujours groupés les uns sur les autres ; ceux de l'argent s'étendent en ramifications sous la forme de feuilles, ou se surmontent comme des végétations et prennent la figure d'arbrisseaux : on les trouve incorporés dans le quartz, ou interposés dans les fentes ou cavités de la roche quartzreuse, et c'est des débris et des détriments de ces premières mines que sont formées toutes celles où ce métal se montre pur ou minéralisé. Il se trouve pur dans les mines de seconde formation lorsque, ayant été divisé et détaché par le frottement des eaux, les particules métalliques entraînées par leur mouvement se déposent et se réunissent en paillettes, en filets ou en petites masses informes, toutes produites par l'agrégation de ces particules réunies par la force de leur affinité : on rencontre même de l'argent cristallisé dans quelques-unes de ces dernières mines ; ce qui doit arriver toutes les fois que l'eau n'aura pas divisé les cristaux primitifs, et les aura seulement déplacés et transportés des roches primordiales formées par le feu, et les aura déposés dans les couches de terre produites par le sédiment des eaux. Ainsi l'argent vierge ou pur, formé par le feu dans les mines primitives, se retrouve encore pur dans celles de dernière formation, toutes les fois que, dans son transport, ce métal n'a pas été saisi par les sels de la terre qui peuvent l'altérer ; et même il arrive souvent que ces dernières mines, dont la plupart ne sont formées que du métal réduit en poudre très-fine, sont d'un argent plus pur qu'il ne l'était dans ses premières mines, parce que l'eau, en le divisant et le réduisant en très-petites particules, en a séparé les parties de plomb, de cuivre, ou d'autres matières hétérogènes dont il pouvait être mêlé. Les pépites et concrétions de l'argent dans cet état ne sont donc que du métal pur, ou presque pur, et qui n'a subi d'autre altération que celle de la division et du transport par les eaux.

Mais lorsque ces particules d'argent pur rencontrent dans le sein de la terre les principes des sels et les vapeurs du soufre, elles s'altèrent et subissent des changements divers et très-apparens. Le premier de ces changements d'état, et qui tient de plus près à l'argent en état métallique, se présente dans la mine vitrée qui est de couleur grise, dans laquelle le métal a perdu sa rigidité, sa dureté, et qui peut se plier et se couper comme le plomb : dans cette mine, la substance métallique s'est altérée et amollie sans perdre sa forme extérieure ; car elle offre les mêmes cristaux, aussi régulièrement figurés que ceux des mines primordiales ; et même l'on voit souvent, dans cette mine grise et tendre, des cristaux de l'argent primitif

qui sont en partie durs et intacts, et en partie tendres et minéralisés, et cela démontre l'origine immédiate de cette sorte de mine, qui, de toutes celles de seconde formation, est la plus voisine des mines primitives. L'on ne peut donc guère douter que cette mine vitrée ne provienne le plus souvent d'un argent primitif qui aura été pénétré par des vapeurs sulfureuses : mais elle peut aussi être produite par l'argent pur de dernière formation lorsqu'il reçoit l'impression de ces mêmes vapeurs qui s'exhalent des feux souterrains ; et généralement tout argent vierge de première ou de dernière formation, doit subir les mêmes altérations, parce que, dans le premier comme dans le dernier état, le métal est à peu près du même degré de pureté.

Une seconde forme de minéralisation, aussi connue que la première, est la mine d'argent cornée, qui ressemble par sa demi-transparence, sa mollesse et sa fusibilité, à la *lune cornée* que nos chimistes obtiennent de l'argent dissous par l'acide marin ; ce qui leur a fait présumer ; peut-être avec fondement, que cette mine cornée venait d'un argent natif pénétré des vapeurs de cet acide : mais comme cette mine cornée accompagne assez souvent l'argent primordial dans la roche quartzreuse et dans son état primitif, lequel a précédé l'action et même la formation de l'acide marin, il me semble que l'acide aérien, qui seul existait alors, a dû produire cette altération dans les premières mines, et que ce ne peut être que sur celles de dernière formation que l'acide marin a pu opérer le même effet. Quoi qu'il en soit, cette mine d'argent cornée se rapproche de la mine vitrée par plusieurs rapports, et toutes deux tirent immédiatement leur origine de l'argent pur et natif de première et de dernière formation (1).

C'est à cette mine cornée que l'on a rapporté la matière molle, légère, blanche ou grise, que M. Schreiberg a trouvée aux mines de Sainte-Marie, dont parle M. Monnet, et qui était fort riche en argent : mais cette matière ne contient point de soufre comme la mine d'argent cornée ; et cette différence suffit pour qu'on doive les distinguer l'une de l'autre.

La troisième et la plus belle minéralisation de l'argent est la mine en cristaux transparents et d'un rouge de rubis. Ces beaux cristaux ont quelquefois plusieurs lignes de longueur, et tous ne sont pas également transparents ; il y en a même qui sont presque opaques et d'un rouge obscur ; ils sont ordinairement groupés les uns sur les autres, et souvent ils sont mêlés de cristaux gris qui sont entièrement opaques.

De la décomposition de cette mine et des deux précédentes se forment d'autres mines, dont l'une des plus remarquables est la mine d'argent noire. M. Lehman a observé que cette mine d'argent noire paraissait devoir sa formation à la décomposition de mines d'argent plus riches, telles que la mine d'argent rouge ou la mine d'argent vitrée. Il ajoute « que cette mine noire est assez commune au Hartz, en Hongrie, en Saxe, etc., et qu'à Freyberg on la trouvait jointe à la mine d'argent vitrée. » Et nous pouvons ajouter qu'elle est très-commune au Pérou et au Mexique, où les Espagnols lui donnent le nom de *negrillo*. Cette mine noire est de dernière forma-

(1) Voyez ce que j'ai dit de ces deux mines d'argent vitrée et cornée dans l'article *Argent*.

tion, puisqu'elle provient de la décomposition des autres : aussi se trouve-t-elle encore souvent accompagnée d'argent en filets, qui n'est formé lui-même que de l'agrégation des petites particules détachées des mines primitives de ce métal par le mouvement et la stillation des eaux.

Au reste, les concrétions les plus communes de l'argent sont celles où ce métal, réduit en poudre, se trouve interposé et comme incorporé dans les différentes terres calcaires ou vitreuses. Ces concrétions se présentent souvent en masses très-considérables et plus ou moins pesantes dans le rapport de la quantité de l'argent en poudre qu'elles contiennent; et quelquefois cette quantité fait plus de moitié de leur masse; elles sont formées par l'intermède de l'eau qui a charrié et déposé ces particules d'argent avec des terres calcaires ou vitreuses qui, s'étant ensuite resserrées, consolidées et durcies par le desséchement, ont formé ces concrétions aussi riches que faciles à réduire en métal.

Et au sujet de la réduction de l'argent minéralisé en métal pur, nous croyons devoir ajouter à ce que nous en avons dit (1) l'extrait d'une lettre de M. Polony, médecin du roi au Cap-Français, qui, pendant un assez long séjour au Mexique, a suivi les opérations de ce travail. Ce savant observateur y rend compte des procédés actuellement en usage au Mexique. « On réduit, dit-il, en poudre impalpable le minerai d'argent, dont on forme une pâte liquide en l'humectant successivement jusqu'à ce que toute la masse soit de la même consistance : on ajoute alors une certaine composition appelée *magistral*, et on repasse toute la pâte au moulin, afin d'y incorporer uniformément ce magistral, qui doit opérer la *déminéralisation*. On fait ensuite avec cette pâte différentes pyramides d'environ dix-huit à vingt quintaux chacune; on les laisse fermenter trois jours sans y toucher : au bout de ce temps, un homme enfonce la main dans la pâte, et juge par le degré de chaleur si la déminéralisation s'est opérée; s'il juge le contraire, on étend la pâte, on l'humecte de nouveau, on y ajoute du magistral, et on la réduit encore en pyramides, qu'on laisse de nouveau fermenter pendant trois jours : après cela on étend la pâte sur des glaces à rebords; on y jette une pluie de mercure qu'on y incorpore intimement en pétrissant la pâte, on la remet en tas, et trois ou quatre jours après, à l'aide de différentes lotions, on ramasse le mercure qui se trouve chargé de tout l'argent qui s'est déminéralisé pendant l'opération. »

M. Polony se propose de publier la composition de ce magistral, qui n'est pas encore bien connue. Cependant, je soupçonne que ce composé n'est que du sel marin, auquel on ajoute quelquefois de la chaux et de la terre calcaire, comme nous l'avons dit à l'article de l'*Argent*; et dans ce cas le procédé décrit par M. Polony, et qui est actuellement en usage au Mexique, ne diffère de celui qu'on emploie depuis longtemps au Pérou, que pour le temps où l'on fait tomber le mercure sur le minerai d'argent.

(1) Voyez l'article *Argent*,

CONCRÉTIONS DU CUIVRE.

Le cuivre de première formation, fondu par le feu primitif, et le cuivre de dernière formation, cimenté sur le fer par l'intermédiaire de l'eau, se présentent également dans leur état métallique : mais la plupart des mines de cuivre sont d'une formation intermédiaire entre la première et la dernière. Ce cuivre de seconde formation est un minerai pyriteux ou plutôt une vraie pyrite, dans laquelle ce métal est intimement uni aux principes du soufre et à une plus ou moins grande quantité de fer. Cette mine de cuivre en pyrite jaune est, comme nous l'avons dit (1), très-difficile à réduire en métal; et néanmoins c'est sous cette forme que le cuivre se présente le plus communément. Ces pyrites ou minerais cuivreux sont d'autant moins durs qu'ils contiennent plus de cuivre et moins de fer; et lorsque ce dernier métal s'y trouve en grande quantité, ce minerai ne peut alors se traiter avec profit, et doit être rejeté dans les travaux en grand.

Ces minerais cuivreux n'affectent aucune figure régulière, et se trouvent en masses informes dans des filons souvent très-étendus et fort profonds; et l'on observe que, dans les parties de ces filons qui sont à l'abri de toute humidité, ces minerais pyriteux conservent leur couleur, qui est ordinairement d'un jaune verdâtre : mais on remarque aussi que, pour peu qu'ils subissent l'impression de l'air humide, leur surface s'irise de couleurs variées, rouges, bleues, vertes, etc. Ces légères efflorescences indiquent le premier degré de la décomposition de ces mines de cuivre.

Quelques-uns de ces minerais pyriteux contiennent non-seulement du cuivre et du fer, mais encore de l'arsenic et une petite quantité d'argent. L'arsenic change alors leur couleur jaune en gris, et on leur donne le nom de *mines d'argent grises* : mais ce ne sont au vrai que des pyrites cuivreuses teintes et imprégnées d'arsenic, et mêlées d'une si petite quantité d'argent qu'elles ne méritent pas de porter ce nom.

C'est de la décomposition du cuivre en état métallique ou dans cet état pyriteux que proviennent toutes les autres minéralisations et concrétions de ce métal dont nous avons déjà donné quelques indices. Les mines de cuivre vitreuses proviennent de la décomposition des pyrites cuivreuses ou du cuivre, qui de l'état métallique a passé à l'état de chaux. Ces mines sont ordinairement grises, et quelquefois blanches, et même rouges, lorsqu'elles sont produites par la mine grise qui contient de l'arsenic; et la décomposition de ce minerai cuivreux et arsenical produit encore la mine à laquelle on a donné le nom de *mine de cuivre hépatique*, parce qu'elle est souvent d'un rouge brun couleur de foie; elle est quelquefois mê-

(1) Voyez l'article *Cuivre*.

lée de bleu et chatoyante à sa superficie ; elle se présente ordinairement en masses informes dont la surface est lisse et luisante, ou hérissée de cristaux bleus qui ressemblent aux cristaux d'azur qu'obtiennent nos chimistes ; ils sont seulement plus petits et groupés plus confusément.

Mais la plus belle de toutes les minéralisations ou concrétions de cuivre, est celle que tous les naturalistes connaissaient sous le nom de *malachite* (1) ; nous en avons exposé l'origine et la formation (2), et nous avons peu de chose à ajouter à ce que nous en avons dit. On pourra voir au Cabinet du Roi les superbes morceaux de malachites soyeuses, cristallisées et mamelonnées, dont l'auguste impératrice des Russies a eu la bonté de me faire don : on peut reconnaître dans ces malachites toutes les variétés de cette concrétion métallique : on pourrait en faire des bijoux et de très-belles boîtes, si le cuivre, quoique dénaturé par le fer, n'y conservait pas encore quelques-unes de ses qualités malfaisantes.

PIERRE ARMÉNIENNE.

Je mets la pierre arménienne au nombre des concrétions du cuivre, et je la sépare du *lapis-lazuli*, auquel elle ne ressemble que par la couleur : on l'a nommée *pierre arménienne*, parce qu'elle nous venait autrefois d'Arménie, mais on en a trouvé en Allemagne et dans plusieurs autres contrées de l'Europe. Elle n'est pas aussi dure que le lapis, et sa couleur bleue est mêlée de verdâtre, et quelquefois tachée de rouge. La pierre arménienne se trouve dans les mines de cuivre (3), et a reçu sa teinture par ce métal, tandis que le lapis-lazuli a été teint par le fer.

La pierre arménienne diffère encore du lapis-lazuli en ce qu'elle est d'une couleur bleue moins intense, moins décidée et moins fixe ; car cette couleur s'évanouit au feu, tandis que celle du lapis n'en souffre aucune altération : aussi c'est avec le lapis qu'on fait le beau bleu d'outremer qui entre dans les émaux ; et c'est de la pierre arménienne qu'on fait l'azur ordinaire des peintres, qui perd peu à peu sa couleur et devient vert en assez peu de temps.

Dans la pierre arménienne le grain n'est pas à beaucoup près aussi fin que dans le lapis, et elle ne peut recevoir un aussi beau poli ; elle entre en fusion sans intermède, et résiste beaucoup moins que le lapis à l'action du feu ; elle y perd sa cou-

(1) La malachite est une pierre opaque, d'un vert foncé, semblable à celui de la mauve, d'où elle a tiré son nom. Cette pierre est très-propre à faire des cachets. (Pline, liv. XXXVII, chap. VIII.)

(2) Voyez l'article *Cuivre*.

(3) M. Hill se trompe sur la nature du vrai lapis, qu'il regarde, ainsi que la pierre arménienne, comme des mines de cuivre, et il paraît même les confondre dans la description qu'il en donne.

leur même avant de se fondre; enfin on peut en tirer une certaine quantité de cuivre. Ainsi cette pierre arménienne doit être mise au nombre des mines de ce métal, et même on trouve quelquefois de la malachite et de la pierre arménienne dans le même morceau. Cette pierre n'est donc pas de la nature du jaspe, comme l'a dit un de nos savants chimistes, puisqu'elle est beaucoup moins dure qu'aucun jaspe, et même moins que le lapis-lazuli; et comme elle entre en fusion d'elle-même, je crois qu'on doit la mettre au nombre des concrétions de cuivre mêlées de parties vitreuses et de parties calcaires, et formées par l'intermède de l'eau.

Au reste, les concrétions les plus riches du cuivre se présentent quelquefois, comme celles de l'argent, en ramifications, en végétations et en filets déliés et de métal pur; mais comme le cuivre est plus susceptible d'altération que l'argent, ces mines en filets et en cheveux sont bien plus rares que celles de l'argent: elles ont la même forme.

CONCRÉTIONS DE L'ÉTAIN.

Les mines primordiales de l'étain se trouvent dans une roche quartzeuse très-dure, où ce métal s'est incorporé après avoir été réduit en chaux par le feu primitif; les cristaux d'étain sont des mines secondaires produites par la décomposition des premières: l'eau, en agissant sur ces mines formées par le feu, en a détaché, divisé les parties métalliques, qui se sont ensuite réunies en assez grand volume, et ont pris, par leur affinité, des formes régulières comme les autres cristaux produits par l'intermède de l'eau. Ces cristaux, uniquement formés de la chaux d'étain primitive plus ou moins pure, ne recèlent aucun autre métal, et sont seulement imprégnés d'arsenic, qui s'y trouve presque toujours intimement mêlé, sans néanmoins en avoir altéré la substance. Ainsi cette chaux d'étain, cristallisée ou non, n'est point minéralisée, et l'on ne connaît aucune minéralisation ou concrétion secondaire de l'étain, que quelques stalactites qui se forment de la décomposition des cristaux, et qui se déposent en masses informes dans les petites cavités de ces mines: ces stalactites d'étain sont souvent mêlées de fer, et ressemblent assez aux hématites; et il me semble qu'on ne doit regarder que comme une décomposition plus parfaitement achevée l'étain natif dont parle M. Romé de l'Isle; car on ne peut attribuer sa formation qu'à l'action de l'eau, qui aura pu donner un peu de ductilité à cette chaux d'étain plus épurée qu'elle ne l'était dans les cristaux dont elle provient.

CONCRÉTIONS DU PLOMB.

Le plomb n'existe pas plus que l'étain en état métallique dans le sein de la terre; tous deux, parce qu'il ne faut qu'une médiocre chaleur pour les fondre, ont été réduits en chaux par la violence du feu primitif, en sorte que les mines primordiales du plomb sont des pyrites que l'on nomme *galènes*, et dont la substance n'est que la chaux de ce métal unie aux principes du soufre : ces galènes affectent de préférence la forme cubique; on les trouve quelquefois isolées, et plus souvent groupées dans la roche quartzreuse, leur surface est ordinairement lisse, et leur texture est composée de lames ou de petits grains très-serrés.

Le premier degré de décomposition, dans ces galènes ou pyrites de plomb, s'annonce, comme dans les pyrites cuivreuses, par les couleurs d'iris qu'elles prennent à leur superficie; et lorsque leur décomposition est plus avancée, elles perdent ces belles couleurs avec leur dureté, et prennent les différentes formes sous lesquelles se présentent les mines de plomb de seconde formation, telles que la mine de plomb blanche, qui est sujette à de grandes variétés de forme et de couleur; car les vapeurs souterraines, et surtout celle du foie de soufre, changent le blanc de cette mine en brun et en noir.

La mine de plomb verte est aussi de seconde formation; elle serait toute semblable à la mine blanche, si elle n'était pas teinte par un cuivre dissous qui donne sa couleur verte. Enfin la mine de plomb rouge est encore de formation secondaire. Cette belle mine n'était pas connue avant M. Lehman, qui m'en adressa, en 1766, la description imprimée : elle a été trouvée en Sibérie, à quelque distance de Catherinebourg; elle se présente en cristallisations bien distinctes, et paraît être colorée par le fer.

Au reste, les galènes ou mines primordiales du plomb sont souvent mêlées d'une certaine quantité d'argent; et lorsque cette quantité est assez considérable pour qu'on puisse l'extraire avec profit, on donne à ces mines de plomb le beau nom de *mines d'argent*. Les galènes se trouvent aussi très-souvent en masses informes et mêlées d'autres matières minérales et terreuses, qui servent aux minéralisations secondaires de ces mines en aidant à leur décomposition.

 CONCRÉTIONS DU MERCURE.

Le cinabre est la mine primordiale du mercure, et l'on peut regarder le vif-argent coulant comme le premier produit de la décomposition du cinabre : il se réduit en

poudre lorsqu'il se trouve mêlé de parties pyriteuses; mais cette poudre, composée de cinabre et du fer des pyrites, ne prend point de solidité, et l'on ne connaît point d'autres concrétions du mercure que celles dont M. Romé de l'Isle fait mention sous le titre de *mercure en mine secondaire, mine de mercure cornée volatile* ou *mercure doux natif*. « Cette mine secondaire de mercure, dit cet habile minéralogiste, a été découverte depuis peu parmi les mines de mercure en cinabre du duché de Deux-Ponts; c'est du mercure solidifié et minéralisé par l'acide marin, avec lequel il paraît s'être sublimé dans les cavités et sur les parois de certaines mines de fer brunes ou hépatiques, de même que le mercure coulant dont cette mine est souvent accompagné. »

J'ai dit, d'après le témoignage des voyageurs, qu'on ne connaissait en Amérique qu'une seule mine de mercure, à Guancavelica; mais M. Dombey, qui a examiné avec soin les terrains à mine du Pérou et du Chili, a trouvé des terres imprégnées de cinabre aux environs de Coquimbo, et il m'a remis pour le Cabinet du Roi quelques échantillons de ces terres, qui sont de vraies mines de mercure. Les Espagnols les ont autrefois exploitées; mais celles de Guancavelica s'étant trouvées plus riches, celles de Coquimbo ont été abandonnées jusqu'à ce jour, où les éboulements produits par des tremblements de terre dans ces mines de Guancavelica ont obligé le gouvernement espagnol de revenir aux anciennes mines de Coquimbo avec plus d'avantage qu'auparavant, par la découverte qu'a faite M. Dombey, de l'étendue de ces mines dans plusieurs terrains voisins qui n'avaient pas été fouillés. D'ailleurs ce savant naturaliste m'assure qu'indépendamment de ces mines de cinabre à Coquimbo, il s'en trouve d'autres aux environs de Lima, dans les provinces de Cacamambo et Guanuco, que le gouvernement espagnol n'a pas fait exploiter, et dont cependant il pourrait tirer avantage: il y a même toute apparence qu'il s'en trouve au Mexique; car M. Polony, médecin du roi au Cap à Saint-Domingue, fait mention d'une mine de mercure dont il m'envoie des échantillons avec plusieurs autres mines d'or et d'argent de cette contrée du Mexique (1).

CONCRÉTIONS DE L'ANTIMOINE.

On ne connaît point de régule d'antimoine natif, et ce demi-métal est toujours minéralisé dans le sein de la terre. Il se présente en minerai blanc lorsqu'il est imprégné d'arsenic, qui lui est si intimement uni, qu'on ne peut les séparer parfaitement. L'antimoine se trouve aussi en mine grise, qui forme assez souvent des

(1) Lettre de M. Polony à M. le comte de Buffon, datée du Cap à Saint-Domingue, 20 octobre 1785.

stalactites ou concrétions dont quelques-unes ressemblent à la galène de plomb. Cette mine grise d'antimoine est quelquefois mêlée d'une quantité considérable d'argent, et par sa décomposition elle produit une autre mine à laquelle on donne le nom de *mines d'argent en plumes*, quoiqu'elle contienne huit ou dix fois plus d'antimoine que d'argent. Celles qui ne contiennent que très-peu ou point d'argent s'appellent *mines d'antimoine en plumes*, et proviennent également de la décomposition des premières. Je n'ajouterai rien de plus à ce que j'ai dit au sujet de la formation des mines primitives et secondaires de ce demi-métal (1).

CONCRÉTIONS DU BISMUTH.

Les concrétions de ce demi-métal sont encore plus rares que celles de l'antimoine, parce que le bismuth se présente plus souvent dans son état métallique que sous une forme minéralisée; cependant il est quelquefois, comme l'antimoine, altéré par l'arsenic et mêlé de cobalt, sans néanmoins être entièrement minéralisé. Sa surface paraît alors irisée et chatoyante, ou chargée d'une efflorescence semblable aux fleurs de cobalt; et c'est sans doute de la décomposition de cette mine que se forme celle dont M. Romé de l'Isle donne la description, et qui n'était pas connue des naturalistes avant lui.

CONCRETIONS DU ZINC.

Le zinc ne se trouve pour ainsi dire qu'en concrétions, puisqu'on ne le tire que de la pierre calaminaire ou des blendes, et que nulle part il ne se trouve, dans son état de régule, sous la forme de demi-métal. Le zinc n'est donc qu'un produit de notre art; et comme sa substance est non-seulement très-volatile, mais même fort inflammable, il paraît qu'il n'a été formé par la nature qu'après toutes les autres substances métalliques : le feu primitif l'aurait brûlé au lieu de le fondre ou de le réduire en chaux, et il est plus que probable qu'il n'existait pas alors, et qu'il n'a été formé, comme le soufre, que par les détriments des substances combustibles : il a en même temps été saisi par les matières ferrugineuses; car il se trouve en assez grande quantité dans plusieurs mines de fer, aussi bien que dans les blendes et dans la calamine, qui toutes sont composées de zinc, de soufre et de fer. Indé-

(1) Voyez l'article *Antimoine*.

pendamment donc de la pierre calaminaire et des blendes, qui sont les substances les plus abondantes en zinc, plusieurs mines de fer de dernière formation peuvent être regardées comme des mines de ce demi-métal; c'est par son affinité avec le fer que cette matière inflammable et volatile s'est fixée, et l'on reconnaît cette union intime et constante du zinc avec le fer par la décomposition des blendes et de la calamine, qui se réduisent également en une sorte d'ocre dans laquelle il se trouve souvent plus de fer que de zinc.

On ne doit donc pas être surpris que le cuivre jaune ou laiton soit quelquefois sensiblement attirable à l'aimant, surtout après avoir été frappé ou fléchi et tordu avec force, parce qu'étant composé de cuivre rouge et de zinc, le laiton contient toujours une certaine quantité du fer qui était intimement mêlé dans les blendes ou dans la pierre calaminaire; et c'est par la même raison que le régule de zinc, qui n'est jamais entièrement privé de fer, se trouve plus ou moins attirable à l'aimant. Il en est de même des régules de cobalt, de nickel et de manganèse : toutes contiennent du fer, et tous sont plus ou moins susceptibles des impressions magnétiques.

CONCRÉTIONS DE LA PLATINE.

Je crois devoir donner ici par extrait quelques faits très-bien présentés par M. Le Blond, médecin de l'Université de Lima, qui, pendant un séjour de trois ans au Pérou, a fait de bonnes observations sur le gisement des mines d'or et de platine, et qui les a communiquées à l'Académie des Sciences, au mois de juin 1783.

Ce savant observateur dit avec raison que les mines primordiales de l'or et de la platine dans l'Amérique méridionale gisaient sur les montagnes des Cordillères, dans les parties les plus élevées, d'où elles ont été détachées et entraînées par les eaux dans les vallées et les plaines les plus basses, au pied de ces montagnes.

« C'est au Choco, dit M. Le Blond, que se manifestent d'une manière très-sensible les différents lits de pierres arrondies et de terres entassées qui forment les mines de transport. Ce pays est entièrement comme le réservoir où viennent aboutir presque toutes les eaux qui descendent des provinces de Pasto, Plata, etc., et conséquemment le lieu le plus bas, et qui doit être le plus abondamment pourvu des corps métalliques qui auront été détachés et entraînés par les eaux des lieux les plus élevés.

» En effet, il est rare au Choco de ne pas trouver de l'or dans presque toutes ces terres transportées que l'on fouille, mais c'est uniquement à peu près au nord de ce pays, dans deux districts seulement, appelés Citara et Novita, qu'on le trouve toujours mêlé plus ou moins avec la platine, et jamais ailleurs. Il peut y avoir de

la platine autre part ; mais elle n'a sûrement pas encore été découverte dans aucun autre endroit de l'Amérique.

» Les deux paroisses de Novita et Citara sont, comme on vient de le dire, les deux seuls endroits où l'on trouve les mines d'or et de platine. On les exploite par le lavage, qui est la manière usitée pour toutes les mines de transport de l'Amérique méridionale... L'or et la platine se trouvent confondus et mêlés dans les terres déposées par les eaux, sans aucune marque qui puisse faire distinguer une mine formée sur les lieux... Lorsqu'on a obtenu par le lavage l'or et la platine de la terre dans laquelle ces métaux sont mêlés, on les sépare grain par grain avec la lame d'un couteau ou autrement, sur une planche bien lisse ; et s'il reste dans la platine, après l'avoir ainsi séparée, quelques légères paillettes d'or dont le travail emporterait trop de temps, on les amalgame avec du vif-argent, à l'aide des mains, et ensuite d'une masse ou pilon de bois, dans une espèce d'auge de bois dur comme le gaïae, et l'on parvient de cette manière, quoique assez imparfaitement, à les unir au mercure, dont on les dégage après par le moyen du feu.

» On ne nie pas qu'il n'y ait quelques mineurs qui fassent cet amalgame dans des mortiers avec leurs pilons de fer ou de cuivre ; mais il n'est pas vraisemblable d'attribuer à cette manipulation l'aplatissement de quelques grains de platine, puisqu'un grain de ce métal, très-difficile à aplatir, ne pourrait jamais l'être étant joint à dix mille autres qui ne le sont pas, et que d'ailleurs on trouve dans cette matière, telle qu'on la retire de la terre, des grains aplatis mêlés avec des grains d'or (1), qu'on distingue très-bien à la simple vue, et qui n'y seraient sûrement pas si elle avait été soumise à l'amalgame.

» C'est ce même amalgame mal rassemblé qui laisse quelquefois après lui des gouttes de vif-argent qu'on a cru devoir exister dans la platine ; c'est une erreur dont on doit d'autant mieux se désabuser, que, excepté les mines de Guaneavelica au Pérou, on n'a pu découvrir jusqu'à présent aucune mine de mercure ou de cinabre dans toute l'Amérique espagnole (2), nonobstant les grandes récompenses promises par le gouvernement.

» C'est aux deux cours des monnaies de Sainte-Foi et de Popayan que se portè tout l'or du Choeo pour y être monnayé : là se fait un second triage de la platine qui pourrait être restée avec l'or : les officiers royaux la gardent ; et quand il y en a une certaine quantité, ils vont, avec des témoins, la jeter dans la rivière de Bogota, qui passe à deux lieues de Sainte-Foi, et dans celle de Caouça, à une lieue de Popayan. Il paraît qu'aujourd'hui ils l'envoient en Espagne.

(1) Dans la grande quantité de platine que M. Dombey a rapportée du Pérou, et dont il a remis une partie au Cabinet du Roi, il s'est trouvé un de ces grains de platine aplati de trois lignes de longueur sur deux lignes de largeur, et cela confirme ce que dit à ce sujet M. Le Blond. C'est le plus grand grain de platine que j'aie vu. M. Dombey m'a assuré qu'il en connaissait un de trois onces pesant, qui était entre les mains de don Antonio-Joseph Arèche, visiteur général du Pérou, et qui a été envoyé à la Société royale de Biscaye. Ce gros grain est de la même figure que les petits, et tous paraissent avoir été fondus par le feu des volcans.

(2) Je dois observer qu'il se trouve des mines de mercure au Chili, et en quelques autres contrées de l'Amérique méridionale. Voyez ci-devant l'article *Concrétions du Mercure*.

» On trouve toujours la platine mêlée avec l'or, dans la proportion d'une, deux, trois, quatre onces, et davantage, par livre d'or. Les grains de ces deux matières ont à peu près la même forme et la même grosseur ; ce qui est très-digne d'être remarqué.

» Si la proportion de la platine avec l'or est plus considérable, alors on travaille peu la mine, ou même on l'abandonne, parce que la quantité de ces deux métaux ensemble étant à peu près la même que celle d'une autre mine où l'on ne tirerait que de l'or pur, il s'ensuit que quand la proportion de la platine est trop considérable, celle de l'or, décroissant en même raison, n'offre plus les mêmes avantages pour pouvoir la travailler avec profit ; et c'est pour cela qu'on la laisse. Il ne serait pas moins intéressant de s'assurer si cette substance ne se rencontrerait pas seule et sans mélange d'or dans des mines qui lui seraient propres.

» La platine, ainsi que l'or qui l'accompagne, se trouve de toute grosseur, depuis celle d'une fine poussière jusqu'à celle d'un pois, et l'on ne rencontre pas de plus gros morceaux de platine, ou du moins ils doivent être bien rares ; car quelque peine que je me sois donnée, je n'ai pu m'en procurer aucun, et je n'en ai vu qu'un seul à peu près de la grosseur d'un œuf de pigeon (1). J'ai vu des morceaux d'or qui m'ont paru fondus naturellement, beaucoup plus considérables.

» Il est vraisemblable que, comme l'or a ses mines propres, la platine peut avoir aussi les siennes, d'où elle a été détachée par une force quelconque, et entraînée par les eaux dans les mines de transport où on la trouve ; mais ces mines propres, où sont-elles ? c'est ce qu'on n'a pas encore pris la peine d'examiner.

» Puisque l'or et la platine se trouvent, dans leurs mines de transport, à peu près de même grosseur, il semblerait que ces deux métaux doivent avoir aussi à peu près une même source, et peut-être les mêmes moyens de métallisation ; ils diffèrent cependant essentiellement en couleur, en malléabilité et en poids. Ne pourrait-on pas plutôt présumer, d'après les scories de fer qui accompagnent toujours plus ou moins la platine, qu'elle n'est elle-même qu'une modification de ce métal par le feu, d'une façon jusqu'ici inconnue, qui la prive de la couleur, de la malléabilité et de la pesanteur spécifique de l'or ?... M. Bergman a été sûrement mal informé quand il dit que la force magnétique du fer dans la platine vient vraisemblablement de la trituration qu'on lui fait éprouver dans la meule du fer pour séparer l'or par l'amalgame, et que c'est au moins de là que vient le mercure qui s'y trouve ; qu'il arrive peu de platine en Europe qui n'ait passé par cette meule (2). Cette meule dont parle M. Bergman n'existe pas ; au moins n'en ai-je jamais entendu parler. Quant au mercure, il a raison, et cette substance se trouve assez souvent dans la platine. »

Je dois joindre à ces observations de M. Le Blond quelques réflexions. Je ne

(1) Ce morceau est le même dont nous avons parlé ci-devant, d'après M. Dombey, page 274, dans la note ; car M. Le Blond dit, comme M. Dombey, que « ce morceau fut remis à don Arêche, intendant du Pérou, pour en faire présent à la Société royale de Biscaye, qui doit actuellement le posséder. »

(2) *Journal de Physique*, 1778, page 327.

pense pas que le fer seul puisse se convertir en platine, comme il paraît le présumer. J'ai déjà dit que la platine était composée d'or dénaturé par l'arsenic, et de fer réduit en sablon magnétique par l'excessive violence du feu, et j'ai fait faire quelques essais pour vérifier ma présomption. M. l'abbé Rochon a bien voulu se charger de ce travail, et j'ai aussi prié M. de Morveau de faire les mêmes expériences. L'or fondu avec l'arsenic devient blanc, cassant et grenu ; il perd sa couleur, et prend en même temps beaucoup plus de dureté. Cet or altéré par l'arsenic, fondu une seconde fois avec le sablon ferrugineux et magnétique qui se trouve mêlé avec la platine naturelle, forme un alliage qui approche beaucoup de la platine, tant par la couleur que par la densité. M. l'abbé Rochon m'a déjà remis le produit de nos deux premiers essais, et j'espère que nous parviendrons à faire de la platine artificielle par le procédé suivant, dont seulement il faudra peut-être varier les doses et les degrés de feu.

Faites fondre un gros d'or le plus pur avec six gros d'arsenic ; laissez refroidir le bouton ; pulvérisez cet or fondu avec l'arsenic dans un mortier d'agate ; mêlez cette poudre d'or avec trois gros du sablon magnétique qui se trouve mêlé à la platine naturelle : et comme la fusion de ce mélange exige un feu très-violent, et qu'il faut que le sablon ferrugineux s'incorpore intimement avec l'or, vous ajouterez à ces matières une bonne quantité de nitre, qui produira assez d'air inflammable pour rendre la fusion parfaite, et vous obtiendrez par cette opération un produit très-semblable à la platine naturelle. Il est certainement plus possible de faire de la platine artificielle que de convertir la platine en or ; car, quelques efforts qu'aient faits nos chimistes pour en séparer ce métal précieux, ils n'ont pu réussir, et de même ils n'ont pu en séparer absolument le fer qu'elle contient ; car la platine la plus épurée, qui paraît n'être pas attirable à l'aimant, contient néanmoins dans son intérieur des particules de sablon magnétique, puisqu'en la réduisant en poudre, on y retrouve ces particules ferrugineuses qu'on peut en retirer avec l'aimant.

Au reste, je ne sais pas encore si nous pourrions retirer l'or de ces boutons de platine artificielle, qui me paraissent avoir toutes les propriétés de la platine naturelle ; seulement il me paraît que, quand l'or a été dénaturé par l'arsenic, et intimement mêlé avec le sablon ferrugineux et magnétique, il n'y a guère moyen de lui rendre sa ductilité et sa première nature, et que par conséquent il sera toujours très-difficile de tirer de la platine tout l'or qu'elle contient, quoique la présence de ce métal dans la platine nous soit démontrée par son poids spécifique, comme la présence du fer l'est aussi par son magnétisme.

PRODUITS VOLCANIQUES.

Nous avons parlé, en plusieurs endroits de cet ouvrage, des basaltes et des différentes laves produites par le feu des volcans ; mais nous n'avons pas fait mention des différentes substances qu'on est assez surpris de trouver dans l'intérieur de ces masses vitrifiées par la violence du feu ; ce sont des cailloux, des agates, des hyacinthes, des chrysolithes, des grenats, etc., qui tous ont conservé leur forme, et souvent leur couleur. Quelques observateurs ont pensé que ces pierres renfermées dans les laves, même les plus dures, ne pouvaient être que des stalactites de ces mêmes laves, qui s'étaient formées dans leurs petites cavités intérieures longtemps après leur refroidissement, en sorte qu'elles en tiraient immédiatement leur origine et leur substance : mais ces pierres, bien examinées et comparées, ont été reconnues pour de vrais cailloux, cristaux, agates, hyacinthes, chrysolithes et grenats, qui tous étaient formés précédemment, et qui ont seulement été saisis par la lave en fusion lorsqu'elle roulait sur la face de la terre, ou qu'elle coulait dans les fentes de rochers hérissés de ces cristaux ; elle les a pour ainsi dire ramassés en passant, et ils se sont trouvés enveloppés plutôt qu'interposés dans la substance de ces laves, dès le temps qu'elles étaient en fusion.

M. Faujas de Saint-Fond nous a donné une bonne description très-détaillée des chrysolithes qu'il a trouvées dans les basaltes et laves des anciens volcans du Vivarais. Il ne s'est pas trompé sur leur nature, et les a reconnues pour de vraies chrysolithes, dont les unes, dit-il, « sont d'un vert clair tirant sur le jaune, couleur de la véritable chrysolithe, quelques-unes d'un jaune de topaze, certaines d'une couleur noire luisante comme le schorl, de sorte que dans l'instant on croit y reconnaître cette substance ; mais en prenant au soleil le vrai jour de ces grains noirs, et en les examinant dans tous les sens, on s'aperçoit que cette couleur n'est qu'un vert noirâtre qui produit cette teinte sombre et foncée. » En effet cette substance vitreuse n'est point du schorl, mais du cristal de roche teint comme tous les autres cristaux et chrysolithes vertes ou jaunâtres, lesquelles, étant très-réfractaires au feu, n'ont point été altérées par la chaleur de la lave en fusion, tandis que les grenats et les schorls, qui sont fusibles, ont souvent été dénaturés par cette même chaleur. Ces schorls ont perdu, par l'action du feu volcanique, non-seulement leur couleur, mais une portion considérable de leur substance ; les grenats en particulier qui ont été volcanisés sont blancs, et ne pèsent spécifiquement que 24684, tandis que le grenat dans son état naturel pèse 41888. Le feu des laves en fusion peut donc altérer et peut-être fondre les schorls, les grenats et les feldspaths ; mais les cristaux quartzeux, de quelque couleur qu'ils soient, résistent à ce degré de feu, et ce sont ces cristaux colorés et trouvés dans les basaltes et les laves, auxquels on a donné les noms de *chrysolithes*, de *topazes* et de *hyacinthes des volcans*.

DES BASALTES, DES LAVES ET DES LAITIERS VOLCANIQUES.

Comme M. Faujas de Saint-Fond est, de tous les naturalistes, celui qui a observé avec le plus d'attention et de discernement les différents produits volcaniques, nous ne pouvons mieux faire que de donner ici par extraits les principaux résultats de ses observations. « Le basalte, dit-il, se présente sous la forme d'une pierre plus ou moins noire, dure, compacte, pesante, attirable à l'aimant, susceptible de recevoir le poli, fusible par elle-même sans addition, donnant plus ou moins d'étincelles avec le briquet, et ne faisant aucune effervescence avec les acides.

» Il y a des basaltes de forme régulière en prismes, depuis le triangle jusqu'à l'octogone, qui forment des colonnes articulées ou non articulées, et il y en a d'autres en forme irrégulière; on en voit de grandes masses en tables, en murs plus ou moins inclinés, en rochers plus ou moins pointus et quelquefois isolés, en remparts escarpés et en bloes ou fragments raboteux et irréguliers. Les basaltes à cinq, six et sept faces, se trouvent plus communément que ceux à trois, quatre ou huit faces: ils sont tous de forme prismatique, et la grandeur de ces prismes varie prodigieusement: car il y en a qui n'ont que quatre à cinq lignes de diamètre sur un pouce et demi ou deux pouces de longueur, tandis que d'autres ont plusieurs pouces de diamètre sur une longueur de plusieurs pieds.

» La couleur des basaltes est communément noire; mais il y en a d'un noir d'ébène, d'autres d'un noir bleuâtre, et d'autres plutôt gris que noirs; d'autres verdâtres, d'autres rougeâtres ou d'un jaune d'ocre. Les différents degrés d'altération de la matière ferrugineuse qu'ils contiennent leur donnent ces différentes couleurs; mais en général, lorsqu'ils sont décomposés, leur poudre est d'un gris blanchâtre.

» Il y a de grandes masses de basalte en tables ou lits horizontaux. Ces tables sont de différentes épaisseurs: les unes ont plusieurs pieds, et d'autres seulement quelques pouces d'épais; il y en a même d'assez minces pour qu'on puisse s'en servir à couvrir les maisons. C'est des tables les plus épaisses que les Égyptiens, et, après eux, les Romains, ont fait des statues, dans lesquelles on remarque particulièrement celles du basalte verdâtre.

» Les laves diffèrent des basaltes par plusieurs caractères, et particulièrement en ce qu'elles n'ont pas la forme prismatique; et on doit les distinguer en laves compactes et en laves poreuses. La plupart contiennent des matières étrangères, telles que des quartz, des cristaux de feldspath, de schorl, de mica, ainsi que des zéolithes, des granites, des chrysolithes, dont quelques-unes sont, comme les basaltes, susceptibles de poli. Elles contiennent aussi du grès, du tripoli, des pierres à rasoir, des marbres et autres matières calcaires.

» Le granite qui se trouve dans les laves poreuses a subi quelquefois une si violente action du feu, qu'il se trouve converti en un émail blanc.

» Il y a des basaltes et des laves qui sont évidemment changés en terre argileuse, dans laquelle il se trouve quelquefois des chrysolithes qui ont perdu leur brillant et leur dureté, et qui commencent elles-mêmes à se convertir en argile.

» On trouve de même dans les laves des grenats décolorés et qui commencent à se décomposer, quoiqu'ils aient encore la cassure vitreuse, et qu'ils aient conservé leur forme; d'autres sont très-friables et approchent de l'argile blanche.

» Les hyacinthes accompagnent souvent les grenats dans ces mêmes laves, et quelquefois on y rencontre des géodes de calcédoine qui contiennent de l'eau, et d'autres agates ou calcédoines sans eau, des silex ou pierres à fusil, et des jaspes de diverses couleurs; enfin on a rencontré dans les laves d'Expailly, près du Puy-en-Velay, des saphirs qui semblent être de la même nature que les saphirs d'Orient. On trouve aussi dans les laves du fer cristallisé en octaèdre, du fer en mine spéculaire, en hématite, etc.

» Il y a des laves poreuses qui sont si légères, qu'elle se soutiennent sur l'eau; et d'autres qui, quoique poreuses, sont fort pesantes: la lave plus légère que l'eau est assez rare.»

Après les basaltes et les laves se présentent les laitiers des volcans: ce sont des verres ou des espèces d'émaux qui peuvent être imités par l'art; car en tenant les laves à un feu capable de les fondre, on en obtient bientôt un verre noir, luisant et tranchant dans sa cassure: on vient même, dit M. Faujas, de tirer parti en France du basalte, en le convertissant en verre. L'on a établi, dans les environs de Montpellier, une verrerie où l'on fait avec ce basalte fondu de très-bonnes bouteilles.

Nous avons déjà dit qu'on appelle *Pierre de gallinace*, au Pérou, le laitier noir des volcans: ce nom est tiré de celui de l'oiseau *gallinazo*, dont le plumage est d'un beau noir; on trouve de ce laitier ou verre noir, non-seulement dans les volcans des Cordillères en Amérique, mais en Europe dans ceux de Lipari, de Volcano, de même qu'au Vésuve et en Islande, où il est en grande abondance.

Le laitier blanc des volcans est bien plus rare que le noir. M. Faujas en a seulement trouvé quelques morceaux dans le volcan éteint du Coucron en Vivarais, et en dernier lieu à Staffa, l'une des îles Hébrides; et d'autres observateurs en ont rencontré dans les matières volcaniques en Allemagne près de Saxenhausen, aussi bien qu'en Islande et dans les îles Féroé. Ce verre blanc est transparent, et le noir le devient lorsqu'il est réduit à une petite épaisseur; et quand les éléments humides ont agi pendant longtemps sur ces verres, ils s'irisent comme nos verres factices, ce qui les rend chatoyants.

M. de Troil dit qu'indépendamment du verre noir (fausse agate d'Islande), on trouve aussi en Islande des verres blancs et transparents, et d'autres d'un assez beau bleu, qui sont les plus rares de tous. Il ajoute qu'il y en a qui ressemblent, par leur couleur verdâtre et par leur pâte grossière, à notre verre à bouteilles.

Ces laitiers des volcans, et surtout le laitier noir, sont compactes, homogènes et assez durs pour donner des étincelles avec l'acier : on peut les tailler et leur donner un beau poli, et l'on en fait d'excellentes pierres de touche en les dégrossissant, sans leur donner le dernier poli (1).

Lorsque les laves et les basaltes sont réduits en débris et remaniés par le feu du volcan, ils forment, avec les nouvelles laves, des blocs qu'on peut appeler *poudingues volcaniques*; il y en a de plus ou moins durs; et si les fragments qui composent ces poudingues sont de forme irrégulière, on peut les appeler des *brèches volcaniques*. M. Faujas a observé que l'église cathédrale de Puy-en-Velay a été construite d'une pierre dont le fond est une brèche volcanique noire dans un ciment jaunâtre.

Les unes de ces brèches volcaniques ont été formées par la seule action du feu sur les anciennes laves; d'autres ont été produites par l'intermède de l'eau, et dans des éruptions que M. Faujas appelle des *éruptions boueuses* ou *aqueuses* : elles sont souvent mélangées de plusieurs matières très-différentes, de jaspe rouge, de schorl noir, de granite rose et gris, de pierre à fusil, de spath et pierre calcaire, et même de substances végétales réduites en une sorte de charbon.

Toutes ces matières volcaniques, basaltes, laves et laitiers, étant en grande partie d'une essence vitreuse, se décomposent par l'impression des éléments humides, et même par la seule action de l'acide aérien. Les matières autrefois volcaniques, maintenant argileuses, dit M. Ferber, molles comme de la cire, ou endurcies et pierreuses, sont blanches pour la plupart; mais on en trouve aussi de rouges, de grises cendrées, de bleuâtres et de noires : on rencontre des laves argileuses dans presque tous les volcans agissants et éteints, et cette altération des laves peut s'opérer de plusieurs manières. Il y a de ces laves, altérées par l'acide sulfureux du feu des volcans, qui sont presque aussi rouges que le *minium*; il y en a d'autres d'un rouge pâle, d'un rouge pourpre, de jaunes, de brunes, de grises, de verdâtres, etc.

M. Faujas divise les produits volcaniques altérés :

En laves compactes ou poreuses qui ont perdu simplement leur dureté en conservant leurs parties constituantes, à l'exception du phlogistique du fer qui a disparu ;

Et en laves amollies et décolorées par les acides, qui ont formé, en se combinant avec les diverses matières qui constituent ces mêmes laves, différents produits salins ou minéraux dont l'origine nous serait inconnue si nous n'avions pas la facilité de suivre la nature dans cette opération.

Il en décrit plusieurs variétés de l'une et de l'autre sorte : il présente, dans la première de ces deux divisions, des basaltes et des laves qui, ayant conservé leur forme, leur nature et leur dureté sur une de leurs faces, sont entièrement décomposés sur l'autre, et convertis en une substance terreuse, molle, au point de se

(1) Cette matière a été indiquée par Pline, sous le nom de *lapis lydius*.

laisser aisément entamer, et l'on peut suivre cette décomposition jusqu'à l'entière conversion du basalte en terre argileuse.

Il y a des basaltes devenus argileux qui sont d'un gris plus ou moins foncé; d'autres d'une teinte jaunâtre et comme rouillés; d'autres dont la surface est convertie en argile blanche, grise, jaunâtre, violette, rouge. Plusieurs de ces basaltes décomposés contiennent des prismes de schorl qui ne sont point altérés; ce qui prouve que les schorls résistent bien plus que les basaltes les plus durs aux causes qui produisent leur décomposition.

Ce savant naturaliste a aussi reconnu des laves décomposées en une argile verte, savonneuse, et qui exhalait une forte odeur terreuse; et enfin il a vu de ces laves qui renfermaient de la chrysolithe et du schorl qui n'était pas décomposé, tandis que la chrysolithe était, comme la lave, réduite en argile, ce qui semble prouver que le quartz résiste moins que le schorl à la décomposition.

Dans la seconde division, c'est-à-dire dans les laves amollies et décolorées par les acides, qui ont formé différents produits salins ou minéraux, M. Faujas présente aussi plusieurs variétés dans lesquelles il se trouve du sel alumineux, lorsque l'acide vitriolique s'unit à la terre argileuse; ce même acide produit le gypse avec la terre calcaire, le vitriol vert avec la chaux de fer, et le soufre avec la matière du feu.

Les variétés de cette sorte, citées par M. Faujas, sont :

1° Un basalte d'un rouge violet, ayant la cassure de la pierre calcaire la plus dure, quoique ce basalte soit une véritable lave et d'une nature très-différente de toute matière calcaire ;

2° Une lave d'un blanc nuancé de rouge ;

3° Une lave dont une partie est changée en une pierre blanche tendre, tandis que l'autre partie, qui est dure et d'un rouge foncé, a conservé toute sa chaux ferrugineuse changée en coeotar ;

4° Une lave décomposée, comme la précédente, avec une enveloppe de gypse blanc et demi-transparent ;

5° Une lave poreuse d'un blanc jaunâtre avec des grains de sélénite. La terre argileuse qui forme cette lave se trouve convertie en véritable alun natif; l'acide vitriolique uni à la terre argileuse produit, comme nous venons de le dire, le sel alumineux et le véritable alun natif; lorsqu'il s'unit à la base du fer, il forme le vitriol vert : en s'unissant donc dans de certaines circonstances à la terre ferrugineuse des laves, il pourra produire ce vitriol, pourvu qu'il soit affaibli par les vapeurs aqueuses; et cette combinaison est assez rare, et ne se trouve que dans les lieux où il y a des sources bouillantes. On en voit sur les parois de la grotte de l'île de Volcano, où il y a une mare d'eau bouillante, sulfureuse et salée.

On trouve aussi du sel marin en grumeaux adhérents à de la lave altérée ou à du sable vomé par les volcans : ce sel marin ne se présente pas sous forme cubique, parce qu'il n'a pas eu le temps de se cristalliser dans l'eau marine rejetée par les volcans. Il se trouve de même de l'alcali fixe blanc dans les cavités de quelques

laves nouvelles; et comme on trouve encore du sel ammoniac dans les volcans, cela prouve que l'alcali volatil s'y trouve aussi, sans parler du soufre, qui, comme l'on sait, est le premier des produits volcaniques, et qui n'est que la matière du feu saisie par l'acide vitriolique.

Quelquefois le soufre s'unit dans les volcans à la matière arsenicale, et alors de jaune il devient d'un rouge vif et brillant: mais, comme nous l'avons dit (1), le soufre se produit aussi par la voie humide; on en a plusieurs preuves, et les beaux cristaux qu'on a trouvés dans la soufrière de Conilla à quatre lieues de Cadix, et qui étaient renfermés dans des géodes de spath calcaire, ne laissent aucun doute à ce sujet. Il en existe d'ailleurs de pareils dans divers autres lieux, tantôt unis à la sélénite gypseuse, tantôt à l'argile, ou renfermés dans des cailloux: nous savons même qu'on a trouvé, il y a six ou sept ans, du soufre bien cristallisé et formé par la voie humide dans l'ancien égout du faubourg Saint-Antoine: ces cristaux de soufre étaient adhérents à des matières végétales et animales, telles que des cordages et des cuirs.

PIERRE DE TOUCHE.

La pierre de touche, sur laquelle on frotte les métaux pour les reconnaître à la couleur de la trace qu'ils laissent à sa surface, est un basalte plus dur que l'or, l'argent, le cuivre, et dont la superficie, quoique lisse en apparence, est néanmoins hérissée et assez rude pour les entamer et retenir les particules métalliques que le frottement a détachées. Le quartz et le jaspe, quoique plus durs que ce basalte, et par conséquent beaucoup plus durs que ces métaux, ne nous offrent pas le même effet; parce que la surface de ces verres primitifs, étant plus lisse que celle du basalte, laisse glisser le métal sans l'entamer et sans en recevoir la trace. Les acides peuvent enlever cette impression métallique parce que le basalte ou pierre de touche sur lesquels on frotte le métal, sont d'une substance vitreuse qui résiste à l'action des acides, auxquels les métaux ne résistent pas.

Il paraît que le basalte dont on se sert comme pierre de touche est la *pierre de Lydie* des anciens: les Égyptiens et les autres peuples du Levant connaissaient assez ces basaltes pour les employer à plusieurs ouvrages, et l'on trouve encore aujourd'hui des figures et des morceaux de ce basalte, pierre de Lydie, dont la texture est feuilletée et la couleur brune ou noire. Au reste, il ne faut pas confondre ce basalte, vraie pierre de touche, avec la pierre décrite par M. Pott, à laquelle il donne ce même nom; car cette pierre de M. Pott n'est pas un basalte, mais un

(1) Voyez l'article du *Soufre*.

schiste dur, mélangé d'un sable fin de grès : seulement on doit dire qu'il y a plus d'une sorte de pierres dont on se sert pour toucher les métaux ; et en effet il suffit, pour l'usage qu'on en fait, que ces pierres soient plus dures que le métal, et que leur surface ne soit pas assez polie pour le laisser glisser sans l'entamer.

PIERRE VARIOLITE.

Ces pierres sont ainsi dénommées parce qu'elles présentent à leur surface de petits tubercules assez semblables aux grains et pustules de la petite vérole. On trouve de ces pierres en grande quantité dans la Duranee ; elles viennent des montagnes au-dessus de la vallée de Servières, à deux lieues de Briançon, d'où elles sont entraînées par les eaux en morceaux plus ou moins gros ; elles se trouvent aussi en masses assez considérables dans cette même vallée. M. le docteur Demeste dit que ces pierres variolites de la Duranee sont des galets ou masses roulées d'un basalte grisâtre ou d'un vert brun, lequel est souvent entremêlé de quelques veines quartzieuses, et parsemé de petites éminences formées par des globules verdâtres, qui sont aussi du basalte, mais beaucoup plus dur que la gangue grisâtre, puisque ces globules, moins usés que le reste, en roulant forment les éminences superficielles qui ont fait donner à cette pierre le nom de *variolite*. Ces petites éminences, dont le centre offre d'ordinaire un point rouge, imitent en effet assez bien les pustules de la petite vérole.

Nous devons observer ici que cet habile chimiste suivait la nomenclature des Allemands et des Suédois, qui donnaient alors le nom de *basalte* au schorl, par la seule raison qu'il était souvent configuré en prisme comme le véritable basalte ; mais les naturalistes ont rejeté cette dénomination équivoque, depuis qu'ils ont reconnu, avec M. Faujas de Saint-Fond, que le nom de *basalte* ne devait être donné spécifiquement et exclusivement qu'aux laves prismatiques, connus sous le nom de *basaltes*, tels que ceux de Stolpen en Misnie, d'Antrim en Irlande, ceux du Vivarais, du Velay, de l'Auvergne, etc.

Pour éclaircir cette nomenclature, M. Faujas de Saint-Fond a observé que Wallerius, qui a nommé cette pierre *lapis variolarum* ou *variolites*, l'avait mise au nombre des basaltes, sans spécifier si c'était un basalte volcanique, et que, sans autre examen, cette dénomination équivoque a été adoptée par Linnæus, par M. le baron de Born et par plusieurs de nos naturalistes français. M. Faujas de Saint-Fond a donc pensé qu'il fallait désigner cette pierre par des caractères plus précis, et il l'a dénommée *lapis variolites viridis verus*, afin de la distinguer de plusieurs autres pierres couvertes également de taches et relevées de tubercules, et qui cependant sont très-différentes de celles-ci.

Les Romains ont connu la véritable pierre variolite. « J'en ai vu une très-belle, dit M. Faujas de Saint-Fond, entourée d'un cercle d'or, qui fut trouvée en Dauphiné, dans un tombeau antique, entre Suze et Saint-Paul-Trois-Châteaux ; elle avait été regardée probablement comme une espèce d'amulette propre à garantir de la maladie avec laquelle elle a une sorte de ressemblance. Quelques peuplades des Indes occidentales, ayant la même croyance, portent cette pierre suspendue à leur cou ; ils la nomment *gamaïcou*. »

Cette pierre est particulièrement connue en Europe sous le nom de *variolite de la Durance*, parce qu'elle est abondante dans cette rivière ; les torrents les détachent des hautes Alpes dauphinoises, dans une étroite et profonde vallée, entre Servières et Briançon.

La vraie variolite est d'un vert plus ou moins foncé ; sa pâte est fine, dure et susceptible de recevoir un beau poli, quoiqu'un peu gras, particulièrement sur les taches.

Les plus gros boutons et protubérances de la variolite n'excèdent pas six à sept lignes de diamètre, et les plus petites ne sont que d'une demi-ligne.

L'on a reconnu dans la variolite quelques points et des linéaments de pyrite et même d'argent natif, mais en très-petite quantité. L'analyse de cette pierre, faite avec beaucoup de soin par M. Faujas de Saint-Fond, tend à prouver qu'elle est composée de quartz, d'argile, de magnésie, de terre calcaire et d'un peu de fer qui a produit sa couleur verte, et que les taches qui forment ces protubérances singulières sur les variolites roulées sont dues à des globules de schorl plus durs que la pierre même qui les renferme.

Cette pierre composée de tous ces éléments, est beaucoup moins commune que les autres pierres, puisqu'on ne l'a jusqu'à présent trouvée que dans quelques endroits de la vallée de Servières en Dauphiné, dans un seul autre endroit en Suisse, et en dernier lieu dans l'île de Corse. Don Ulloa et M. Valmon de Bomare disent qu'elle se trouve aussi en Amérique ; mais nous n'en avons reçu aucun échantillon par nos correspondants.

TRIPOLI.

Le tripoli est une terre brûlée par le feu des volcans, et cette terre est une argile très-fine, mêlée de particules de grès tout aussi fines, ce qui lui donne la propriété de mordre assez sur les métaux pour les polir. Cette terre est très-sèche, et se présente en masses plus ou moins compactes, mais toujours friables et s'égrenant aussi facilement que le grès le plus tendre. Sa couleur jaune ou rougeâtre, ou brune et noirâtre, démontre qu'elle est teinte et peut-être mêlée de fer. Cette terre,

déjà cuite par les feux souterrains, se recuit encore lorsqu'on lui fait subir l'action du feu ; car elle y prend, comme toutes les autres argiles, plus de couleur et de dureté, s'émaillant de même à la surface, et se vitrifiant à un feu très-violent.

Cette terre a tiré son nom de Tripoli en Barbarie, d'où elle nous était envoyée avant qu'on en eût découvert en Europe : mais il s'en est trouvé en Allemagne et en France. M. Gardeil nous a donné la description de la carrière de tripoli qui se trouve en Bretagne, à Poligny près de Rennes ; mais cet observateur s'est trompé sur la nature de cette terre, qu'il a cru devoir attribuer à la décomposition des végétaux. D'autres observateurs, et en particulier MM. Guettard, Fougeroux de Bondaroy et Faujas de Saint-Fond, ont relevé cette erreur, et ont démontré que les végétaux n'ont aucune part à la formation du tripoli. Ils ont observé avec soin les carrières de tripoli à Menat en Auvergne. M. de Saint-Fond en a aussi reconnu des morceaux parmi les cailloux roulés par le Rhône, près de Montélimart, dont les plus gros sont des masses de basalte entraînées, comme les morceaux de tripoli, par le mouvement des eaux.

Par cet exposé, et d'après les faits observés par MM. Faujas de Saint-Fond et Fougeroux de Bondaroy, on ne peut guère douter que le tripoli ne doive son origine à la décomposition des pierres quartzieuses ou roches vitreuses, mêlées de fer, par l'action des éléments humides qui les auront divisées, sans ôter à ces particules vitreuses leur entière dureté.

PIERRE PONCE.

M. Daubenton a remarqué et reconnu le premier que les pierres poncees étaient composées de filets d'un verre presque parfait, et M. le chevalier de Dolomieu a fait de très-bonnes observations sur l'origine et la nature de cette production volcanique : il a observé, dans ses voyages, que l'île de Lipari est l'immense magasin qui fournit les pierres poncees à toute l'Europe ; que plusieurs montagnes de cette île en sont entièrement composées. Il dit qu'on les trouve en morceaux isolés dans une poudre blanche farineuse, et qui n'est elle-même qu'une ponce pulvérulente.

La substance de ces pierres, surtout des plus légères, est dans un état de fritte très-rapproché d'un verre parfait : leur tissu est fibreux, leur grain rude et sec ; elles paraissent luisantes et soyeuses, et elles sont beaucoup plus légères que les laves poreuses ou cellulaires.

Cet illustre observateur distingue quatre espèces de poncees, qui diffèrent entre elles par le grain plus ou moins serré, par la pesanteur, par la contexture et par la disposition des pores.

« Les pierres poncees, dit-il, paraissent avoir coulé à la manière des laves, avoir

formé, comme elles, de grands courants que l'on trouve, à différentes profondeurs les uns au-dessus des autres, autour du groupe des montagnes du centre de Lipari... Les pierres ponceuses occupent la partie inférieure des courants ou massifs, les pierres légères sont au-dessus; et il en est de même des laves, dont les plus poreuses et les plus légères occupent toujours la partie supérieure. »

Il observe que les îles de Lipari et de Volcano sont les seuls volcans de l'Europe qui produisent en grande quantité des pierres ponceuses; que l'Etna n'en donne point, et le Vésuve très-peu; qu'on n'en trouve pas dans les volcans éteints de la Sicile, de l'Italie, de la France, de l'Espagne et du Portugal: cependant M. Faujas de Saint-Fond en a reconnu de bien caractérisées en Auvergne, sur la montagne de Polognac, à trois lieues de Clermont, route de Rochefort.

En examinant avec soin les différentes sortes de pierres ponceuses, M. le chevalier de Dolomieu a observé que les plus pesantes avaient le grain, les écailles luisantes et l'apparence fissile du schiste micacé blanchâtre... Il a trouvé dans quelques-unes des restes de granite qui en présentaient encore les trois parties constituan-tes, le quartz, le feldspath et le mica. On sait d'ailleurs que le granite se fond en une espèce d'émail blanc et boursoufflé. « J'ai vu, dit-il, ces granites acquérir par degrés le tissu lâche et fibreux et la consistance de la ponce; je ne puis donc douter que la roche feuilletée, graniteuse et micacée, et le granite lui-même, ne soient les matières premières à l'altération desquelles on doit attribuer la formation des pierres ponceuses. » Et il ajoute, avec raison, que la rareté des pierres ponceuses vient de ce qu'il y a très-peu de volcans qui soient situés dans les granites; qu'ils se trouvent presque toujours dans les schistes et les ardoises, matières qui, travaillées par le feu et beaucoup moins dénaturées qu'on ne les suppose, servent de base aux laves ferrugineuses noires et rouges que l'on rencontre dans tous les volcans. M. de Dolomieu observe, 1° que, pour qu'il y ait production de pierres ponceuses, il faut que le granite soit d'une nature très-fusible, c'est-à-dire mêlé de beaucoup de feldspath, et que le feu du volcan soit plus vif et plus actif qu'il ne l'est communément. On reconnaît, dit-il, que la fusion a toujours commencé par le feldspath, et que le premier effet du feu sur le quartz a été de le gercer et de le rendre presque pulvérulent; 2° que cette production peut s'opérer dans les roches granitiques, qui renferment entre leurs bandes des roches feuilletées, micacées, noires et blanches, et des granites fissiles ou *gneis*, dont la base est un feldspath très-fusible, tel qu'il l'a observé dans les granites qui sont en face de Lipari, et qui s'étendent jusqu'à Melazzo.

Au reste, les pierres ponceuses les plus légères et de la meilleure qualité sont si abondantes à l'île de Lipari, que plusieurs navires viennent chaque année en faire leur approvisionnement pour les transporter dans différentes parties de l'Europe.

M. Faujas de Saint-Fond, ayant examiné les différentes sortes de pierres ponceuses qui lui ont été données par M. le chevalier de Dolomieu, fait mention de plusieurs variétés de ces pierres, dont les unes sont compactes et *granitoïdes*, et indiquent le premier passage du granite à la pierre ponce; d'autres qui, quoique compactes,

sont composées de filets vitreux, et tiennent plus de la nature de la pierre ponce que du granite ; d'autres légères, blanches et poreuses, avec des stries soyeuses, et ce sont les pierres poncees parfaites qui se soutiennent et nagent sur l'eau ; leur grain est sec, fin et rude, et elles servent, dans les arts, à dégrossir, et même à polir plusieurs ouvrages. Tous les filets vitreux de ces pierres sont très-fragiles, et n'ont aucune forme régulière ; il y en a de cylindriques, de comprimés, de tortueux, de gros à la base et capillaires à l'extrémité. On trouve assez souvent dans ces pierres des vides occasionnés par des soufflures, et c'est dans ces cavités que l'on voit des filets déliés et si fins qu'ils ressemblent à de la soie. D'autres enfin sont très-légères, farineuses et friables ; celles-ci sont si tendres et ont si peu de consistance, qu'elles ne sont d'aucun usage dans les arts : cette sorte de ponce a été *surcalcinée*, et s'est réduite en poudre. On a donné mal à propos à cette poudre le nom de *cendre*, dont elle n'a que la couleur et les apparences extérieures. On la trouve en très-grande abondance à l'île de Lipari, à celle de Volcano et dans différents autres lieux.

M. Faujas de Saint-Fond présume, avec fondement, que toutes les fois que le granite contiendra du feldspath en grande quantité, l'action du feu pourra le convertir en pierre ponce, et qu'il en sera de même de toutes les pierres et terres où la matière quartzesc se trouvera mêlée de feldspath en assez grande quantité pour la rendre très-fusible. On peut même croire que le basalte remanié par le feu formera de la pierre ponce noire ou noirâtre, et que les grès et schistes mêlés de matières calcaires qui les rendent fusibles, pourront aussi se convertir en pierres poncees de diverses couleurs.

POUZZOLANE.

Personne n'a fait autant de recherches que M. Faujas de Saint-Fond sur les pouzzolanes. On ne connaissait avant lui ou du moins on ne faisait usage que de celles d'Italie, et il a trouvé dans les anciens volcans du Vivarais des pouzzolanes de la même nature, et qui ont à peu près les mêmes qualités que celles d'Italie : on doit même présumer qu'on en trouvera de semblables aux environs de la plupart des volcans agissants ou éteints ; car ce n'est pas seulement à Pouzzol, d'où lui vient son nom, qu'il y a de la pouzzolane, puisqu'il s'en trouve dans presque tous les terrains volcanisés de Sicile, de Naples et de la Campagne de Rome. Ce produit des feux souterrains peut se trouver dans toutes les régions où les volcans agissent ou ont agi ; car on connaît assez anciennement les pouzzolanes de l'Amérique méridionale : celles de la Guadeloupe et de la Martinique ont été reconnues en 1696. Mais c'est à M. Ozi, de Clermont-Ferrand, et ensuite à MM. Guettard, Desmarests

et Pasumot, qu'on doit la connaissance de celles qui se trouvent en Auvergne; et enfin à M. Faujas de Saint-Fond la découverte et l'usage de celles du Velay et du Vivarais, découverte d'autant plus intéressante que ces pouzzolanes du Vivarais, pouvant être conduites par le Rhône jusqu'à la mer, pourront, sinon remplacer, du moins suppléer à celles que l'on tire d'Italie, pour toutes les constructions maritimes et autres qu'on veut défendre contre l'action des éléments humides.

Les pouzzolanes ne sont cependant pas absolument les mêmes dans tous les lieux; elles varient, tant pour la qualité que pour la couleur: il s'en trouve de la rouge et de la grise en Vivarais, et celle-ci fait un mortier plus dur et plus durable que celui de la première.

Toutes les pouzzolanes proviennent également de la première décomposition des laves et basaltes, qui, comme nous l'avons dit, se réduisent ultérieurement en terre argileuse, ainsi que toutes les autres matières vitreuses, par la longue impression des éléments humides: mais, avant d'arriver à ce dernier degré de décomposition, les basaltes et les laves, qui toujours contiennent une assez grande quantité de fer pour être attirables à l'aimant, se brisent en poudre vitreuse mêlée de particules ferrugineuses, et la pouzzolane n'est autre chose que cette poudre: elle est d'autant meilleure pour faire des ciments que le fer y est en plus grande quantité, et que les parties vitreuses sont plus éloignées de l'état argileux.

Ainsi la pouzzolane n'est qu'une espèce de verre ferrugineux réduit en poudre. Il est très-possible de composer une matière de même nature, en broyant et pulvérisant les *crasses* qui s'écoulent du foyer des affineries où l'on traite le fer. J'ai souvent employé ce ciment ferrugineux avec succès, et je le crois équivalent à la meilleure pouzzolane: mais il est vrai qu'il serait difficile de s'en procurer une quantité suffisante pour faire de grandes constructions. Les Hollandais composent une sorte de pouzzolane qu'ils nomment *tras*, en broyant des laves de volcan sous les pilons d'un bocard: la poudre qui en provient est tamisée au moyen d'un crible qui est mis en mouvement par l'élévation des pilons, et le *tras* tombe dans de grandes caisses pratiquées au-dessous de l'entablement des pilons; ils s'en servent avec succès dans leurs constructions maritimes.



GÉNÉSIE DES MINÉRAUX

Je crois devoir donner en récapitulation l'ordre successif de la génésie ou filiation des matières minérales, afin de retracer en abrégé la marche de la nature, et d'expliquer les rapports généraux dont je présenterai le tableau et l'arrangement méthodique d'après lequel on pourra dorénavant classer tous les produits de la nature en ce genre, en les rapportant à leur véritable origine.

Le globe terrestre ayant été liquéfié par le feu, les matières fixes de cette masse immense se sont toutes fondues et vitrifiées ; tandis que les substances volatiles se sont élevées en vapeurs autour de ce globe, à plus ou moins de hauteur, suivant le degré de leur pesanteur et de leur volatilité. Ces premières matières fixes qui ont subi la vitrification nous sont représentées par les verres que j'ai nommés *primitifs*, parce que toutes les autres matières vitreuses sont réellement composées du mélange ou des détriments de ces mêmes verres.

Le quartz est le premier et le plus simple de ces verres de nature ; le jaspé est le second, et ne diffère du quartz qu'en ce qu'il est fortement imprégné de vapeurs métalliques qui l'ont rendu entièrement opaque, tandis que le quartz est à demi transparent : ils sont tous deux réfractaires au feu. Le troisième verre primitif est le feldspath, et le quatrième est le schorl, qui tous deux sont fusibles. Enfin le cinquième est le mica, qui tient le milieu entre les deux verres réfractaires et les deux verres fusibles. Le mica provient de l'exfoliation des uns et des autres, il participe de leurs différentes qualités. On pourrait donc, en rigueur, réduire les cinq verres primitifs à trois, c'est-à-dire au quartz, au feldspath et au schorl, puisque

le jaspe n'est qu'un quartz imprégné de vapeurs métalliques, et que les micas ne sont que des paillettes et des exfoliations des autres verres; mais nous n'avons pas jugé cette réduction nécessaire, parce qu'elle n'a rapport qu'à la première formation de ces verres, dont nous ignorons les différences primitives, c'est-à-dire les causes qui les ont rendus plus ou moins fusibles ou réfractaires : cette différence nous indique seulement que la substance du quartz et du jaspe est plus simple que celle du feldspath et du schorl, parce que nous savons par expérience que les matières les plus simples sont les plus difficiles à vitrifier et qu'au contraire celles qui sont composées sont assez aisément fusibles.

Les premiers mélanges de ces verres de nature se sont faits après la fusion et dans le temps de l'incandescence, par la continuité de l'action du feu ; et les matières qui ont résulté de ces mélanges nous sont représentées par les roches vitreuses de deux ou plusieurs substances, telles que les porphyres, ophites et granites, à la formation desquelles l'eau n'a point eu de part.

La chaleur excessive du globe vitrifié ayant diminué peu à peu par la déperdition qui s'en est faite, jusqu'au temps où sa surface s'est attiédie pour recevoir les eaux et les autres substances volatiles sans les rejeter en vapeurs, alors les matières métalliques, sublimées par la violence du feu, et toutes les autres substances volatiles, ainsi que les eaux reléguées dans l'atmosphère, se sont établies à jamais sur la surface et dans les fentes ou cavités de ce globe.

Le fer, qui de tous les métaux exige le plus grand degré de chaleur pour se fondre, s'est établi le premier, et s'est mêlé à la roche vitreuse lorsqu'elle était encore en état de demi-fusion. Le cuivre, l'argent et l'or, auxquels un moindre degré de feu suffit pour se liquéfier, se sont établis ensuite sous leur forme métallique dans les fentes du quartz et des autres matières vitreuses déjà consolidées; l'étain et le plomb, ainsi que les demi-métaux et autres matières métalliques, ne pouvant supporter un feu violent sans se calciner, ont pris partout la forme de chaux, et se sont ensuite convertis, par l'intermède du feu, en minerais pyriteux.

A mesure que le globe s'attiédissait, le chaos se débrouillait, l'atmosphère s'épurait; et après la chute entière des matières sublimées métalliques ou terreuses, et des eaux jusqu'alors réduites en vapeurs, l'air est demeuré pur, sous la forme d'un élément distinct et séparé de la terre et de l'eau par sa légèreté.

L'air a retenu dès ce temps et retient encore une certaine quantité de feu qui nous est représentée par cette matière à laquelle on donne aujourd'hui le nom d'*air inflammable*, et qui n'est que du feu fixé dans la substance de l'air.

Cet air imprégné de feu, se mêlant avec l'eau, a formé l'acide aérien, dont l'action s'exerçant sur les matières vitreuses, a produit l'acide vitriolique, et ensuite les acides marin et nitreux, après la naissance des coquillages et des autres corps organisés marins ou terrestres.

Les eaux, élevées d'abord à plus de quinze cents toises au-dessus du niveau de nos mers actuelles, couvraient le globe entier, à l'exception des plus hautes montagnes. Les premiers végétaux et animaux terrestres ont habité ces hauteurs, tandis

que les coquillages, les madrépores et les végétaux marins se formaient au sein des eaux.

La multiplication des uns et des autres était aussi prompte que nombreuse, sur une terre et dans des eaux dont la grande chaleur mettait en activité tous les principes de la fécondation.

Il s'est produit dans ce temps des myriades de coquillages qui ont absorbé dans leur substance coquilleuse une immense quantité d'eau, et dont les détriments ont ensuite formé nos montagnes calcaires, tandis qu'en même temps les arbres et autres végétaux qui couvraient les terres élevées produisaient la terre végétale par leur décomposition, et étaient ensuite entraînés avec les pyrites et autres matières combustibles, par le mouvement des eaux, dans les cavités du globe, où elles servent d'aliment aux feux souterrains.

A mesure que les eaux s'abaissaient, tant par l'absorption des substances coquilleuses que par l'affaissement des cavernes et des boursouffures des premières couches du globe, les végétaux s'étendaient par de grandes accrues sur toutes les terres que les eaux laissaient à découvert par leur retraite; et leurs débris accumulés comblaient les premiers magasins de matières combustibles ou en formaient de nouveaux dans les profondeurs du globe, qui ne seront épuisés que quand le feu des volcans en aura consommé toutes les matières susceptibles de combustion.

Les eaux, en tombant de l'atmosphère sur la surface du globe, en incandescence, furent d'abord rejetées en vapeurs, et ne purent s'y établir que lorsqu'il fut attiédi; elles firent dès ces premiers temps de fortes impressions sur les matières vitrifiées qui composaient la masse entière du globe; produisirent des fentes et fêlures dans le quartz; elles le divisèrent, ainsi que les autres matières vitreuses, en fragments plus ou moins gros, en paillettes et en poudre, qui, par leur agrégation, formèrent ensuite les grès, les talcs, les serpentines et autres matières dans lesquelles on reconnaît encore la substance des verres primitifs plus ou moins altérée. Ensuite, par une action plus longue, les éléments humides ont converti toutes ces poudres vitreuses en argiles et en glaises, qui ne diffèrent des grès et des premiers débris des verres primitifs que par l'atténuation de leurs parties constituantes, devenues plus molles et plus ductiles par l'action constante de l'eau, qui a pour ainsi dire pourri ces poudres vitreuses et les a réduites en terre.

Enfin, ces argiles, formées par l'intermède et par la longue et constante impression des éléments humides, se sont ensuite peu à peu desséchées, et, ayant pris plus de solidité par leur dessèchement, elles ont perdu leur première forme d'argile avec leur mollesse, et elles ont formé les schistes et les ardoises, qui, quoique de même essence, diffèrent néanmoins des argiles par leur dureté, leur sécheresse et leur solidité.

Ce sont là les premiers et grands produits des détriments et de la décomposition par l'eau de toutes les matières vitreuses formées par le feu primitif; et ces grands produits ont précédé tous les produits secondaires, qui sont de la même essence vitreuse, mais qu'on ne doit regarder que comme des extraits ou stalactites de ces matières primordiales.

L'eau a de même agi, et peut-être avec plus d'avantage, sur les substances claires qui toutes proviennent du détrimet et des dépouilles des animaux à coquilles ; elle est d'abord entrée en grande quantité dans la substance coquilleuse, comme on peut le démontrer par la grande quantité d'eau que l'on tire de cette substance coquilleuse et de toute matière calcaire, en leur faisant subir l'action du feu. L'eau après avoir passé par le filtre des animaux à coquilles, et contribué à la formation de leur enveloppe pierreuse, en est devenue partie constituante, et s'est incorporée avec cette matière coquilleuse au point d'y résider à jamais. Toute matière coquilleuse ou calcaire est réellement composée de plus d'un quart d'eau, sans y comprendre l'air fixe qui s'est incarcéré dans leur substance en même temps que l'eau.

Les eaux rassemblées dans les vastes bassins qui leur servaient de réceptacle, et couvrant dans les premiers temps toutes les parties du globe, à l'exception des montagnes élevées, ont dès lors éprouvé le mouvement du flux et du reflux, et tous les autres mouvements qui les agitaient par les vents et les orages ; et dès lors elles ont transporté, brisé et accumulé les dépouilles et débris des coquillages et de toutes les productions pierreuses des animaux marins dont les enveloppes sont de la même nature que la substance des coquilles ; elles ont déposé tous ces détriments plus ou moins brisés et réduits en poudre sur les argiles, les glaises et les schistes, par lits horizontaux, ou inclinés comme l'était le sol sur lequel ils tombaient en forme de sédiment. Ce sont ces mêmes sédiments de coquilles et autres substances de même nature, réduites en poudres et en débris, qui ont formé les craies, les pierres calcaires, les marbres et même les plâtres, lesquels ne diffèrent des autres matières calcaires qu'en ce qu'elles ont été fortement imprégnées de l'acide vitriolique contenu dans les argiles et les glaises.

Toutes ces grandes masses de matières calcaires et argileuses une fois établies et solidifiées par le dessèchement, après l'abaissement ou la retraite des eaux, se sont trouvées exposées et à l'action de l'air et à toutes les impressions de l'atmosphère et de l'acide aérien qu'il contient : ce premier acide a exercé son action sur toutes les substances vitreuses, calcaires, métalliques et limoneuses.

Les eaux pluviales ont d'abord pénétré la surface des terrains découverts ; elles ont coulé par les fentes perpendiculaires ou inclinées, au bas desquelles les lits d'argile les ont reçues et retenues pour les laisser ensuite paraître en forme de sources, de fontaines, qui toutes doivent leur origine et leur entretien aux vapeurs aqueuses transportées par les vents de la surface des mers sur celles des continents terrestres.

Ces eaux pluviales, et même leurs vapeurs humides, agissant sur la surface ou pénétrant la substance des matières vitreuses et calcaires, en ont détaché des particules pierreuses dont elles se sont chargées et qui ont formé de nouveaux corps pierreux. Ces molécules détachées par l'eau se sont réunies, et leur agrégation a produit des stalactites transparentes et opaques, selon que ces mêmes particules pierreuses étaient réduites à une plus ou moins grande ténuité, et qu'elles ont pu se rassembler de plus près par leur homogénéité.

C'est ainsi que le quartz, pénétré et dissous par l'eau, a produit par exsudation, les cristaux de roche blancs et les cristaux colorés, tels que les améthystes, cristaux-topazes, chrysolithes et aigues-marines, lorsqu'il s'est trouvé des matières métalliques, et particulièrement du fer, dans le voisinage ou dans la route de l'eau chargée de ces molécules quartzieuses.

C'est ainsi que le feldspath seul, ou le feldspath mêlé de quartz, a produit tous les cristaux chatoyants, tels que le saphir d'eau, la pierre de Labrador ou de Russie, les yeux-de-chat, l'œil-de-poisson, l'œil-de-loup, l'aventurine et l'opale, qui nous démontrent, par leur chatoiement et par leur fusibilité, qu'ils tirent leur origine et une partie de leur essence du feldspath pur ou mélangé de quartz.

C'est par les mêmes opérations de nature que le schorl seul ou le schorl mêlé de quartz a produit les émeraudes, les topazes-rubis-saphirs du Brésil, la topaze de Saxe, le béryl, les péridots, les grenats, les hyacinthes et la tourmaline, qui nous démontrent, par leur pesanteur spécifique et par leur fusibilité, qu'ils ne tirent pas leur origine du quartz ni du feldspath seuls, mais du schorl, ou schorl mêlé de l'un ou de l'autre.

Toutes ces stalactites vitreuses, formées par l'agrégation des particules homogènes de ces trois verres primitifs, sont transparentes; leur substance est entièrement vitreuse, et néanmoins elle est disposée par couches alternatives de différente densité, qui nous sont démontrées par la double réfraction que souffre la lumière en traversant ces pierres. Seulement il est à remarquer que dans toutes, comme dans le cristal de roche, il y a un sens où la lumière ne se partage pas, au lieu que dans les spaths et cristaux calcaires, tels que celui d'Islande, la lumière se partage, dans quelque sens que ces matières transparentes lui soient présentées.

Le quartz, le feldspath et le schorl, seuls ou mêlés ensemble, ont produit d'autres stalactites moins pures et à demi-transparentes, toutes les fois que leurs particules ont été moins dissoutes, moins atténuées par l'eau, et qu'elles n'ont pu se cristalliser par défaut d'homogénéité ou de ténuité. Ces stalactites demi-transparentes sont les agates, cornalines, sardoines, prases et onyx, qui toutes, participent beaucoup plus de l'essence du quartz que de celle du feldspath et du schorl: il y en a même plusieurs d'entre elles qu'on ne doit rapporter qu'à la décomposition du quartz seul, le feldspath n'étant point entré dans celles qui n'ont aucun chatoiement, et le schorl ne s'étant mêlé que dans celles dont la pesanteur spécifique est considérablement plus grande que celle du quartz et du feldspath. D'ailleurs, celles de ces pierres qui sont très-réfractaires au feu sont purement quartzieuses; car elles seraient fusibles si le feldspath ou le schorl étaient entrés dans la composition de leur substance.

Le jaspe primitif, étant opaque par sa nature, n'a produit que des stalactites opaques, qui nous sont représentés par tous les jaspes de seconde formation: les uns et les autres n'étant que des quartz ou des extraits du quartz imprégnés de vapeurs métalliques sont également réfractaires au feu; et d'ailleurs leur pesanteur

spécifique, qui n'est pas fort différente de celle des quartz, démontre aussi qu'il n'est point entré de feldspath dans leur composition.

Enfin, le mica, qui n'a été produit que par les poudres et les exfoliations des quatre autres verres primitifs, a communément une transparence ou demi-transparence, selon qu'il est plus ou moins atténué. Ce dernier verre de nature a formé, de même que les premiers, par l'intermède de l'eau, des stalactites demi-transparentes, telles que les talcs, la craie de Briançon, les amiantes et d'autres stalactites ou concrétions opaques, telles que les jades, serpentines, pierres ollaires, pierres-de-lard, et qui, toutes, nous démontrent, par leur poli onctueux au toucher, par leur transparence graisseuse, aussi bien que par l'endureissement qu'elles prennent au feu, et leur résistance à s'y fondre, qu'elles ne tirent leur origine immédiate ni du quartz, ni du feldspath, ni du schorl, et qu'elles ne sont que des produits stalactites ou du mica plus ou moins atténué par l'impression des éléments humides.

Lorsque l'eau, chargée des molécules de ces verres primitifs, s'est trouvée en même temps imprégnée ou plutôt mélangée de parties terreuses ou ferrugineuses, elle a de même formé, par stillation, les cailloux opaques, qui ne diffèrent des autres produits quartzeux que par leur entière opacité : et lorsque ces cailloux ont été saisis et réunis par un ciment pierreux, leur agrégation a formé des pierres auxquelles on a donné le nom de *poudingues*, qui sont les produits ultérieurs et les moins purs de toutes les matières vitreuses ; car le ciment qui lie les cailloux dont ils sont composés est souvent impur, et toujours moins dur que la substance des cailloux.

Les verres primitifs ont formé, dès les premiers temps, par la seule action du feu, les porphyres et les granites ; ce sont les premiers détriments et les exfoliations en petites lames et en grains plus ou moins gros du quartz, du jasper, du feldspath, du schorl et du mica. L'eau ne paraît avoir eu aucune part à leur formation, et les masses immenses de granite qui se trouvent par montagnes dans toutes les régions du globe, nous démontrent que l'agrégation de ces particules vitreuses s'est faite par le feu primitif ; elles nageaient à la surface du globe liquéfié en forme de scories, elles se sont dès lors réunies par la seule force de leur affinité. Le jasper n'est entré que dans la composition des porphyres ; les quatre autres verres primitifs sont entrés dans la composition des granites.

Les matières provenant de la décomposition de ces verres primitifs et de leurs agrégats par l'action et l'intermède de l'eau, telles que les grès, les argiles et les schistes, ont produit d'autres stalactites opaques mêlées de parties vitreuses et argileuses, telles que les eos, les pierres à rasoir, qui ne diffèrent des cailloux qu'en ce que leurs parties constituantes étaient pour la plupart converties en argile lorsqu'elles se sont réunies ; mais le fond de leur essence est le même, et ces pierres tirent également leur origine de la décomposition des verres primitifs par l'intermède de l'eau.

La matière calcaire n'a été formée que postérieurement à la matière vitreuse ; l'eau a eu la plus grande part à sa composition, et fait même partie de sa substance,

qui, lorsqu'elle est réduite à l'homogénéité, devient transparente : aussi cette matière calcaire produit des stalactites transparentes, telles que le cristal d'Islande et tous les spaths et gypses blancs ou colorés ; et quand elle n'a été divisée par l'eau qu'en particules plus grossières, elle a formé les grandes masses des albâtres, des marbres de seconde formation et des plâtres, qui ne sont que des agrégats opaques des débris et détriments des substances coquilleuses ou des premières pierres calcaires, dont les particules ou les grains, transportés par les eaux, se sont réunis et ont formé les plus anciens bancs des marbres et autres pierres calcaires.

Et lorsque ce suc calcaire ou gypseux s'est mêlé avec le suc vitreux, leur mélange a produit des concrétions qui participent de la nature des deux, telles que les marnes, les grès impurs, qui se présentent en grandes masses, et aussi les masses plus petites des lapis-lazuli, des zéolithes, des pierres à fusil, des pierres meulières et de toutes les autres dans lesquelles on peut reconnaître la mixtion de la substance calcaire à la matière vitreuse.

Ces pierres mélangées de matières vitreuses et de substances calcaires sont en très-grand nombre, et on les distingue des pierres purement vitreuses ou calcaires en leur faisant subir l'action des acides. Ils ne font d'abord aucune effervescence avec ces matières, et cependant elles se convertissent à la longue en une sorte de gelée.

La terre végétale, limoneuse et bolaire, dont la substance est principalement composée des détriments des végétaux et des animaux, et qui a retenu une portion du feu contenue dans tous les êtres organisés, a produit des corps ignés et des stalactites phosphorescentes, opaques et transparentes ; et c'est moins par l'intermède de l'eau que par l'action du feu contenu dans cette terre qu'ont été produites les pyrites et autres stalactites ignées, qui se sont toutes formées séparément par la seule puissance du feu contenu dans le résidu des corps organisés. Ce feu s'est formé des sphères particulières dans lesquelles la terre, l'air et l'eau ne sont entrés qu'en petite quantité ; et ce même feu s'étant fixé avec les acides a produit les pyrites, et avec les alcalis il a formé les diamants et les pierres précieuses, qui toutes contiennent plus de feu que de toute autre matière.

Et comme cette terre végétale et limoneuse est toujours mêlée de parties de fer, les pyrites en contiennent une grande quantité, tandis que les spaths pesants, quoique formés par cette même terre, et quoique très-denses, n'en contiennent point du tout. Ces spaths pesants sont tous phosphorescents, et ils ont plusieurs autres rapports avec les pyrites et les pierres précieuses ; ils sont même plus pesants que le rubis, qui de toutes ces pierres est la plus dense. Ils conservent aussi plus longtemps la lumière, et pourraient bien être la matrice de ces brillants produits de la nature.

Ces spaths pesants sont homogènes dans toute leur substance, car ceux qui sont transparents et ceux qu'on réduit à une petite épaisseur, ne donnent qu'une simple réfraction comme le diamant et les autres pierres précieuses, dont la substance est également homogène dans toutes ses parties.

Les pyrites, formées en assez peu de temps, rendent aisément le feu qu'elles contiennent; l'humidité seule suffit pour le faire exhiler : mais le diamant et les pierres précieuses, dont la dureté et la texture nous indiquent que leur formation exige un très-grand temps, conservent à jamais le feu qu'elles contiennent, ou ne le rendent que par la combustion.

Les principes salins, qu'on peut réduire à trois, savoir : l'acide, l'alcali et l'arsenic, produisent, par leur mélange avec les matières terreuses ou métalliques, des concrétions opaques ou transparentes, et forment toutes les substances salines et toutes les minéralisations métalliques.

Les métaux et leurs minerais de première formation, en subissant l'action de l'acide aérien et des sels de la terre, produisent les mines secondaires, dont la plupart se présentent en concrétions opaques, et quelques-unes en stalactites transparentes. Le feu agit sur les métaux comme l'eau sur les sels; mais les cristaux métalliques produits par le moyen du feu sont opaques, au lieu que les cristaux salins sont diaphanes ou demi-transparentes.

Enfin toutes les matières vitreuses, calcaires, gypseuses, limoneuses ou végétales, salines et métalliques, en subissant la violente action du feu dans les volcans, prennent de nouvelles formes : les unes se subliment en soufre et en sel ammoniac; les autres s'exhalent en vapeurs et en cendres; les plus fixes forment les basaltes et les laves, dont les détriments produisent les tripolis, les pouzzolanes, et se changent en argile, comme toutes les autres matières vitreuses produites par le feu primitif.

Cette récapitulation présente en raccourci la génésie ou filiation des minéraux, c'est-à-dire la marche de la nature dans l'ordre successif de ses productions dans le règne minéral. Il sera donc facile de s'en représenter l'ensemble et les détails, et de les arranger dorénavant d'une manière moins arbitraire et moins confuse qu'on ne l'a fait jusqu'à présent.



TRAITÉ DE L'AIMANT ET DE SES USAGES

ARTICLE PREMIER.

DES FORCES DE LA NATURE EN GÉNÉRAL, ET EN PARTICULIER DE L'ÉLECTRICITÉ ET DU MAGNÉTISME.

Il n'y a dans la nature qu'une seule force primitive, c'est l'attraction réciproque entre toutes les parties de la matière. Cette force est une puissance émanée de la puissance divine, et seule elle a suffi pour produire le mouvement et toutes les autres forces qui animent l'univers ; car, comme son action peut s'exercer en deux sens opposés, en vertu du ressort qui appartient à toute matière, et dont cette même puissance d'attraction est la cause, elle repousse autant qu'elle attire. On doit donc admettre deux effets généraux, c'est-à-dire l'attraction et l'impulsion, qui n'est que la répulsion : la première, également répartie est toujours subsistante dans la matière ; et la seconde, variable, occasionnelle et dépendante de la première. Autant l'attraction maintient la cohérence et la dureté des corps, autant l'impulsion tend à les désunir et à les séparer. Ainsi, toutes les fois que les corps ne sont pas brisés par le choc, et qu'ils sont seulement comprimés, l'attraction, qui fait le lien de la cohérence, rétablit les parties dans leur première situation en agissant en sens contraire, par répulsion, avec autant de force que l'impulsion avait agi en sens direct : c'est ici, comme en tout, une réaction égale à l'action. On ne peut donc pas rapporter à l'impulsion les effets de l'attraction universelle ; mais c'est au contraire cette attraction générale qui produit, comme première cause, tous les phénomènes de l'impulsion.

En effet, doit-on jamais perdre de vue les bornes de la faculté que nous avons de communiquer avec la nature ? doit-on se persuader que ce qui ne tombe pas

sous nos sens puisse se rapporter à ce que nous voyons ou palpons ? L'on ne connaît les forces qui animent l'univers que par le mouvement et par ses effets ; ce mot même de *force* ne signifie rien de matériel, et n'indique rien de ce qui peut affecter nos organes, qui cependant sont nos seuls moyens de communication avec la nature. Ne devons-nous pas renoncer dès lors à vouloir mettre au nombre des substances matérielles ces forces générales de l'attraction et de l'impulsion primitive, en les transformant, pour aider notre imagination, en matières subtiles, en fluides élastiques, en substances réellement existantes, et qui, comme la lumière, la chaleur, le son et les odeurs, devraient affecter nos organes ? car ces rapports avec nous sont les seuls attributs de la matière que nous puissions saisir, les seuls que l'on doive regarder comme des agents mécaniques : et ces agents eux-mêmes, ainsi que leurs effets, ne dépendent-ils pas plus ou moins, et toujours, de la force primitive, dont l'origine et l'essence nous seront à jamais inconnues, parce que cette force en effet n'est pas une substance, mais une puissance qui anime la matière ?

Tout ce que nous pouvons concevoir de cette puissance primitive d'attraction et d'impulsion ou répulsion qu'elle produit, c'est que la matière n'a jamais existé sans mouvement ; car l'attraction étant essentielle à tout atome matériel, cette force a nécessairement produit du mouvement toutes les fois que les parties de la matière se sont trouvées séparées ou éloignées les unes des autres : elles ont dès lors été forcées de se mouvoir et de parcourir l'espace intermédiaire pour s'approcher et se réunir. Le mouvement est donc aussi ancien que la matière, et l'impulsion ou répulsion est contemporaine de l'attraction ; mais, agissant en sens contraire, elle tend à éloigner tout ce que l'attraction a rapproché.

Le choc, et toute violente attrition entre les corps, produit du feu en divisant et repoussant les parties de la matière : et c'est de l'impulsion primitive que cet élément a tiré son origine ; élément lequel seul est actif et sert de base et de ministre à toute force impulsive, générale et particulière, dont les effets sont toujours opposés et contraires à ceux de l'attraction universelle. Le feu se manifeste dans toutes les parties de l'univers, soit par la lumière, soit par la chaleur ; il brille dans le soleil et dans les astres fixes ; il tient encore en incandescence les grosses planètes ; il chauffe plus ou moins les autres planètes et les comètes ; il a aussi pénétré, fondu, enflammé la matière de notre globe, lequel, ayant subi l'action de ce feu primitif, est encore chaud ; et quoique cette chaleur s'évapore et se dissipe sans cesse, elle est néanmoins très-active, et subsiste en grande quantité, puisque la température de l'intérieur de la terre, à une médiocre profondeur, est de plus de dix degrés.

C'est de ce feu intérieur ou de cette chaleur propre du globe que provient le feu particulier de l'électricité. Nous avons déjà dit dans notre *Introduction à l'Histoire des Minéraux*, et tout nous le persuade, que l'électricité tire son origine de cette chaleur intérieure du globe. Les émanations continuelles de cette chaleur intérieure s'élèvent perpendiculairement à chaque point de la surface

de la terre : elles sont bien plus abondantes à l'équateur que dans toutes les autres parties du globe; assez nombreuses dans les zones tempérées, elles deviennent nulles ou presque nulles aux régions polaires, qui sont couvertes par la glace ou resserrées par la gelée. Le fluide électrique, ainsi que les émanations qui le produisent, ne peuvent donc jamais être en équilibre autour du globe; ces émanations doivent nécessairement partir de l'équateur où elles abondent, et se porter vers les pôles où elles manquent.

Ces courants électriques qui partent de l'équateur et des régions adjacentes se compriment et se resserrent en se dirigeant à chaque pôle terrestre, à peu près comme les méridiens se rapprochent les uns des autres : dès lors la chaleur obscure qui émane de la terre et forme des courants électriques peut devenir lumineuse en se condensant dans un moindre espace, de la même manière que la chaleur obscure de nos fourneaux devient lumineuse lorsqu'on la condense en la tenant enfermée; et c'est là la vraie cause de ces feux qu'on regardait autrefois comme des incendies célestes, et qui ne sont néanmoins que des effets électriques auxquels on a donné le nom d'*auroras polaires*. Elles sont plus fréquentes dans les saisons de l'automne et de l'hiver, parce que c'est le temps où les émanations de la chaleur de la terre sont le plus complètement supprimées dans les zones froides, tandis qu'elles sont toujours presque également abondantes dans la zone torride; elles doivent donc se porter alors avec plus de rapidité de l'équateur aux pôles, et devenir lumineuses par leur accumulation et leur resserrement dans un petit espace (1).

Mais ce n'est pas seulement dans l'atmosphère et la surface du globe que ce fluide électrique produit de grands effets; il agit également, et même avec beaucoup plus de force, à l'intérieur du globe, et surtout dans les cavités qui se trouvent en grand nombre au-dessus des couches extérieures de la terre; il fait jaillir, dans tous ces espaces vides, des foudres plus ou moins puissantes; et en recherchant les diverses manières dont peuvent se former ces foudres souterraines, nous trouverons que les quartz, les jaspes, les feldspaths, les schorls, les granites et autres matières vitreuses, sont électrisables par frottement comme nos verres factices, dont on se sert pour produire la force électrique et pour isoler les corps auxquels on veut la communiquer.

Ces substances vitreuses doivent donc isoler les amas d'eau qui peuvent se trouver dans ces cavités, ainsi que les débris des corps organisés, les terres humides, les matières calcaires et les divers filons métalliques. Ces amas d'eau, ces matières métalliques, calcaires, végétales et humides, sont au contraire les plus puissants conducteurs du fluide électrique. Lors donc qu'elles sont isolées par les matières vitreuses, elles peuvent être chargées d'un excès plus ou moins considérable de

(1) M. le comte de Lacépède a publié, dans le *Journal de Physique* de 1778, un mémoire dans lequel il suit les mêmes vues, relatives à l'électricité, que nous avons données dans notre *Introduction à l'Histoire des minéraux*, et rapporte l'origine des aurores boréales à l'accumulation du feu électrique, qui part de l'équateur, et va se ramasser au-dessus des contrées polaires. En 1779, on a lu, dans une des séances publiques de l'Académie des Sciences, un mémoire de M. Francklin, dans lequel ce savant physicien attribue aussi la formation des aurores boréales au fluide électrique qui se porte et se condense au-dessus des glaces des deux pôles.

ce fluide, de même qu'en sont chargées les nuées environnées d'un air sec qui les isole.

Des courants d'eau produits par des pluies plus ou moins abondantes ou d'autres causes locales et accidentelles, peuvent faire communiquer des matières conductrices, isolées et chargées de fluides électriques avec d'autres substances de même nature, également isolées, mais dans lesquelles ce fluide n'aura pas été accumulé : alors ce fluide de feu doit s'élaner du premier amas d'eau vers le second, et dès lors il produit la foudre souterraine dans l'espace qu'il parcourt; les matières combustibles s'allument; les explosions se multiplient; elles soulèvent et ébranlent des portions de terre d'une grande étendue, et des blocs de rocher en très-grande masse et en bancs continus. Les vents souterrains, produits par ces grandes agitations, soufflent et s'élancent dès lors avec violence contre des substances conductrices de l'électricité, isolées par des matières vitreuses : ils peuvent donc aussi électriser ces substances de la même manière que nous électrisons, par le moyen de l'air fortement agité, des conducteurs isolés, humides et métalliques.

La foudre allumée par ces diverses causes, et mettant le feu aux matières combustibles renfermées dans le sein de la terre, peut produire des volcans et d'autres incendies durables. Les matières enflammées dans leurs foyers doivent, en chauffant les schistes et les autres matières vitreuses de seconde formation qui les contiennent et les isolent, augmenter l'affinité de ces dernières substances avec le feu électrique; elles doivent alors leur communiquer une partie de celui qu'elles possèdent, et par conséquent devenir électrisées en moins. Et c'est par cette raison que lorsque ces matières fondues et rejetées par les volcans, coulent à la surface de la terre, ou qu'elles s'élèvent en colonnes ardentes au-dessus des cratères, elles attirent le fluide électrique de divers corps qu'elles rencontrent, et même de nuages suspendus au-dessus; car l'on voit alors jaillir de tous côtés des foudres aériennes qui s'élancent vers les matières enflammées vomies par les volcans; et comme les eaux de la mer parviennent aussi dans les foyers des volcans, et que la flamme est, comme l'eau, conductrice de l'électricité (1), elles communiquent une grande quantité de fluide électrique aux matières enflammées et électrisées en

(1) Il y a environ vingt ans que le nommé Aubert, faïencier à la Tour-d'Aigues, étant occupé à cuire une fournée de faïence, vit avec le plus grand étonnement le feu s'éteindre dans l'instant même, et passer d'un feu de cerise à l'obscurité totale. Le four était allumé depuis plus de vingt heures, et la vitrification de l'émail des pièces était déjà avancée. Il fit tous ses efforts pour rallumer le feu et achever sa cuite, mais inutilement. Il fut obligé de l'abandonner.

Je fus tout de suite averti de cet accident; je me transportai à sa fabrique, où je vis ce four, effectivement obscur, conservant encore toute sa chaleur.

Il y avait en ce jour-là, vers les trois heures après midi, un orage duquel partit le coup de tonnerre qui avait produit l'effet dont je viens de parler. L'on avait vu du dehors la foudre : le faïencier avait entendu un coup qui n'avait rien d'extraordinaire, sans apercevoir l'éclair ni la moindre clarté. Rien n'était dérangé dans la chambre du four ni au toit. Le coup de tonnerre était entré par la *gueule de loup* faite pour laisser échapper la fumée, et placée perpendiculairement sur le four avec une ouverture de plus de dix pieds carrés.

Curieux de voir ce qui s'était passé dans l'intérieur du four, j'assistai à son ouverture deux jours après. Il n'y avait rien de cassé, ni même de dérangé; mais l'émail appliqué sur toutes les pièces était entièrement enfumé et

moins; ce qui produit de nouvelles foudres, et cause d'autres secousses et des explosions qui bouleversent et entr'ouvrent la surface de la terre.

De plus, les substances vitreuses qui forment les parois des cavités des volcans, et qui ont reçu une quantité de fluide électrique proportionnée à la chaleur qui les a pénétrées, s'en trouvent surchargées à mesure qu'elles se refroidissent; elles lancent de nouvelles foudres contre les matières enflammées et produisent de nouvelles secousses qui se propagent à des distances plus ou moins grandes, suivant la disposition des matières conductrices. Et comme le fluide électrique peut parcourir en un instant l'espace le plus vaste, en ébranlant tout ce qui se trouve sur son passage, c'est à cette cause que l'on doit rapporter les commotions et les tremblements de terre qui se font sentir, presque dans le même instant, à de très-grandes distances; car, si l'on veut juger de la force prodigieuse des foudres qui produisent les tremblements de terre les plus étendus, que l'on compare l'espace immense et d'un très-grand nombre de lieues que les substances conductrices occupent quelquefois dans le sein de la terre, avec les petites dimensions des nuages qui lancent la foudre des airs, dont la force suffit cependant pour renverser les édifices les plus solides.

On a vu le tonnerre renverser des blocs de rocher de plus de vingt-cinq toises cubes. Les conducteurs souterrains peuvent être au moins cinquante mille fois plus volumineux que les nuages orageux : si leur force était en proportion, la foudre qu'ils produisent pourrait donc renverser plus de douze cent mille toises cubes; et comme la chaleur intérieure de la terre est beaucoup plus grande que celle de l'atmosphère à la hauteur des nuages, la foudre de ces conducteurs électriques doit être augmentée dans cette proportion, et dès lors on peut dire que cette force est assez puissante pour bouleverser et même projeter plusieurs millions de toises cubes.

Maintenant si nous considérons le grand nombre de volcans actuellement agis-

tacheté partout de points blancs et jaunes, sans doute dus aux parties métalliques qui n'avaient point eu le temps d'entrer en fusion.

Il est à croire que la foudre avait passé à portée du feu, qui l'avait attirée et absorbée sans qu'elle eût eu le temps ni le pouvoir d'éclater.

Mais, pour connaître la force de cet effet, il est nécessaire d'être instruit de la forme des fours en usage dans nos provinces, lesquels font une masse de feu bien plus considérable que ceux des autres pays, parce qu'étant obligé d'y cuire avec les fagots ou branches de pins ou de chênes verts, qui donnent un feu extrêmement ardent, on est forcé d'écartier le foyer du dépôt de la marchandise.

La flamme parcourt dans ces fours plus de six toises de longueur. Ils sont partagés en trois pièces: le corps du four, relevé sur le terrain, y est construit entre deux voûtes; le dessous est à moitié enterré pour mieux conserver la chaleur, et il est précédé d'une voûte qui s'étend jusqu'à la porte par laquelle on jette les fagots au nombre de trois ou quatre à la fois. On a l'attention de laisser brûler ces fagots sans en fournir de nouveaux jusqu'à ce que la flamme, après avoir circulé dans tout le corps et s'être élevée plus d'un pied au sommet du four, soit absolument tombée.

Le four dans lequel tomba le tonnerre est de huit pieds de largeur en carré, sur environ dix pieds de hauteur. Le dessous du four a les mêmes dimensions, mais il est élevé seulement de six pieds. On l'emploie à cuire des biscuits et le massicot pour le blanc de la journée suivante. Quant à la gorge du four, elle est aussi de six pieds de haut, mais de largeur inégale, puisque le four n'a pas quatre pieds de largeur à son ouverture. Il est donc aisé de conclure que la force, qui put en un seul instant anéantir une pareille masse ignée, dut être d'une puissance étonnante. (*Extrait d'une lettre de M. de La Tour-d'Aigues, président à mortier au parlement de Provence, écrite à M. Daubenton, garde du Cabinet du Roi, de l'Académie des Sciences, etc.*)

sants, et le nombre infiniment plus grand des volcans éteints, nous reconnaitrons qu'ils forment de larges bandes dans plusieurs directions qui s'étendent autour du globe, et occupent des espaces d'une très-longue étendue, dans lesquels la terre a été bouleversée, et s'est souvent affaissée au-dessous ou élevée au-dessus de son niveau. C'est surtout dans les régions de la zone torride que se sont faits les plus grands changements. On peut suivre la ruine des continents terrestres et leur abaissement sous les eaux, en parcourant les îles de la mer du Sud. On peut voir, au contraire, l'élévation des terres par l'inspection des montagnes de l'Amérique méridionale, dont quelques-unes sont encore des volcans agissants. On retrouve les mêmes volcans dans les îles de la mer Atlantique, dans celles de l'océan Indien, et jusque dans les régions polaires, comme en Islande, en Europe, et à la Terre-de-Feu à l'extrémité de l'Amérique. La zone tempérée offre de même dans les deux hémisphères une infinité d'indices de volcans éteints; et l'on ne peut douter que ces énormes explosions, auxquelles l'électricité souterraine a la plus grande part, n'aient très-anciennement bouleversé les terres à la surface du globe, à une assez grande profondeur, dans une étendue de plusieurs centaines de lieues en différents sens.

M. Faujas de Saint-Fond, l'un de nos plus savants naturalistes, a entrepris de donner la carte de tous les terrains volcanisés qui se voient à la surface du globe, et dont on peut suivre le cours sous les eaux de la mer, par l'inspection des îles, des écueils et autres fonds volcanisés. Cet infatigable et bon observateur a parcouru tous les terrains qui offrent en Europe des indices du feu volcanique, et il a extrait des voyageurs les renseignements sur cet objet, dans toutes les parties du monde: il a bien voulu me fournir des notes en grand nombre, sur les volcans de l'Europe qu'il a lui-même observés; j'ai cru devoir en présenter ici l'extrait, qui ne pourra que confirmer tout ce que nous avons dit sur les causes et les effets de ces feux souterrains.

En prenant le volcan brûlant du mont Hécla en Islande pour point de départ, on peut suivre, sans interruption, une assez large zone entièrement volcanisée, où l'observateur ne perd jamais de vue, un seul instant, les laves de toute espèce. Après avoir parcouru cette île, qui n'est qu'un amas de volcans éteints, adossés contre la montagne principale, dont les flancs sont encore embrasés, supposons qu'il s'embarque à la pointe de l'île qui porte le nom de *Long-Nez*: il trouvera sur sa route Westerhorn, Portland, et plusieurs autres îles volcaniques; il visitera celle de Stroma, remarquable par ses grandes chaussées de basalte, et ensuite les îles de Féroé, où les laves et les basaltes se trouvent mêlés de zéolithes. Depuis Féroé, il se portera sur les îles de Shetland, qui sont toutes volcanisées, et de là aux îles Orcades, lesquelles paraissent s'être élevées en entier d'une mer de feu. Les Orcades sont comme adhérentes aux îles Hébrides. C'est dans cet archipel que se trouvent celles de Saint-Kilda, Sky, Iona, Lyri, Ilikenkil; la vaste et singulière caverne basaltique de Staffa, connue sous le nom de *grotte de Fingal*; l'île de Mull, qui n'est qu'un composé de basalte, pétri pour ainsi dire avec de la zéolithe.

De l'île de Mull, on peut aller en Écosse par celle de Kereyru, également volca-

nisée, et arriver à Dun-Staffugé ou Dunkeld, sur les laves et les basaltes, que l'on peut suivre sans interruption par le duché d'Inverary, par celui de Perth, par Glasgow, jusqu'à Édimbourg. Ici les volcans semblent avoir trouvé des bornes qui les ont empêchés d'entrer dans l'Angleterre proprement dite; mais ils se sont repliés sur eux-mêmes : on les suit sans interruption et sur une assez large zone qui s'étend depuis Dumbar, Cowper, Stirling, jusqu'au bord de la mer, vers Port-Patrick. L'Irlande est en face, et l'on trouve à une distance les écueils du canal Saint-George, qui sont aussi volcanisés; l'on touche bientôt à cette immense colonnade connue sous le nom de *Chaussée des Géants* et formant une ceinture de basalte prismatique, qui rend l'abord de l'Irlande presque inaccessible de ce côté.

En France, on peut reconnaître des volcans éteints en Bretagne, entre Royan et Tréguier, et les suivre dans une partie du Limousin, et en Auvergne, où se sont faits de très-grands mouvements, et de fortes éruptions de volcans actuellement éteints, car les montagnes, les pics, les collines de basalte et de lave y sont si rapprochés, si accumulés, qu'ils offrent un système bizarre et disparate, très-différent de la disposition et de l'arrangement de toutes les autres montagnes. Le Mont-d'Or et le Puy-de-Dôme peuvent être regardés comme autant de volcans principaux qui dominaient sur tous les autres.

Les villes de Clermont, de Riom, d'Issoire, ne sont bâties qu'avec des laves, et ne reposent que sur des laves. Le cours de ces terrains volcanisés s'étend jusqu'au delà de l'Allier, et on en voit des indices dans une partie du Bourbonnais, et jusque dans la Bourgogne, auprès de Mont-Cenis, où l'on a reconnu le pic conique de Drevin, formé par un faisceau de basalte, qui s'élève en pointe à trois cents pieds de hauteur, et forme une grande borne qu'on peut regarder comme la limite du terrain volcanisé. Ces mêmes volcans d'Auvergne s'étendent, d'un côté, par Saint-Flour et Aurillac, jusqu'en Rouergue, et, de l'autre, dans le Velay; et en remontant la Loire jusqu'à sa source, parmi les laves, nous arriverons au mont Mezin, qui est un grand volcan éteint, dont la base a plus de douze lieues de circonférence, et dont la hauteur s'élève au-dessus de neuf cents toises. Le Vivarais est attenant au Velay, et l'on y voit un très-grand nombre de cratères de volcans éteints, et des chaussées de basalte que l'on peut suivre dans leur largeur jusqu'à Rochemaure, au bord du Rhône, en face de Montclimart : mais leur développement en longueur s'étend par Cassan, Saint-Tibéri, jusqu'à Agde, où la montagne volcanique de Saint-Loup offre des escarpements de lave d'une grande épaisseur et d'une hauteur très-considérable.

Il paraît qu'auprès d'Agde les laves s'enfoncent sous la mer; mais on ne tarde pas à les voir reparaître entre Marseille et Toulon, où l'on connaît le volcan d'Olioules et celui des environs de Tourves. De grands dépôts calcaires ont recouvert postérieurement plusieurs de ces volcans : mais on en voit dont les sommités paraissent du milieu de ces antiques dépouilles de la mer; ceux des environs de Fréjus et d'Antibes sont de ce nombre.

Ici les Alpes maritimes ont servi de barrière aux feux souterrains de la Provence, et les ont pour ainsi dire empêchés de se joindre à ceux de l'Italie par la voie la plus courte; car derrière ces mêmes Alpes il se trouve des volcans qui, en ligne droite, ne sont éloignés que de trente lieues de ceux de Provence.

La zone incendiée a donc pris une autre route; on peut même dire qu'elle a une double direction en partant d'Antibes. La première arrive par une communication sous-marine, en Sardaigne : elle coupe le cap Carbonara, traverse les montagnes de cette île, se replonge sous les eaux pour reparaître à Carthagène, et se joindre à la chaîne volcanisée du Portugal, jusqu'à Lisbonne, pour traverser ensuite une partie de l'Espagne, où M. Bowles a reconnu plusieurs volcans éteints. Telle est la première ligne de jonction des volcans de France.

La seconde se dirige également par la mer, et va joindre l'Italie entre Gênes et Florence. On entre ici dans un des plus vastes domaines du feu : l'incendie a été presque universel dans toute l'Italie et la Sicile, où il existe encore deux volcans brûlants, le Vésuve et l'Etna, des terrains embrasés, tels que la Solfatara, des îles incendiées, dont une, celle de Stromboli, vomit sans relâche, et dans tous les temps, des laves, des pierres poncees, et jette des flammes qui éclairent la mer au loin.

Le Vésuve nous offre un foyer en activité, couronné et recouvert de toutes parts des produits les plus remarquables du feu, et jusqu'à des villes ensevelies à dix-huit cents pieds de profondeur, sous les matières projetées par le volcan. D'un côté, la mer nous montre les îles volcanisées d'Ischia, de Procida, de Caprée, etc., et de l'autre le continent nous offre la pointe de Misène, Baïes, Pouzzol, le Pausilippe, Portici, la côte de Sorrente, le cap de Minerve.

Le lac Agnano, Castrani, le Monte-Nuovo, le Monte-Barbaro, la Solfatara, sont autant de ératères qui ont vomi, pendant plusieurs siècles, des monceaux immenses de matières volcaniques.

Mais une chose digne de remarque, c'est que les volcans des environs de Naples et de la terre de Labour, comme les autres volcans dont nous venons de parler, semblent toujours éviter les montagnes primitives, quartzieuses et granitiques, et c'est par cette raison qu'ils n'ont point pris leur direction par la Calabre pour aller gagner la Sicile. Les grands courants de laves se sont frayé une route sous les eaux de la mer, et arrivent du golfe de Naples, le long de la côte de Sorrente, paraissant à découvert sur le rivage, et formant des écueils de matières volcaniques, qu'on voit de distance en distance, depuis le promontoire de Minerve jusqu'aux îles de Lipari. Les îles de Basiluzzo, les Cabiencia, les Canera, Panaria, etc., sont sur cette ligne. Viennent ensuite l'île des Salines, celles de Lipari, Volcanello et Volcano, autre volcan brûlant où les feux souterrains fabriquent en grand de grosses masses de véritables pierres poncees. En Sicile, les monts Neptuniens, comme les Alpes en Provence, ont forcé les feux souterrains à suivre leurs contours, et à prendre leur direction par le val Demona. Dans cette île, l'Etna élève fièrement sa tête au-dessus de tous les volcans de l'Europe; les éjections qu'a produites ce foyer im-

mense, coupent le val de Noto, et arrivent à l'extrémité de la Sicile par le cap Pasaro.

Les matières volcaniques disparaissent encore ici sous les eaux de la mer; mais les écueils de basalte, qu'on voit de distance en distance, sont des signaux évidents qui traacent la route de l'embrasement: on peut arriver, sans s'en écarter, jusqu'à l'Archipel, où l'on trouve Santorini et les autres volcans qu'un observateur célèbre a fait connaître dans son *Voyage pittoresque de la Grèce* (1).

De l'Archipel, on peut suivre par la Dalmatie les volcans éteints décrits par M. Fortis, jusqu'en Hongrie, où l'on trouve ceux qu'a fait connaître M. Born dans ses Lettres sur la minéralogie de ce royaume. De la Hongrie, la chaîne volcanisée se prolonge toujours, sans interruption, par l'Allemagne, et va joindre les volcans éteints d'Hanovre, décrits par Raspe: ceux-ci se dirigent sur Cassel, ville bâtie sur un vaste plateau de basalte. Les feux souterrains qui ont élevé toutes les collines volcaniques des environs de Cassel ont porté leur direction par le grand cordon des hautes montagnes volcanisées de l'Habiehoul, qui vont joindre le Rhin par Andernach, où les Hollandais font leur approvisionnement de *tras* (2) pour le convertir en pouzzolane. Les bords du Rhin, depuis Andernach jusqu'au vieux Brisach, forment la continuité de la zone volcanisée, qui traverse le Brisgaw et se rapproche par là de la France, du côté de Strasbourg.

D'après ce grand tableau des ravages du feu dans la partie du monde qui nous est la mieux connue, pourrait-on se persuader ou même imaginer qu'il ait pu exister d'assez grands amas de matières combustibles pour avoir alimenté pendant des siècles de siècles des volcans multipliés en aussi grand nombre! Cela seul suffirait pour nous indiquer que la plupart des volcans actuellement éteints n'ont été produits que par les foudres de l'électricité souterraine. Nous venons de voir en effet que les Pyrénées, les Alpes, l'Apennin, les monts Neptuniens en Sicile, le mont Granby en Angleterre, et les autres montagnes primitives, quartzeuses et granitiques, ont arrêté le cours des feux souterrains, comme étant, par leur nature vitreuse, imperméables au fluide électrique, dont ils ne peuvent propager l'action ni communiquer les foudres, et qu'au contraire tous les volcans produits par les feux ou les tonnerres souterrains ne se trouvent qu'aux environs de ces montagnes primitives, et n'ont exercé leur action que sur les schistes, les argiles, les substances calcaires et métalliques, et les autres matières de seconde formation et conductrices de l'électricité; et comme l'eau est un des plus puissants conducteurs du fluide électrique, ces volcans ont agi avec d'autant plus de force, qu'ils se sont trouvés plus près de la mer, dont les eaux, en pénétrant dans leurs cavités, ont prodigieusement augmenté la masse des substances conductrices et l'action de l'électricité. Mais jetons un coup d'œil sur les autres différences remarquable qu'on peut observer dans la continuité des terrains volcanisés.

(1) M. le comte de Choiseul-Gouffier.

(2) Le *tras* est un vrai basalte compacte ou poreux, facile à broyer, et dont les Hollandais font de la pouzzolane.

L'une des premières choses qui s'offrent à nos considérations, c'est cette immense continuité de basaltes et de laves, lesquels s'étendent tant à l'intérieur qu'à l'extérieur des terrains volcanisés. Ces basaltes et ces laves, contenant une très-grande quantité de matières ferrugineuses, doivent être regardés comme autant de conducteurs de l'électricité : ce sont pour ainsi dire des barres métalliques, c'est-à-dire des conducteurs à plusieurs centaines de lieues du fluide électrique, et qui peuvent le transmettre en un instant de l'une à l'autre de leurs extrémités, tant à l'intérieur de la terre qu'à sa surface. L'on doit donc rapporter à cette cause les commotions et tremblements de terre qui se font sentir presque en même temps à des distances très-éloignées.

Une seconde considération très-importante, c'est que tous les volcans, et surtout ceux qui sont encore actuellement agissants, portent sur des cavités dont la capacité est au moins égale au volume de leurs projections. Le Monte-Nuovo, voisin du Vésuve, s'est élevé presque subitement, c'est-à-dire en deux ou trois jours, dans l'année 1538, à la hauteur de plus de mille pieds sur une circonférence de plus d'une lieue à la base; et cette énorme masse, sortie des entrailles de la terre, dans un terrain qui n'était qu'une plaine, a nécessairement laissé des cavités au moins égales à son volume : de même il y a toute raison de croire que l'Etna, dont la hauteur est de plus de dix-huit cents toises, et la circonférence à la base de près de cinquante lieues, ne s'est élevé que par la force des foudres souterraines, et que par conséquent cette très-énorme masse de matière projetée porte sur plusieurs cavités dont le vide est au moins égal au volume soulevé. On peut encore citer les îles de Santorin, qui, depuis l'année 237 avant notre ère, se sont abîmées dans la mer et élevées au-dessus à plusieurs reprises, et dont les dernières catastrophes sont arrivées en 1707. « Tout l'espace, dit M. le comte de Choiseul-Gouffier, actuellement rempli par la mer, et contenu entre Santorin et Thérasia, aujourd'hui Aspro-Nisi, faisait partie de la grande île, ainsi que Thérasia elle-même. Un immense volcan s'est allumé et a dévoré toutes les parties intermédiaires. Je retrouve dans toute la côte de ce golfe, composée de rochers escarpés et calcinés, les bords de ce même foyer, et, si j'ose le dire, les parois internes du creusct où cette destruction s'est opérée ; mais ce qu'il faut surtout remarquer c'est l'immense profondeur de cet abîme, dont on n'a jamais pu réussir à trouver le fond. »

Enfin nous devons encore observer en général que le Vésuve, l'Etna et les autres volcans, tant agissants qu'éteints, sont entourés de collines volcaniques, projetées par les feux souterrains, et qui ont dû laisser à leur place des cavités égales à leur volume. Ces collines, composées de laves et de matières fondues ou projetées, sont connues en Italie sous le nom de *monticelli*, et elles sont si multipliées dans le royaume de Naples, que leurs bases se touchent en beaucoup d'endroits. Ainsi le nombre des cavités ou boursoufflures du globe, formées par le feu primitif, a dû diminuer par les affaissements successifs des cavernes, dont les eaux auront percé les voûtes, tandis que les feux souterrains ont produit d'autres cavités dont nous

pouvons estimer la capacité par le volume des matières projetées et par l'élévation des montagnes volcaniques.

Je serais même tenté de croire que les montagnes volcaniques des Cordillères, telles que Chimborazo, Cotopaxi, Pichincha, Sangaï, etc., dont les feux sont actuellement agissants, et qui s'élèvent à cette énorme hauteur par la force de ces feux, puisque l'Etna nous offre un exemple d'un pareil soulèvement jusqu'à la hauteur de dix-huit cents toises; et dès lors ces montagnes volcaniques des Cordillères ne doivent point être regardées comme des boursoufflures primitives du globe, puisqu'elles ne sont composées ni de quartz, ni de granite, ni d'autres matières vitreuses qui auraient arrêté l'effet des foudres souterraines, de même qu'en Europe nous voyons les Alpes et les Pyrénées avoir arrêté et rompu tous les efforts de cette électricité. Il en doit être de même des montagnes volcaniques du Mexique et des autres parties du monde où l'on trouve des volcans encore agissants.

A l'égard des volcans éteints, quoiqu'ils aient tous les caractères des volcans actuellement brûlants, nous remarquerons que les uns, tels que le Puy-de-Dôme, qui a plus de huit cents toises d'élévation, le Cantal en Auvergne, qui en a près de mille, et le mont Mezin en Vivarais, dont la hauteur est à peu près égale à celle du Cantal, doivent avoir des cavités au-dessous de leurs bases, et que d'autres se sont en partie éboulés depuis qu'ils ont cessé d'agir; cette différence se remarque par celle de la forme de leurs bouches ou cratères. Le mont Mezin, le Cantal, le collet d'Aisa, la coupe de Sausae, la Gravène de Montpezat, présentent tous des caractères d'une entière conservation, tandis que d'autres n'offrent qu'une partie de leurs bouches en entonnoir qui subsiste encore, et dont le reste s'est affaissé dans des cavités souterraines.

Mais le principal et le plus grand résultat que nous puissions tirer de tous ces faits, c'est que l'action des foudres et des feux souterrains ayant été assez violente pour élever dans nos zones tempérées des montagnes telles que l'Etna, jusqu'à dix-huit cents toises de hauteur, nous devons cesser d'être étonnés de l'élévation des montagnes volcaniques des Cordillères jusqu'à trois mille toises. Deux fortes raisons me persuadent de la vérité de cette présomption. La première, c'est que le globe étant plus élevé sous l'équateur, a dû, dès les premiers temps de sa consolidation, former des boursoufflures et des cavités beaucoup plus grandes dans les parties équatoriales que dans les autres zones, et que par conséquent les foudres souterraines auront exercé leur action avec plus de liberté et de puissance dans cette région, dont nous voyons en effet que les affaissements sous les eaux et les élévations au-dessus de la terre sont plus grandes que partout ailleurs, parce que, indépendamment de l'étendue plus considérable des cavités, la chaleur intérieure du globe et celle du soleil ont dû augmenter encore la puissance des foudres et des feux souterrains.

La seconde raison, plus décisive encore que la première, c'est que ces volcans, dans les Cordillères, nous démontrent qu'elles ne sont pas de première formation, c'est-à-dire entièrement composées de matières vitreuses, quartzes ou grani-

tiques, puisque nous sommes assurés, par la continuité des terrains volcaniques dans l'Europe entière, que jamais les foudres souterraines n'ont agi contre ces matières primitives, et qu'elles en ont partout suivi les contours sans les entamer, parce que ces matières vitreuses n'étant point conductrices de l'électricité n'ont pu en subir ni propager l'action. Il est donc à présumer que toutes les montagnes volcaniques, soit dans les Cordillières, soit dans les autres parties du monde, ne sont pas de première formation, mais ont été projetées ou soulevées par la force des foudres et des feux souterrains, tandis que les autres montagnes, dans lesquelles, comme aux Alpes et aux Pyrénées, etc., l'on ne voit aucun indice de volcan, sont en effet les montagnes primitives, composées de matières vitreuses, qui se refusent à toute action de l'électricité.

Nous ne pouvons donc pas douter que la force de l'électricité n'ait agi en toute liberté et n'ait fait de violentes explosions dans les cavités ou boursoufflures occasionnées par l'action du feu primitif; en sorte qu'on doit présumer, avec fondement, qu'il a existé des volcans dès ces premiers temps, et que ces volcans n'ont pas eu d'autre cause que l'action des foudres souterraines. Ces premiers et plus anciens volcans n'ont été pour ainsi dire que des explosions momentanées, et dont le feu n'étant pas nourri par les matières combustibles, n'a pu se manifester par des effets durables; ils se sont pour ainsi dire éteints après leur explosion, qui néanmoins a dû projeter toutes les matières que la foudre avait frappées et déplacées. Mais lorsque, dans la suite, les eaux, les substances métalliques et autres matières volatiles sublimées par le feu, et reléguées dans l'atmosphère, sont tombées et se sont établies sur le globe, ces substances, toutes conductrices de l'électricité, ont pu s'accumuler dans les cavernes souterraines. Les végétaux s'étant dès lors multipliés sur les hauteurs de la terre, et les coquillages s'étant en même temps propagés et ayant pullulé au point de former par leurs dépouilles de grands amas de matières calcaires, toutes ces matières conductrices se sont de même rassemblées dans ces cavités intérieures, et dès lors l'action des foudres électriques a dû produire des incendies durables, et d'autant plus violents que ces volcans se sont trouvés plus voisins des mers, dont les eaux, par leur conflit avec le feu, ont encore augmenté la force et la durée des explosions; et c'est par cette raison que le pied de tous les volcans actuellement agissants se trouve voisin des mers, et qu'il n'en existe pas dans l'intérieur des continents terrestres.

On doit donc distinguer deux sortes de volcans: les premiers, sans aliment, et uniquement produits par la force de l'électricité souterraine; les seconds, alimentés par les substances combustibles. Les premiers de tous les volcans n'ont été que des explosions momentanées dans le temps de la consolidation du globe. Ces explosions peuvent nous être représentées en petit par les étincelles que lance un boulet de fer rougi à blanc, en se refroidissant. Elles sont devenues plus violentes et plus fréquentes par la chute des eaux, dont le conflit avec le feu a dû produire de plus fortes secousses et des ébranlements plus étendus. Ces premiers et plus anciens volcans ont laissé des bouches ou cratères autour desquels se trouvent des laves

et autres matières fondues par les foudres, de la même manière que la force électrique mise en jeu par nos faibles instruments, fond ou calcine toutes les matières sur lesquelles elle est dirigée.

Il y a donc toute apparence que, dans le nombre infini de volcans éteints qui se trouvent à la surface de la terre, la plupart doivent être rapportés aux premières époques des révolutions du globe après sa consolidation, pendant lesquelles ils n'ont agi que par moments et par l'effet subit des foudres souterraines, dont la violence a soulevé les montagnes et entr'ouvert les premières couches de la terre, avant que la nature eût produit assez de végétaux, de pyrites et d'autres substances combustibles pour servir d'aliment aux volcans durables, tels que ceux qui sont encore actuellement agissants.

Ce sont aussi ces foudres électriques souterraines qui causent la plupart des tremblements de terre : je dis la plupart, car la chute et l'affaissement des cavernes intérieures du globe produisent aussi des mouvements qui ne se font sentir qu'à de petites distances : ce sont plutôt des trépidations que de vrais tremblements, dont les plus fréquents et les plus violents doivent se rapporter aux commotions produites par des foudres électriques, puisque ces tremblements se font souvent sentir presque au même moment à plus de cent lieues de distance et dans tout l'espace intermédiaire ; c'est le coup électrique qui se propage subitement et aussi loin que s'étendent les corps qui peuvent lui servir de conducteurs. Les secousses occasionnées par ces tonnerres souterrains sont quelquefois assez violentes pour bouleverser les terres en les élevant ou en les abaissant, et changer en même temps la position des sources et la direction du cours des eaux.

Lorsque cette force de l'électricité agit à la surface du globe, elle ne se manifeste pas uniquement par des foudres, par des commotions, et par les autres effets que nous venons d'exposer : elle paraît changer de nature et produit de nouveaux phénomènes. En effet, elle se modifie pour donner naissance à une nouvelle force à laquelle on a donné le nom de *magnétisme* ; mais le magnétisme, bien moins général que l'électricité, n'agit que sur les matières ferrugineuses, et ne se montre que par les effets de l'aimant et du fer, lesquels seuls peuvent fléchir et attirer une portion du courant universel et électrique, qui se porte directement, et en sens contraire de l'équateur aux deux pôles.

Telle est donc l'origine des diverses forces, tant générales que particulières, dont nous venons de parler. L'attraction, en agissant en sens contraire de sa direction, a produit l'impulsion dès l'origine de la matière : cette impulsion a fait naître l'élément du feu qui a produit l'électricité ; et nous allons voir que le magnétisme n'est qu'une modification particulière de cette électricité générale, qui se fléchit dans son cours vers les matières ferrugineuses.

Nous ne connaissons toutes ces forces que par leurs effets : les uns sont constants et généraux, les autres paraissent être variables et particuliers. La force d'attraction est universellement répandue ; elle réside dans tout atome de matière, et s'étend dans le système entier de l'univers, tandis que celle qui produit l'électri-

cité agit à l'intérieur, et s'étend à la surface du globe terrestre, mais n'affecte pas tous les corps de la même manière. Néanmoins cette force électrique est encore plus générale que la force magnétique, qui n'appartient à aucune substance qu'à l'aimant et au fer.

Ces deux forces particulières ont des propriétés communes avec celle de l'attraction universelle. Toutes trois agissent à plus ou moins de distance, et les effets du magnétisme et de l'électricité sont toujours combinés avec l'effet général de l'attraction qui appartient à toute matière et qui, par conséquent, influe nécessairement sur l'action de ces deux forces, dont les effets, comparés entre eux, peuvent être semblables ou différents, variables ou constants, fugitifs ou permanents, et souvent paraître opposés ou contraires à l'action de la force universelle : car, quoique cette force d'attraction s'exerce sans cesse en tout et partout, elle est vaincue par celles de l'électricité et du magnétisme toutes les fois que ces forces agissent avec assez d'énergie pour surmonter l'effet de l'attraction, qui n'est jamais que proportionnel à la masse des corps.

Les effets de l'électricité et du magnétisme sont produits par des forces impulsives particulières qu'on ne doit point assimiler à l'impulsion ou répulsion primitive : elle-ci s'exerce dans l'espace vide, et n'a d'autre cause que l'attraction qui force toute matière à se rapprocher pour se réunir ; l'électricité et le magnétisme supposent au contraire des impulsions particulières causées par un fluide actif qui environne les corps électriques et magnétiques, et qui doit les affecter différemment suivant leur différente nature.

Mais quel est ou peut être l'agent ou le moyen employé par la nature pour déterminer et fléchir l'électricité du globe en magnétisme vers le fer, de préférence à toute autre masse minérale ou métallique ? Si les conjectures ou même de simples vues sont permises sur un objet qui, par sa profondeur et son ancienneté contemporaine des premières révolutions de la terre, semble devoir échapper à nos regards et même à l'œil de l'imagination, nous dirons que la matière ferrugineuse, plus difficile à fondre qu'aucune autre, s'est établie sur le globe avant toute autre substance métallique, et que, dès lors, elle fut frappée la première, et avec plus de force et de dureté, par les flammes du feu primitif : elle dut donc en contracter la plus grande affinité avec l'élément du feu ; affinité qui se manifeste par la combustibilité du fer et par la prodigieuse quantité d'air inflammable ou feu fixe qu'il rend dans ses dissolutions ; et par conséquent de toutes les matières que l'électricité du globe peut affecter, le fer, comme ayant spécialement plus d'affinité avec ce fluide de feu et avec les forces dont il est l'âme, en ressent et marque mieux tous les mouvements, tant de direction que d'inflexion particulière, dont néanmoins les effets sont tous subordonnés à la grande action et à la direction générale du fluide électrique de l'équateur vers les pôles.

Car il est certain que s'il n'y avait point de fer sur la terre, il n'y aurait ni aimant ni magnétisme, et que la force électrique n'en n'existerait ni ne subsisterait pas moins, avec sa direction constante et générale de l'équateur aux pôles, et il est

tout aussi certain que le cours de ce fluide se fait en deux sens opposés, c'est-à-dire de l'équateur aux deux pôles terrestres, en se resserrant et s'inclinant comme les méridiens se resserrent et s'inclinent sur le globe; et l'on voit seulement que la direction magnétique, quoique soumise à cette grande loi, reçoit des inflexions dépendantes de la position des grandes masses de matières ferrugineuses, et de leur gisement dans les différents continents.

En comparant les effets de l'action d'une petite masse d'aimant avec ceux que produit la masse entière du globe terrestre, il paraît que ce globe possède en grand toutes les propriétés dont les aimants ne jouissent qu'en petit. Cependant la masse du globe entier n'est pas, comme les petites masses de l'aimant, composées de matières ferrugineuses; mais on peut dire que sa surface entière est mêlée d'une grande quantité de fer magnétique, puisque toutes les mines primitives sont attirables à l'aimant, et que de même les basaltes, les laves et toutes les mines secondaires revivifiées par le feu et par les coups de la foudre souterraine, sont également magnétiques. C'est cette continuité de matières ferrugineuses magnétiques sur la surface de la terre, qui a produit le magnétisme général du globe, dont les effets sont semblables à ceux du magnétisme particulier d'une pierre d'aimant; et c'est de l'électricité générale du globe que provient l'électricité particulière ou magnétisme de l'aimant. D'ailleurs, la force magnétique n'ayant d'action que sur la matière ferrugineuse, ce serait méconnaître la simplicité des lois de la nature que de la charger d'un petit procédé solitaire, et d'une force isolée qui ne s'exercerait que sur le fer. Il me paraît donc démontré que le magnétisme, qu'on regardait comme une force particulière et isolée, dépend de l'électricité, dont il n'est qu'une modification occasionnée par le rapport unique de son action avec la nature du fer.

Et même, quoique le magnétisme n'appartienne qu'à la matière ferrugineuse, on ne doit pas le regarder comme une des propriétés essentielles de cette matière; car ce n'est qu'une simple qualité accidentelle que le fer acquiert ou qu'il perd, sans aucun changement et sans augmentation ni déperdition de sa substance. Toute matière ferrugineuse qui aura subi l'action du feu, prendra du magnétisme par le frottement, par la percussion, par tout choc, toute action violente de la part des autres corps: encore n'est-il pas nécessaire d'avoir recours à une force extérieure pour donner au fer cette vertu magnétique; car il la prend aussi de lui-même, sans être ni frappé, ni mu, ni frotté: il la prend dans l'état du plus parfait repos, lorsqu'il reste constamment dans une certaine situation, exposé à l'action du magnétisme général; car dès lors il devient aimant en assez peu de temps. Cette force magnétique peut donc agir sur le fer sans être aidée d'aucune autre force motrice; et, dans tous les cas, elle s'en saisit sans en étendre le volume, et sans en augmenter ni diminuer la masse.

Nous avons parlé de l'aimant, comme des autres matières ferrugineuses, dans notre histoire des minéraux, à l'article du fer; mais nous nous sommes réservé d'examiner de plus près ce minéral magnétique; qui, quoique aussi brut qu'aucun autre, semble tenir à la nature active et sensible des êtres organisés: l'attraction,

la répulsion de l'aimant, sa direction vers les pôles du monde, son action sur les corps animés, et la faculté qu'il a de communiquer toutes ses propriétés sans en perdre aucune, sans que ses forces s'épuisent, et même sans qu'elles subissent le moindre affaiblissement; toutes ces qualités, réunies ou séparées, paraissent être autant de vertus magiques, et sont au moins des attributs uniques, des singularités de nature d'autant plus étonnantes qu'elles semblent être sans exemple, et que, n'ayant été jusqu'ici que mal connues et peu comparées, on a vainement tenté d'en deviner les causes.

Les philosophes anciens, plus sages, quoique moins instruits que les modernes, n'ont pas eu la vaine prétention de vouloir expliquer par des causes mécaniques tous les effets de la nature; et lorsqu'ils ont dit que l'aimant avait des affections d'amour et de haine, ils indiquaient seulement, par ces expressions, que la cause de ces affections de l'aimant devait avoir quelque rapport avec la cause qui produit de semblables affections dans les êtres sensibles: et peut-être se trompaient-ils moins que les physiciens récents, qui ont voulu rapporter les phénomènes magnétiques aux lois de notre mécanique grossière; aussi tous leurs efforts, tous leurs raisonnements, appuyés sur des suppositions précaires, n'ont abouti qu'à démontrer l'erreur de leurs vues dans le principe, et l'insuffisance de leurs moyens d'explication. Mais, pour mieux connaître la nature du magnétisme et sa dépendance de l'électricité, comparons les principaux effets de ces deux forces, en présentant d'abord tous les faits semblables ou analogues, et sans dissimuler ceux qui paraissent différents ou contraires.

L'action du magnétisme et celle de l'électricité sont également variables, tantôt en plus, tantôt en moins, et leurs variations particulières dépendent en grande partie de l'état de l'atmosphère. Les phénomènes électriques que nous pouvons produire, augmentent en effet ou diminuent de force, et même sont quelquefois totalement supprimés, suivant qu'il y a plus ou moins d'humidité dans l'air, que le fluide électrique s'est plus ou moins répandu dans l'atmosphère, et que les nuages orageux y sont plus ou moins accumulés. De même les barres de fer que l'on veut aimanter par la seule exposition aux impressions du magnétisme général, acquièrent plus ou moins promptement la vertu magnétique, suivant que le fluide électrique est plus ou moins abondant dans l'atmosphère; et les aiguilles des boussoles éprouvent des variations, tant périodiques qu'irrégulières, qui ne paraissent dépendre que du plus ou du moins de force de l'électricité de l'air.

L'aimant primordial n'est qu'une matière ferrugineuse qui, ayant d'abord subi l'action du feu primitif, s'est ensuite aimantée par l'impression du magnétisme du globe; et en général la force magnétique n'agit que sur le fer ou sur les matières qui en contiennent: de même la force électrique ne se produit que dans certaines matières, telles que l'ambre, les résines, les verres, et les autres substances qu'on appelle *électriques par elles-mêmes*, quoiqu'elle puisse se communiquer à tous les corps.

Les aimants ou fers aimantés s'attirent mutuellement dans un sens, et se re-

poussent réciproquement dans le sens opposé; cette répulsion et cette attraction sont plus sensibles lorsqu'on approche l'un de l'autre leurs pôles de même nom ou de différent nom. Les verres, les résines et les autres corps électriques par eux-mêmes ont aussi, dans plusieurs circonstances, des parties polaires, des portions électrisées en plus, et d'autres en moins, dans lesquelles l'attraction et la répulsion se manifestent par des effets constants et bien distincts.

Les forces électrique et magnétique s'exercent également en sens opposé et en sens direct; et leur réaction est égale à leur action.

On peut, en armant les aimants d'un fer qui les embrasse, diriger ou accumuler sur un ou plusieurs points la force magnétique; on peut de même, par le moyen des verres et des résines, ainsi qu'en isolant les substances conductrices de l'électricité, diriger et condenser la force électrique; et ces deux forces électrique et magnétique peuvent être également dispersées, changées, ou supprimées à volonté. La force de l'électricité et celle du magnétisme peuvent de même se communiquer aux matières que l'on approche des corps dans lesquels on a excité ces forces.

Souvent, pendant l'orage, l'électricité des nuées a troublé la direction de l'aiguille de la boussole (1); et même l'action de la foudre aérienne a influé quelquefois sur le magnétisme au point de détruire et de changer tout à coup d'un pôle à l'autre la direction de l'aimant.

Une forte étincelle électrique et l'action du tonnerre paraissent également donner la vertu magnétique aux corps ferrugineux, et la vertu électrique aux substances que la nature a rendues propres à recevoir immédiatement l'électricité, telles que les verres et les résines. M. le chevalier de Rozières, capitaine au corps royal du génie, est parvenu à aimanter des barres d'acier, en tirant des étincelles par le bout opposé à celui qui recevait l'électricité, sans employer les commotions plus ou moins fortes des grandes batteries électriques, et même sans en tirer des étincelles, et seulement en les électrisant pendant plusieurs heures de suite (2).

Des bâtons de soufre ou de résine qu'on laisse tomber, à plusieurs reprises, sur un corps dur, acquièrent la vertu électrique, de même que les barres de fer qu'on laisse tomber plusieurs fois de suite d'une certaine hauteur prennent du magnétisme par l'effet de leurs chutes répétées.

On peut imprimer la vertu magnétique à une barre de fer, de telle sorte qu'elle présente une suite de pôles alternativement opposés. On peut également électriser une lame ou un tube de verre, de manière qu'on y remarque une suite de pôles alternativement opposés (3).

Lorsqu'une barre de fer s'aimante par sa seule proximité avec l'aimant, l'extrémité de cette barre qui en est la plus voisine acquiert un pôle opposé à celui que

(1) Voyez la relation de Carteret dans le *premier voyage de Cook*.

(2) Cette dernière manière n'a été trouvée que nouvellement par M. le chevalier de Rozières, qui nous en a fait part par sa lettre du 30 avril 1787.

(3) Voyez à ce sujet les expériences de M. Épinus, dans la dissertation que ce physicien a publiée à la tête de son ouvrage sur le magnétisme; et celles de M. le comte de Lacépède, dans son *Essai sur l'Électricité*, tome I.

l'aimant lui présente. De même une barre de fer isolée peut recevoir deux électricités opposées par le voisinage d'un corps électrisé; le bout qui est le plus proche de ce corps jouit, comme dans l'aimant, d'une force opposée à celle dont il subit l'action.

Les matières ferrugineuses réduites en rouille, en ocre, et toutes les dissolutions du fer par l'acide aérien ou par les autres acides, ne peuvent recevoir la vertu magnétique; et de même ces matières ferrugineuses ne peuvent, dans cet état de dissolution, acquérir la vertu électrique.

Si l'on suspend une lame de verre garnie à ses deux bouts de petites plaques de métal, dont l'une sera électrisée en plus, l'autre en moins, et si cette lame ainsi préparée peut se mouvoir librement lorsqu'on en approchera un corps électrique qui jouit aussi des deux électricités, la lame de verre présentera les mêmes phénomènes que l'aiguille aimantée présente auprès d'un aimant.

Les fortes étincelles électriques revivifient les chaux de fer, et leur rendent la propriété d'être attirées par l'aimant. Les foudres souterraines et aériennes revivifient de même, à l'intérieur et à la surface de la terre, une prodigieuse quantité de matières ferrugineuses, réduites en chaux par les éléments humides.

La plupart des sels, et particulièrement la tourmaline, présentent des phénomènes électriques qui ont la plus grande analogie avec ceux de l'aimant. Lorsque ces matières ont été chauffées ou frottées, elles ont pour ainsi dire des parties polaires, dont les unes sont électrisées en plus et les autres en moins, et qui attirent ou repoussent les corps électrisés.

Les aurores polaires, qui, comme nous l'avons dit, ne sont que des lumières électriques, influent, plus qu'aucune autre affection de l'atmosphère, sur les variations de l'aiguille aimantée. Les observations de MM. Van-Swinden et de Cassini ne permettent plus de douter de ce fait.

Les personnes dont les nerfs sont délicats, et sur lesquelles l'électricité agit d'une manière si marquée, reçoivent aussi du magnétisme des impressions assez sensibles: car l'aimant peut, en certaines circonstances, suspendre et calmer les irritations nerveuses, et apaiser les douleurs aiguës. L'action de l'aimant, qui dans ces cas est calmante et même engourdissante, semble arrêter le cours et fixer pour un temps le mouvement trop rapide ou déréglé des torrents de ce fluide électrique, qui, quand il est sans frein ou se trouve sans mesure dans le corps animal, en irrite les organes et l'agite par des mouvements convulsifs.

Il existe des animaux dans lesquels, indépendamment de l'électricité vitale qui appartient à tout être vivant, la nature a établi un organe particulier d'électricité, et pour ainsi dire un sens électrique et magnétique. La torpille (1), l'anguille électrique de Surinam, le trembleur du Niger (2), semblent réunir et concentrer dans

(1) Dans l'ancienne médecine, on s'est servi de la torpille pour engourdir et calmer: Galien compare sa vertu à celle de l'opium pour calmer et assoupir les douleurs.

(2) Il est bon d'observer que les espèces de poissons électriques diffèrent trop les unes des autres pour qu'on puisse rapporter leurs phénomènes à la conformité de leur organisation. On ne peut donc les attribuer qu'aux effets

une même faculté la force de l'électricité et celle du magnétisme. Ces poissons électriques et magnétiques engourdissent les corps vivants qui les touchent, et, suivant M. Schilling et quelques autres observateurs, ils perdent cette propriété lorsqu'on les touche eux-mêmes avec l'aimant. Il leur ôte la faculté d'engourdir, et on leur rend cette vertu en les touchant avec du fer, auquel se transporte le magnétisme qu'ils avaient reçu de l'aimant. Ces mêmes poissons électriques et magnétiques agissent sur l'aimant, et font varier l'aiguille de la boussole. Mais ce qui prouve évidemment la présence de l'électricité dans ces animaux, c'est qu'on voit paraître des étincelles électriques dans les intervalles que laissent les conducteurs métalliques avec lesquels on les touche. M. Walsh a fait cette expérience devant la Société royale de Londres, sur l'anguille de Surinam, dont la force électrique paraît être plus grande que celle de la torpille, dans laquelle cette action est peut-être trop faible pour produire des étincelles. Et ce qui démontre encore que la commotion produite par ces poissons n'est point un effet mécanique, comme l'ont pensé quelques physiciens, mais un phénomène électrique, c'est qu'elle se propage au travers des fluides, et se communique, par le moyen de l'eau, à plusieurs personnes à la fois.

Or ces étincelles et cette commotion plus ou moins violente que font éprouver ces poissons, sont vraiment des effets de l'électricité, que l'on ne peut attribuer en aucune manière au simple magnétisme, puisque aucun aimant, tant naturel qu'artificiel, n'a fait éprouver de secousses sensibles, ni produit aucune étincelle. D'un autre côté, les commotions que donnent les torpilles, l'anguille électrique de Surinam, et le trembleur du Niger, étant très-fortes, lorsque ces poissons sont dans l'eau des mers ou des grands fleuves, on peut d'autant moins la considérer comme un phénomène purement électrique, que les effets de l'électricité s'affaiblissent avec l'humidité de l'air qui la dissipe, et ne peuvent jamais être excités lorsqu'on mouille les machines qui la produisent. Les vases de verre électrisés, que l'on a appelés *bouteilles de Leyde*, et par le moyen desquels on reçoit les secousses les plus fortes, se déchargent et perdent leur vertu dès le moment qu'ils sont entièrement plongés dans l'eau : cette eau, en faisant communiquer ensemble les deux faces intérieure et extérieure, rétablit l'équilibre, dont la rupture est la seule cause du mouvement, et par conséquent de la force du fluide électrique. Si l'on remarque donc des effets électriques dans les torpilles, l'on doit supposer, d'après les modifications de ces effets, que l'électricité n'y existe pas seule, et qu'elle y est réunie avec le magnétisme, de manière à y subir une combinaison qui augmente, diminue ou altère sa puissance ; et il paraît que ces deux forces électrique et magnétique, qui, lorsqu'elles sont séparées l'une de l'autre, sont plus ou moins actives, ou presque nulles, suivant l'état de l'atmosphère, le sont également lorsqu'elles sont combinées dans ces poissons ; mais peut-être aussi la diversité des saisons, ainsi que

les différents états de ces animaux, influent-ils sur l'action de leurs forces électrique et magnétique. Plusieurs personnes ont en effet manié des torpilles sans en recevoir aucune secousse. M. le comte de Lacépède étant à La Rochelle, en octobre 1777, voulut éprouver la vertu de quelques torpilles que MM. de l'Académie de La Rochelle avaient fait pêcher; elles étaient bien vivantes et paraissaient bien vigoureuses: cependant, de quelque manière qu'on les touchât, soit immédiatement avec la main, soit avec des barreaux de fer ou d'autres matières, et sur quelque partie de leur corps qu'on portât l'attouchement, dans l'eau ou hors de l'eau, aucun des assistants à l'expérience ne ressentit la moindre commotion. Il paraît donc que ces poissons ne sont pas électriques dans tous les temps, et que cette propriété, qui n'est pas constante, dépend des circonstances, et peut-être de la saison ou du temps auquel ces animaux doivent répandre leurs œufs et leur frai; et nous ne pouvons rien dire de la cause de ces alternatives d'action et d'inaction, faute d'observations assez suivies sur ces poissons singuliers.

Cette combinaison des deux forces électrique et magnétique que la nature paraît avoir faite dans quelques êtres vivants, doit faire espérer que nous pourrons les réunir par l'art, et peut-être en tirer des secours efficaces dans certaines maladies, et particulièrement dans les affections nerveuses.

Les deux forces électrique et magnétique ont en effet été employées séparément, avec succès, pour la guérison ou le soulagement de plusieurs maux douloureux. Quelques médecins (1), particulièrement M. Mauduit, de la Société royale de médecine, ont guéri des maladies par le moyen de l'électricité; et M. l'abbé Le Noble, qui s'occupe avec succès, depuis longtemps, des effets du magnétisme sur le corps humain, et qui est parvenu à construire des aimants artificiels beaucoup plus forts que tous ceux déjà connus, a employé très-heureusement l'application de ces mêmes aimants pour le soulagement de plusieurs maux. Nous croyons devoir placer dans la note ci-après un extrait du Rapport fait par MM. les commissaires de la Société royale de médecine au sujet des travaux utiles de ce physicien, qui les continue avec zèle, et d'une manière d'autant plus louable qu'il les consacre gratuitement au soulagement des malheureux (2).

(1) On peut voir à ce sujet l'ouvrage de M. l'abbé Bertholon, intitulé : *De l'électricité du corps humain*.

(2) Dans un compte rendu à la Société royale de médecine sur les effets de l'aimant, et au sujet des travaux de M. Le Noble, les commissaires s'expriment en ces termes :

« Les affections nerveuses nous ont paru céder et se dissiper d'une manière constante pendant l'usage de l'aimant, et au contraire les affections humorales n'ont éprouvé aucun changement par la plus forte et la plus longue application de l'aimant. Dans toutes les affections nerveuses, quelle que fût la nature des accidents dont elles étaient accompagnées, soit qu'elles consistassent en des affections purement douloureuses, soit qu'elles parussent plus particulièrement spasmodiques et convulsives, quelque fussent aussi leur siège et leur caractère, de quelque manière enfin que nous eussions employé l'aimant, soit en armure habituelle et constante, soit par la méthode des simples applications, toutes ces affections ont subi des changements plus ou moins marqués, quoique presque toujours le soulagement n'ait guère été qu'une simple palliation de la maladie. Ces affections nous ont paru céder et s'affaiblir d'une manière plus ou moins marquée pendant le traitement. Plusieurs malades, que le soulagement dont ils jouissaient depuis quelque temps avait engagés à quitter leurs garnitures, ayant vu se renouveler ensuite leurs accidents, qu'une nouvelle application de l'aimant a toujours suffi pour faire disparaître, nous sommes restés convaincus que c'était à l'usage des aimants qu'on devait attribuer le soulagement obtenu.... Nous nous sommes scrupuleusement abstenus d'employer aucun autre remède pendant le traitement. De tous les secours qu'on peut

Nous avons cru devoir y placer aussi quelques détails relatifs aux divers succès que M. l'abbé Le Noble a obtenus depuis la publication du Rapport de messieurs de la Société royale, et qu'il nous a communiqués lui-même.

désirer de voir joindre à l'usage de l'aimant, c'est de l'électricité surtout dont il semble qu'on ait lieu de plus attendre.... Le magnétisme intéresse le bien public ; il nous paraît devoir mériter toute l'attention de la société. Qu'on nous permette à ce sujet une réflexion. De tous les objets sur lesquels l'enthousiasme peut s'exercer, et dont le charlatanisme peut par cette raison abuser avec plus de confiance, le magnétisme paraît être celui qui offre à l'avidité plus de facilités et plus de ressources. L'histoire seule de cet art suffirait pour en convaincre, quand des essais qui se multiplient sous nos yeux n'autoriseraient pas cette présomption. C'est surtout sur de pareils objets, devenus pour le public un sujet de curiosité, qu'il est à désirer que les compagnies savantes portent toute leur attention, pour arracher à l'erreur une confiance qu'elle ne manquerait pas de gagner, si l'on ne dissipait aux yeux des gens crédules les prestiges du charlatanisme, par des essais faits avec exactitude et impartialité. De pareils projets, pour être remplis d'une manière utile, ont besoin de l'appui du gouvernement ; mais où les secours peuvent-ils mieux être appliqués qu'aux objets qui touchent aux progrès des sciences et au bien de l'humanité !

En désirant que le gouvernement autorise la Société à annoncer sous ses auspices un traitement gratuit et public par le magnétisme, nous croyons encore utile que la compagnie invite ceux de ses associés et correspondants à qui ces sortes d'essais peuvent être agréables, à concourir avec elle au succès de ses recherches. La Société sait, par l'exemple de l'électricité, combien elle peut retirer d'avantages de cette réunion de travaux. Le magnétisme offre encore plus de facilités pour répéter ou multiplier les essais que l'on jugerait nécessaires. Mais, pour rendre ce concours de recherches plus fructueux, on sent qu'il est nécessaire qu'il soit dirigé sur un plan uniforme. Le rapport que nous soumettons ici à l'examen de la compagnie remplirait cette vue, et nous lui proposons de le faire imprimer et distribuer par la voie de sa correspondance ordinaire.

« La Société, pour se livrer elle-même à ses travaux, devant s'attacher un physicien exercé dans la préparation des aimants et versé dans tous les genres de connaissances relatives à leur administration, nous pensons que le choix de la compagnie doit tomber sur M. l'abbé Le Noble. Plusieurs raisons nous paraissent devoir lui mériter la préférence. On doit le regarder comme un des premiers physiciens qui, depuis le renouvellement des expériences de l'aimant, se soient occupés de cet objet. En 1763, c'est-à-dire deux ans à peu près avant M. Klarich, que l'on regarde comme le principal rénovateur de ces essais, et dont les observations ont fait attribuer à l'Angleterre la gloire de cette découverte, les aimants de M. l'abbé Le Noble pour les dents paraissent avoir été connus dans la capitale et recherchés des physiciens. Au mois de juin 1766, dans le même temps que M. Darquier, qu'on regarde comme le premier qui ait répété en France les essais de M. Klarich dans les maux de dents, M. l'abbé Le Noble publia en ce genre plusieurs observations. Deux ans avant que le P. Hell, à Vienne, fit adopter généralement la méthode des armures magnétiques, il avait annoncé plusieurs espèces de plaques aimantées préparées pour être portées habituellement sur différentes parties du corps. Depuis ces différentes époques, M. l'abbé Le Noble n'a cessé de s'occuper de l'usage de l'aimant dans plusieurs espèces d'affections nerveuses. Les résultats qu'il avait obtenus de ces essais sont consignés dans un mémoire qu'il lut au mois de septembre 1777, dans une des séances de la Société. Enfin, pour compléter l'histoire de ces travaux, on doit y joindre les différents essais auxquels ont donné lieu nos propres observations, et dont nous reconnaissons qu'il doit, s'il en résulte quelque utilité, partager avec nous le mérite. À ce sujet, nous devons rendre compte à la compagnie du zèle avec lequel M. l'abbé Le Noble s'est porté à nous seconder dans nos recherches. Quoique la durée de ces essais et sa résidence ordinaire en province aient exigé de lui de fréquents voyages et de longs séjours à Paris, quoique la multiplicité des malades qui ont eu recours à l'aimant, le peu d'aisance du plus grand nombre, la durée du long traitement pendant lequel les armures ont dû être souvent renouvelées, aient été autant de charges, d'incommodités et de sujets de dépense pour M. l'abbé Le Noble, nous devons annoncer qu'il n'a rien épargné, ni soins, ni peines, ni sacrifices, pour concourir, autant qu'il était en lui, au succès de nos épreuves et au soulagement des malheureux. M. l'abbé Le Noble se montre encore animé des mêmes dispositions, et prêt à les mettre en œuvre, si les circonstances répondaient à ses désirs. Mais, attaché par la nature de ses devoirs à la place qu'il remplit en province, il ne pourrait concourir d'une manière utile aux expériences que nous proposons, s'il n'était fixé à Paris. C'est au gouvernement seul qu'il appartient de lever cet obstacle, et nous pensons que la compagnie doit renouveler en sa faveur les mêmes instances qu'elle a déjà faites en 1778, pour lui obtenir une résidence fixe dans la capitale.

« Des raisons particulières et personnelles à M. Le Noble nous paraissent devoir lui mériter cette faveur du gouvernement. C'est surtout en employant de forts aimants, portés au plus haut degré de force, et préparés de manière à former une machine semblable à celle de l'électricité, qu'on doit attendre de nouveaux avantages du magnétisme. M. l'abbé Le Noble possède en ce genre des procédés très-supérieurs à tous ceux qui nous ont été connus et employés jusqu'ici par les physiciens. Nous apportons en preuve de ce que nous avançons ici, un certificat de l'Académie royale des Sciences, à laquelle M. l'abbé Le Noble a présenté des aimants capables de soutenir des poids de plus de deux cents livres, et qui lui ont mérité les éloges et l'approbation de cette compagnie. C'est avec des aimants de ce genre qu'on a lieu de se flatter d'obtenir du magnétisme des effets extraordinaires et inconnus. »

Les premiers physiciens qui ont voulu rechercher les rapports analogues des forces magnétique et électrique essayèrent de rapporter l'électricité, qu'on venait en quelque sorte de découvrir, au magnétisme, dont on connaissait depuis long-

M. l'abbé Le Noble nous a communiqué les détails suivants, relatifs aux diverses applications qu'il a faites de l'aimant dans les maladies, depuis la publication du Rapport de la Société royale de médecine.

En 1786, le 24 mai, à cinq heures du soir, une plaque d'aimant envoyée par M. l'abbé Le Noble, fut appliquée sur l'estomac à une malade âgée de cinquante-un ans, et qui, depuis l'âge de vingt-deux, éprouvait de temps en temps des attaques de nerfs plus ou moins fréquentes, qui étaient venues à la suite d'une suppression, et étaient accompagnées de convulsions très-fortes et d'autres symptômes effrayants. Ces attaques avaient disparu quelquefois près d'un an; elles avaient été aussi suspendues par différents remèdes. Pendant les divers intervalles qui avaient séparé le temps où les attaques étaient plus ou moins fréquentes, la personne qui les avait éprouvées avait joui d'une bonne santé; mais, depuis quinze mois, elle était retombée dans son premier état. Sur la fin même, les accidents arrivaient plus de dix ou douze fois par jour, et quelquefois duraient plusieurs minutes. Depuis dix-huit mois, les évacuations périodiques étaient dérangées, et n'avaient lieu que de deux mois en deux mois.

L'effet de l'aimant fut très-prompt; la malade n'eut plus de convulsions, quoiqu'en la matinée et dans l'après-dînée elle en eût éprouvé plus de vingt fois. Le 16 juin, les convulsions n'étaient point encore revenues; la malade se portait mieux; elle sentait ses forces et son appétit augmenter de jour en jour; elle dormait un peu mieux pendant la nuit, et s'occupait continuellement, pendant le jour, des travaux pénibles de la campagne sans en être incommodée: elle sentait cependant toujours un petit tiraillement dans l'intérieur du front. Elle rendait quelquefois des vents comme auparavant; sa respiration était un peu gênée lorsqu'ils s'échappaient, mais n'avait jamais été suspendue depuis l'application de l'aimant, ainsi que cela arrivait très-souvent auparavant.

Ces faits ont été attestés par le curé du lieu, et il est à croire que le bien-être s'est soutenu, puisque la malade n'a point demandé de nouveaux secours.

Une dame qui souffrait beaucoup des nerfs, presque dans tout le corps, et dont la santé était si dérangée qu'elle n'osait point tenter les remèdes intérieurs, s'est trouvée soulagée par le moyen d'un collier d'aimant et l'application d'un aimant sur le creux de l'estomac, ainsi qu'elle l'a écrit elle-même à M. l'abbé Le Noble.

Une malade souffrait depuis six mois des maux de nerfs qui lui donnaient des maux de gorge et d'estomac, au point que très-souvent l'œsophage se fermait presque entièrement, et la mettait dans une impossibilité presque absolue d'avaler même les liquides pendant à peu près la moitié de la journée: une fièvre épidémique s'était jointe aux accidents nerveux. On lui appliqua un collier et une ceinture d'aimant, suivant la méthode de M. l'abbé Le Noble. Huit ou dix heures après, la malade se trouva comme guérie, et se porta *passablement bien* pendant trois mois, au bout desquels le médecin qui l'avait traitée certifia à M. l'abbé Le Noble la maladie et la guérison. Ce même médecin pensait que les nerfs de cette dame avaient été agacés par une humeur.

Une jeune demoiselle ayant eu pendant plus de trois ans des attaques d'épilepsie qui avaient commencé à l'époque où les évacuations ont lieu, et ayant fait inutilement plusieurs remèdes conseillés par un membre de la Société royale de médecine, eut recours aux aimants de M. l'abbé Le Noble, d'après l'avis du même médecin: les attaques cessèrent bientôt, et dix mois après leur cessation, sa mère écrivit au médecin qui lui avait conseillé les aimants de M. l'abbé Le Noble, pour lui annoncer la guérison de sa fille.

Une dame souffrait depuis plus de huit ans des maux de nerfs qui avaient été souvent accompagnés d'accidents graves et fâcheux, de lassitudes, d'insomnies, de douleurs vives, de convulsions, d'évanouissements, et surtout d'un accablement général et d'une grande tristesse. Les aimants de M. l'abbé Le Noble l'ont guérie, et elle l'a attesté elle-même, un mois ou environ après, à M. l'abbé Le Noble. Sa guérison s'était toujours soutenue.

Une dame qui était malade d'une épilepsie survenue à la suite d'une frayeur qu'elle avait eue dans un temps critique, a certifié que, depuis quatre ans qu'elle porte des aimants de M. Le Noble, elle a toujours été soulagée; que si divers événements lui ont donné quelquefois des crises, elles ont été passagères, et bien moins violentes que celles qu'elle avait éprouvées, et qu'elle jouit habituellement d'un bien-être très-marqué.

Trois femmes et un homme ont été guéris, par l'application de l'aimant, de maux de nerfs accompagnés de convulsions fortes, etc. Trois ans se sont écoulés depuis la guérison d'une de ces femmes, et elle se porte encore très-bien.

M. Picot, médecin de la maison du roi de Sardaigne, a certifié à M. l'abbé Le Noble qu'il s'était servi de ses aimants avec le plus grand succès pour procurer à une femme très-délicate, et d'une grande sensibilité, des évacuations périodiques dérangées ou supprimées en partie depuis plus de deux ans. Le même médecin atteste avoir été guéri lui-même d'une migraine qui avait résisté, pendant plus de huit ans, à tous les secours de l'art. Il demande en conséquence à M. Le Noble qu'il établisse un dépôt de ses aimants dans la ville de Turin.

Depuis plus de dix-huit mois, une dame ne pouvait prendre la plus légère nourriture sans que son estomac fût extrêmement fatigué. Elle ressentait des douleurs presque continuelles, tantôt dans le côté droit, tantôt entre les deux épaules et souvent dans la poitrine; elle éprouvait tous les soirs, sur la fin de sa digestion, un étouffement subit, une tension générale, une inquiétude qui la forçait à cesser toute occupation, à marcher, à aller à l'air, quelque froid qu'il fût, et à relâcher tous les cordons de son habit. Quinze jours après avoir employé les aimants de

temps les grands phénomènes (1). Des physiiciens récents ont, avec plus de fondement, attribué ce même magnétisme à l'électricité, qu'ils eonnaissaient mieux ; mais ni les uns ni les autres n'ont fait assez d'attention aux différences de l'action de ces deux forces, dont nous venons d'exposer les relations analogues, et qui néanmoins diffèrent par plusieurs rapports, et notamment par les directions particulières que ces forces suivent, ou qu'elles prennent d'elles-mêmes : car la direction du magnétisme se combine avec le gisement des continents, et se détermine par la position particulière des mines de fer et d'aimant, des chaînes de laves, de basaltes et de toutes les matières ferrugineuses qui ont subi l'action du feu ; et c'est par cette raison que la force magnétique a autant de différentes directions qu'il y a de pôles magnétiques sur le globe, au lieu que la direction de l'électricité ne varie point, et se porte constamment de l'équateur aux deux pôles terrestres. Les glaces, qui recouvrent les régions polaires des deux hémisphères du globe, doivent déterminer puissamment le fluide électrique vers ces régions polaires, où il manque, et vers lesquelles il doit se porter, pour obéir aux lois générales de l'équilibre des fluides, au lieu que la glace n'influe pas sur le magnétisme, qui ne reçoit d'inflexions que par son rapport particulier avec les masses de l'aimant et du fer.

M. l'abbé Le Noble, elle fut entièrement guérie, et aucune douleur ni aucun accident n'étaient revenus six semaines après qu'elle eut commencé à les porter, ainsi qu'elle l'attesta elle-même à M. l'abbé Le Noble.

Une dame a certifié elle-même qu'elle avait souffert pendant six jours des douleurs très-vives occasionnées par un rhumatisme au bras gauche, dont elle avait entièrement perdu l'usage ; qu'elle avait employé sans succès les remèdes ordinaires ; qu'elle avait eu recours aux plaques aimantées de M. l'abbé Le Noble, et que, quatre jours après, elle avait été entièrement guérie.

Un homme très-digne de foi a aussi certifié à M. l'abbé Le Noble qu'il avait été guéri, par l'application de ses aimants, d'un rhumatisme très-douloureux, dont il souffrait depuis plusieurs années, et dont le siège était au bas de l'épine du dos. Près d'un an après, cet homme portait toujours sur le bas du dos la plaque aimantée ; les douleurs avaient disparu, et il ne sentait plus que quelquefois un peu d'engourdissement lorsqu'il avait été sédentaire pendant trop longtemps : mais il dissipait cet engourdissement en faisant quelques pas dans sa chambre.

Un homme malade d'une paralysie incomplète, souffrant dans toutes les parties du corps, et ayant tenté inutilement tous les remèdes connus, fut adressé, dans le mois de septembre 1785, à M. l'abbé Le Noble, par un membre de la Société de médecine ; on lui appliqua les aimants, et, au moins de janvier 1786, il s'est très-bien porté.

Une dame qui souffrait depuis vingt ans de douleurs rhumatismales qui l'empêchaient de dormir et de marcher, était presque entièrement guérie au mois de février 1787.

Le nommé Boissel, garçon menuisier, âgé de cinquante ans, a eu recours à M. l'abbé Le Noble le 9 novembre 1786. Il y avait dix mois qu'il éprouvait de grandes douleurs dans les deux bras ; le gauche était très-enflammé ; il lui était impossible de l'étendre, et la douleur se communiquait à la poitrine, à l'estomac et aux côtés, et même jusqu'aux jambes, dont il ne pouvait faire usage qu'à l'aide d'une béquille ; on était obligé de le porter dans son lit, où il ressentait encore les mêmes douleurs. Il avait été trois mois à l'Hôtel-Dieu, et il y en avait deux qu'il en était sorti sans y avoir éprouvé le plus léger soulagement. Mais, après l'application des aimants de M. l'abbé Le Noble, le 9 novembre, les mouvements dans les jambes, ainsi que dans les bras, sont devenus libres ; le 19 dudit mois, il se promenait dans sa chambre, et, voyant la facilité avec laquelle il marchait, il crut qu'il pourrait sortir sans aucun risque.

En effet, il a été ce jour-là à quelque distance de son domicile, et, le lendemain 20, il est venu de la rue Neuve-Saint-Martin, où il demeure, à la rue Saint-Thomas-du-Louvre. Les douleurs étaient encore vives dans les jambes, quoique les mouvements fussent libres ; mais elles se sont dissipées par degrés, et ont cessé le 15 février. Il s'est établi sous les aimants, à la cheville des pieds et sous les jarrettières, des espèces de petits cautères qui rendaient une humeur épaisse et gluante. Les jambes, qui étaient considérablement enflées, sont maintenant, au mois de mars 1787, dans l'état naturel ; il marche très-bien et jouit d'une bonne santé.

(1) Le P. Bérault jésuite, auteur d'une dissertation couronné par l'Académie de Bordeaux, a soupçonné le premier que les forces magnétique et électrique pouvaient être identiques.

De plus, il n'y a des rapports semblables et bien marqués qu'entre les aimants et les corps électriques par eux-mêmes, et l'on ne connaît point de substances sur lesquelles le magnétisme produise des effets pareils à ceux que l'électricité produit sur les substances qui ne peuvent être électrisées que par communication. D'ailleurs le magnétisme ne se communique pas de la même manière que l'électricité dans beaucoup de circonstances, puisque la communication du magnétisme ne diminue pas la force des aimants, tandis que la communication de l'électricité détruit la vertu des corps qui la produisent.

On peut donc dire que tous les effets magnétiques ont leurs analogues dans les phénomènes de l'électricité : mais on doit convenir en même temps, que tous les phénomènes électriques n'ont pas de même tous leurs analogues dans les effets magnétiques. Ainsi nous ne pouvons plus douter que la force particulière du magnétisme ne dépende de la force générale de l'électricité, et que tous les effets de l'aimant ne soient des modifications de cette force électrique (1). Et ne pouvons-nous pas considérer l'aimant comme un corps perpétuellement électrique, quoiqu'il ne possède l'électricité que d'une manière particulière, à laquelle on a donné le nom de *magnétisme*? La nature des matières ferrugineuses, par son affinité avec la substance du feu, est assez puissante pour fléchir la direction du cours de l'électricité générale, et même pour en ralentir le mouvement, en le déterminant vers la surface de l'aimant. La lenteur de l'action magnétique, en comparaison de la violente rapidité des chocs électriques, nous représente en effet un fluide qui, tout actif qu'il est, semble néanmoins être ralenti, suspendu, et pour ainsi dire assoupi dans son cours.

Ainsi, je le répète, les principaux effets du magnétisme se rapprochent, par une analogie marquée, de ceux de l'électricité, et le grand rapport de la direction générale et commune des forces électrique et magnétique, de l'équateur aux deux pôles, les réunit encore de plus près, et semble même les identifier (2).

Si la vertu magnétique était une force résidante dans le fer ou dans l'aimant, qui leur fût inhérente et propre, on ne pourrait la trouver ou la prendre que dans l'aimant même, ou dans le fer actuellement aimanté; et il ne serait pas possible

(1) Notre opinion est confirmée par les preuves répandues dans une dissertation de M. Épinus, lue à l'Académie de Saint-Petersbourg: ce physicien y a fait voir que les effets de l'électricité et du magnétisme non-seulement ont du rapport dans quelques points, mais qu'ils sont encore semblables dans un très-grand nombre de circonstances des plus essentielles; en sorte, dit-il, qu'il n'est presque pas à douter que la nature n'emploie à peu près les mêmes moyens pour produire l'une et l'autre force.

(2) M. le comte de Tressan a pensé, comme nous, que le magnétisme n'était qu'une modification de l'électricité, Voyez son ouvrage, qui a pour titre: *Essai sur le fluide électrique considéré comme agent universel*; mais notre théorie n'en diffère pas moins de son opinion. L'hypothèse de ce physicien est ingénieuse, suppose beaucoup de connaissances et de recherches; il présente des expériences intéressantes, de bonnes vues et des vérités importantes: mais cependant on ne peut admettre sa théorie. Elle consiste principalement à expliquer le mécanisme de l'univers, et tous les effets de l'attraction, par le moyen du fluide électrique. Mais l'action impulsive d'aucun fluide ne peut exister que par le moyen de l'élasticité, et l'élasticité n'est elle-même qu'un effet de l'attraction, ainsi que nous l'avons ci-devant démontré. On ne fera donc que reculer la question, au lieu de la résoudre, toutes les fois qu'on voudra expliquer l'attraction par l'impulsion, dont les phénomènes sont tous dépendants de la gravitation universelle. On peut consulter à ce sujet l'article intitulé de l'*Attraction* du premier volume de la *Physique générale et particulière* de M. le comte de Lacépède.

de l'exciter ou de la produire par un autre moyen : mais la percussion, le frottement, et même la seule exposition aux impressions de l'atmosphère, suffisent pour donner au fer cette vertu magnétique; preuve évidente qu'elle dépend d'une force extérieure qui s'applique ou plutôt flotte à sa surface et se renouvelle sans cesse.

En considérant les phénomènes de la direction de l'aimant, on voit que les forces qui produisent et maintiennent cette direction se portent généralement de l'équateur aux pôles terrestres, avec des variations dont les unes ne sont qu'alternatives d'un jour à l'autre, et s'opèrent par des oscillations momentanées et passagères, produites par les variations de l'état de l'air, soit par la chaleur ou le froid, soit par les vents, les orages, les aurores boréales; les autres sont des variations en déclinaison et en inclinaison, dont les causes, quoique également accidentelles, sont plus constantes, et dont les effets ne s'opèrent qu'en beaucoup plus de temps, et tous ces effets sont subordonnés à la cause générale, que détermine la direction de la force électrique de l'équateur vers les pôles.

En examinant attentivement les inflexions que la direction générale de l'électricité et du magnétisme éprouve de toutes ces causes particulières, on reconnaît, d'après les observations récentes et anciennes, que les grandes variations du magnétisme ont une marche progressive du nord à l'est ou à l'ouest, dans certaines périodes de temps, et que la force magnétique a, dans sa direction, différents points de tendance ou de détermination, que l'on doit regarder comme autant de pôles magnétiques vers lesquels, selon le plus ou moins de proximité, se fléchit la direction de la force générale, qui tend de l'équateur aux deux pôles du globe.

Ce mouvement en déclinaison ne s'opère que lentement; et cette déclinaison paraissant être assez constante pendant quelques années, on peut regarder les observations faites depuis douze à quinze ans comme autant de déterminations assez justes de la position des lieux où elles ont été faites.

On doit réunir aux phénomènes de la déclinaison de l'aimant ceux de son inclinaison; ils nous démontrent que la force magnétique prend, à mesure que l'on approche des pôles, une tendance de plus en plus approchante de la perpendiculaire à la surface du globe; et cette inclinaison, quoique un peu modifiée par la proximité des pôles magnétiques, qui détermine la déclinaison, nous paraîtra cependant beaucoup moins irrégulière dans sa marche progressive vers les pôles terrestres, et plus constante, que la déclinaison dans les mêmes lieux, en différents temps.

Pour se former une idée nette de cette inclinaison de l'aimant, il faut se représenter la figure de la terre renflée sous l'équateur et abaissée sous les pôles; ce qui fait une courbure dont les degrés ne sont point tous égaux, comme ceux d'une sphère parfaite. Il faut en même temps concevoir que le mouvement qui tend de l'équateur aux pôles doit suivre cette courbure, et que par conséquent sa direction n'est pas simplement horizontale, mais toujours inclinée de plus en plus, en partant de l'équateur pour arriver aux pôles.

Cette inclinaison de l'aimant ou de l'aiguille aimantée démontre donc évidemment que la force qui produit ce mouvement suit la surface du globe, de l'équateur dont elle part, jusqu'aux pôles où elle arrive; si l'inclinaison de l'aiguille n'était pas dérangée par l'action des pôles magnétiques, elle serait donc toujours très-petite ou nulle dans les régions voisines de l'équateur; et très-grande ou complète, c'est-à-dire de 90 degrés, dans les parties polaires.

En recherchant quel peut être le nombre des pôles magnétiques actuellement existants sur le globe, nous trouverons qu'il doit y en avoir deux dans chaque hémisphère; et, de fait, les observations des navigateurs prouvent qu'il y a sur la surface du globe trois espaces plus ou moins étendus, trois bandes plus ou moins larges, dans lesquelles l'aiguille aimantée se dirige vers le nord, sans décliner d'aucun côté. Or une bande sans déclinaison ne peut exister que dans deux circonstances : la première, lorsque cette bande suit la direction du pôle magnétique au pôle terrestre; la seconde, lorsque cette bande se trouve à une distance de deux ou de plusieurs pôles magnétiques, telle que les forces de ces pôles se compensent et se détruisent mutuellement : car, dans ces deux cas, le courant magnétique ne peut que suivre le courant général du fluide électrique et se diriger vers le pôle terrestre; et l'aiguille aimantée ne déclinera dès lors d'aucun côté. D'après cette considération, on pourra voir aisément, en jetant les yeux sur un globe terrestre, qu'un pôle magnétique ne peut produire dans un hémisphère que deux bandes sans déclinaison, séparées l'une de l'autre par la moitié de la circonférence du globe. S'il y a deux pôles magnétiques, l'on pourra observer quatre bandes sans déclinaison, chaque pôle pouvant en produire deux par son action particulière : mais alors ces quatre bandes ne seront pas placées sur la même ligne que les pôles magnétiques et le pôle de la terre; elles seront aux endroits où les puissances des deux pôles magnétiques seront combinées avec leurs distances, de manière à se détruire. Ainsi une et deux bandes sans déclinaison ne supposent qu'un seul pôle magnétique : trois et quatre bandes sans déclinaison en supposent deux, et s'il se trouvait sur le globe cinq ou six bandes sans déclinaison, elles indiqueraient trois pôles magnétiques dans chaque hémisphère. Mais jusqu'à ce jour l'on n'a reconnu que trois bandes sans déclinaison, lesquelles s'étendent toutes trois dans les deux hémisphères : nous sommes par conséquent fondé à n'admettre aujourd'hui que deux pôles magnétiques dans l'hémisphère boréal et deux autres dans l'hémisphère austral; et si l'on connaissait exactement la position et le nombre de ces pôles magnétiques, on pourrait bientôt parvenir à se guider sur les mers sans erreur.

On a tort de dire que les hommes donnent trop à la vaine curiosité : c'est aux besoins, à la nécessité, que les sciences et les arts doivent leur naissance et leurs progrès. Pourquoi trouvons-nous les observations magnétiques si multipliées sur les mers et en si petit nombre sur les continents ? C'est que ces observations ne sont pas nécessaires pour voyager sur terre, mais que les navigateurs ne peuvent s'en passer. Néanmoins il serait très-utile de les multiplier sur terre; ce qui d'ail-

leurs serait plus facile que sur mer. Sans ce travail, auquel on doit inviter les physiciens de tous les pays, on ne pourra jamais former une théorie complète sur les grandes variations de l'aiguille aimantée, ni par conséquent établir une pratique certaine et précise sur l'usage que les marins peuvent faire de leurs différentes boussoles.

Les effets du magnétisme se manifestent ou du moins peuvent se reconnaître dans toutes les parties du globe, et partout où l'on veut les exciter ou les produire. La force électrique, toujours présente, semble n'attendre pour agir et pour produire la vertu magnétique, que d'y être déterminée par la combinaison des moyens de l'art, ou par les combinaisons plus grandes de la nature; et, malgré ses variations, le magnétisme est encore assujéti à la loi générale qui porte et dirige la marche du fluide électrique vers les pôles de la terre.

Si les forces magnétique et électrique étaient simples, comme celle de la gravitation, elles ne produiraient aucun mouvement composé; la direction en serait toujours droite, sans déclinaison ni inclinaison, et tous les effets en seraient aussi constants qu'ils sont variables.

L'attraction, la répulsion de l'aimant, son mouvement tant en déclinaison qu'en inclinaison, démontrent donc que l'effet de cette force magnétique est un mouvement composé, une impulsion différemment dirigée; et cette force magnétique agissant, tantôt en plus, tantôt en moins, comme la force électrique, et se dirigeant de même de l'équateur aux deux pôles, pouvons-nous douter que le magnétisme ne soit une modification, une affection particulière de l'électricité, sans laquelle il n'existerait pas?

Les effets de cette force magnétique étant moins généraux que ceux de l'électricité, peuvent montrer plus aisément la direction de cette force électrique. Cette direction vers les pôles nous est démontrée en effet par celle de l'aiguille aimantée, qui s'incline de plus en plus, et en sens contraire, vers les pôles terrestres. Et ce qui prouve encore que le magnétisme n'est qu'un effet de cette force électrique, qui s'étend de l'équateur aux pôles, c'est que des barres de fer ou d'acier placées dans la direction de ce grand courant, acquièrent avec le temps une vertu magnétique plus ou moins sensible, qu'elles n'obtiennent qu'avec peine, et qu'elles ne reçoivent même en aucune manière, lorsqu'elles sont situées dans un plan trop éloigné de la direction, tant en déclinaison qu'en inclinaison, du grand courant électrique. Ce courant général, qui part de l'équateur pour se rendre aux pôles, est souvent troublé par des courants particuliers dépendant de causes locales et accidentelles. Lorsque, par exemple, le fluide électrique a été accumulé par diverses circonstances dans certaines portions de l'intérieur du globe, il se porte avec plus ou moins de violence de ces parties où il abonde, vers les endroits où il manque. Il produit ainsi des foudres souterraines, des commotions plus ou moins fortes, des tremblements de terre plus ou moins étendus. Il se forme alors, non-seulement dans l'intérieur, mais même à la surface des terrains remués par ces secousses, un courant électrique qui suit la même direction que la commotion souterraine, et cette force acciden-

telle se manifeste par la vertu magnétique que reçoivent des barres de fer ou d'acier placées dans le même sens que ce courant passager et local. L'action de cette force particulière peut être non-seulement égale, mais même supérieure à celle de l'électricité générale, qui va de l'équateur aux pôles. Si l'on place en effet des barres de fer, les unes dans le sens du courant général de l'équateur aux pôles, et les autres dans la direction du courant particulier dépendant de l'accumulation du fluide électrique dans l'intérieur du globe, et qui produit le tremblement de terre, ce dernier courant, dont l'effet est cependant instantané et ne doit guère durer plus longtemps que les foudres souterraines qui le produisent, donne la vertu magnétique aux barres qui se trouvent dans sa direction, quelque angle qu'elles fassent avec le méridien magnétique, tandis que des barres entièrement semblables, et situées depuis un très-longtemps dans le sens de ce méridien, ne présentent aucun signe de la plus faible aimantation (1). Ce dernier fait, qui est important, démontre le rapport immédiat du magnétisme et de l'électricité, et prouve en même temps que le fluide électrique est non-seulement la cause de la plupart des tremblements de terre, mais qu'il produit aussi l'aimantation de toutes les matières ferrugineuses sur lesquelles il exerce son action.

Rassemblant donc tous les rapports entre les phénomènes, toutes les convenances entre les principaux effets du magnétisme et de l'électricité, il me semble qu'on ne peut pas se refuser à croire qu'ils sont produits par une seule et même cause, et je suis persuadé que si on réfléchit sur la théorie que je viens d'exposer, on en reconnaîtra clairement l'identité. Simplifier les causes et généraliser les effets doit être le but du physicien : et c'est aussi tout ce que peut le génie aidé de l'expérience et guidé par les observations.

Or nous sommes aujourd'hui bien assurés que le globe terrestre a une chaleur qui lui est propre, et qui s'exhale incessamment par des émanations perpendiculaires à sa surface ; nous savons que ces émanations sont constantes, très-abondantes dans les régions voisines de l'équateur, et presque nulles dans les climats froids. Ne doivent-elles pas dès lors se porter de l'équateur aux deux pôles par des courants opposés ? et comme l'hémisphère austral est plus refroidi que le boréal, qu'il présente à sa surface une plus grande étendue de plages glacées, et qu'il est exposé pendant quelques jours de moins à l'action du soleil (2), les émanations de la chaleur qui forment les courants électrique et magnétique doivent s'y porter en plus grande quantité que dans l'hémisphère boréal. Les pôles magnétiques boréaux du globe sont dès lors moins puissants que les pôles magnétiques austraux. C'est l'opposé de ce qu'on observe dans les aimants, tant naturels qu'artificiels, dont le pôle boréal est plus fort que le pôle austral, ainsi que nous le prouverons dans les articles suivants ; et comme c'est un effet constant du magnétisme, que les pôles semblables se repoussent et que les pôles différents s'attirent, il n'est point surpre-

(1) Ces faits ont été mis hors de doute par des expériences qui ont été faites par M. de Rozières, capitaine au corps royal du génie.

(2) Voyez les *Époques de la Nature*.

nant que, dans quelque hémisphère qu'on transporte l'aiguille aimantée, son pôle nord se dirige vers le pôle boréal du globe, dont il diffère par la quantité de sa force, quoiqu'il porte le même nom, et qu'également son pôle sud se tourne toujours vers le pôle austral de la terre, dont la force diffère aussi, par sa quantité, de celle du pôle austral de l'aiguille aimantée. L'on verra donc aisément comment, par une suite de l'inégalité des deux courants électriques, l'aiguille aimantée qui marque les déclinaisons se tourne toujours vers le pôle nord du globe, dans quelque hémisphère qu'elle soit placée, tandis qu'au contraire l'aiguille qui marque l'inclinaison de l'aimant s'incline vers le nord dans l'hémisphère boréal, et vers le pôle sud dans l'hémisphère austral, pour obéir à la force générale, qui va de l'équateur aux deux pôles terrestres en suivant la courbure du globe, de même que les particules de limaille de fer répandues sur un aimant s'inclinent vers l'un ou l'autre des deux pôles de cet aimant, suivant qu'elles en sont plus voisines, ou que l'un des pôles a plus de supériorité sur l'autre. Ces phénomènes, dont l'explication a toujours paru difficile, sont de nouvelles preuves de notre théorie, et montrent sa liaison avec les grands faits de l'histoire du globe.

Voilà donc les deux phénomènes de la direction aux pôles et de l'inclinaison à l'horizon ramenés à une cause simple, dont les effets seraient toujours les mêmes si tous les êtres organisés et toutes les matières brutes recevaient également les influences de cette force : mais, dans les êtres vivants, la quantité de l'électricité qu'ils possèdent, ou qu'ils peuvent recevoir, est relative à leur organisation, et il s'en trouve qui, comme la torpille, non-seulement la reçoivent, mais semblent l'attirer, au point de former une sphère particulière d'électricité combinée avec la vertu magnétique, comme aussi, dans les matières brutes, le fer se fait une sphère particulière d'électricité, à laquelle on a donné le nom de *magnétisme*; et enfin s'il existait des corps aussi électriques que la torpille, et en assez grande quantité pour former de grandes masses, aussi considérables que celles des mines de fer en différents endroits du globe, n'est-il pas plus que probable que le cours de l'électricité générale se fléchirait vers ces grandes masses électriques, comme elle se fléchit vers les grandes masses ferrugineuses qui sont à la surface du globe, et qu'elles produiraient les inflexions de cette force électrique ou magnétique en la déterminant à se porter vers ces sphères particulières d'attraction comme vers autant de pôles électriques plus ou moins éloignés des pôles terrestres, selon le gisement des continents et la situation de ces masses électriques ?

Et comme la situation des pôles magnétiques peut changer et change réellement, tant par les travaux de l'homme, lesquels peuvent enfouir ou découvrir les matières ferrugineuses, que par les grands mouvements de la nature dans les tremblements de terre et dans la production des basaltes et des laves, qui tous sont magnétiques, on ne doit pas être si fort émerveillé du mouvement de l'aiguille aimantée vers l'ouest ou vers l'est; car sa direction doit varier et changer selon qu'il se forme de nouvelles mines dont l'action favorise ou contrarie celles des mines plus anciennes.

Par exemple, la déclinaison de l'aiguille à Paris était, en 1580, de onze degrés à l'est. Le pôle magnétique, e'est-à-dire les masses ferrugineuses et magnétiques qui le formaient étaient donc situées dans le nord de l'Europe, et peut-être en Sibérie : mais eomme depuis cette année 1580 l'on a commencé à défricher quelques terrains dans l'Amérique septentrionale, et qu'on a découvert et travaillé des mines de fer en Canada et dans plusieurs autres parties de eette région de l'Amérique, l'aiguille s'est peu à peu portée vers l'ouest, par l'attraction de ees mines nouvelles, plus puissante que eelle des anciennes; et ce mouvement progressif de l'aiguille pourrait devenir rétrograde s'il se découvrait dans le nord de l'Europe et de l'Asie d'autres grandes masses ferrugineuses qui, par leur exploitation à l'air et leur aimantation, deviendraient bientôt des pôles magnétiques aussi et peut-être plus puissants que celui qui détermine aujourd'hui la déclinaison de l'aiguille vers le nord de l'Amérique, et dont l'existence est prouvée par les observations.

Parmi ees causes, toutes accidentelles, qui doivent faire echanger la direction de l'aimant, l'on doit compter eomme l'une des plus puissantes l'éruption des volcans, et les torrents de laves et de basaltes, dont la substance est toujours mêlée de beaucoup de fer. Ces laves et ees basaltes occupent souvent de très-grandes étendues à la surface de la terre, et doivent par conséquent influencer sur la direction de l'aimant; en sorte qu'un volcan, qui, par ses éjections, produit souvent de longues chaînes de collines eomposées de laves et de basaltes, forme pour ainsi dire de nouvelles mines de fer dont l'action doit seconder ou contrarier l'effet des autres mines sur la direction de l'aimant.

Nous pouvons même assurer que ees basaltes peuvent former non-seulement de nouvelles mines de fer, mais aussi de véritables masses d'aimant; car leurs colonnes ont souvent des pôles bien décidés d'attraction et de répulsion. Par exemple, les colonnes de basaltes des bords de la Volane, près de Val en Vivarais, ainsi que celles de la montagne de Chenavari, près de Rochemaure, qui ont plus de douze pieds de hauteur, présentent plusieurs colonnes douées de eette vertu magnétique, laquelle peut leur avoir été eommuniquée par les foudres électriques ou par le magnétisme général du globe (1).

Il en est de même des tremblements de terre et des bouleversements que produisent leurs mouvements subits et désastreux : ce sont les foudres de l'électricité souterraine, dont les eoups frappent et soulèvent par secousses de grandes portions de terre, et dès lors toute la matière ferrugineuse qui se trouve dans eette grande étendue devient magnétique par l'action de eette foudre électrique; ce qui produit eencore de nouvelles mines attirables à l'aimant, dans les lieux où il n'existait auparavant que du fer en rouille, en ocre, et qui, dans cet état, n'était point magnétique.

Les grands incendies des forêts produisent aussi une quantité considérable de matière ferrugineuse et magnétique. La plus grande partie des terres du Nouveau

(1) Note communiquée par M. Faujas de Saint-Fond.

Monde étaient non-seulement couvertes, mais encore encombrées de bois morts ou vivants, auxquels on a mis le feu pour donner du jour et rendre la terre susceptible de culture. Et c'est surtout dans l'Amérique septentrionale que l'on a brûlé et que l'on brûle encore ces immenses forêts dans une vaste étendue; et cette cause particulière peut avoir influé sur la déclinaison vers l'ouest de l'aimant en Europe.

On ne doit donc regarder la déclinaison de l'aimant que comme un effet purement accidentel, et le magnétisme comme un produit particulier de l'électricité du globe. Nous allons exposer en détail tous les faits qui ont rapport aux phénomènes de l'aimant, et l'on verra qu'aucun ne démentira la vérité de cette assertion.

ARTICLE II.

DE LA NATURE ET DE LA FORMATION DE L'AIMANT.

L'aimant n'est qu'un minéral ferrugineux qui a subi l'action du feu, et ensuite a reçu, par l'électricité générale du globe terrestre, son magnétisme particulier. L'aimant primordial est une mine de fer en roche vitreuse, qui ne diffère des autres mines de fer produites par le feu primitif qu'en ce qu'elle attire puissamment les autres matières ferrugineuses qui ont de même subi l'action du feu. Ces mines de l'aimant primordial sont moins fusibles que les autres mines primitives de fer; elles approchent de la nature du régule de ce métal, et c'est par cette raison qu'elles sont plus difficiles à fondre. L'aimant primordial a donc souffert une plus violente ou plus longue impression du feu primitif que les autres mines de fer; et il a en même temps acquis la vertu magnétique par l'action de la force qui, dès le commencement, a produit l'électricité du globe.

Cet aimant de première formation a communiqué sa vertu aux matières ferrugineuses qui l'environnaient; il a même formé de nouveaux aimants par le mélange de ses débris avec d'autres matières; et ces aimants de seconde formation ne sont aussi que des minéraux ferrugineux, provenant des débris du fer en état métallique, et qui sont devenus magnétiques par la seule exposition à l'action de l'électricité générale. Et comme le fer qui demeure longtemps dans la même situation acquiert toutes les propriétés du véritable aimant, on peut dire que l'aimant et le fer ne sont au fond que la même substance, qui peut également prendre du magnétisme à l'exclusion de toutes les autres matières minérales, puisque cette même propriété magnétique ne se trouve dans aucun autre métal, ni dans aucune autre matière vitreuse ou calcaire. L'aimant de première formation est une fonte ou régule de fer mêlé d'une matière vitreuse, pareille à celle des autres mines primordiales de fer: mais, dans les aimants de seconde formation, il s'en trouve dont la matière pierreuse est calcaire ou mélangée d'autres substances hétérogènes. Ces

aimants secondaires varient plus que les premiers par la couleur, la pesanteur et par la quantité de force magnétique.

Mais cette matière vitreuse ou calcaire des différentes pierres d'aimant n'est nullement susceptible de magnétisme, et ce n'est qu'aux parties ferrugineuses contenues dans ces pierres qu'on doit attribuer cette propriété; et dans toute pierre d'aimant, vitreuse ou calcaire, la force magnétique est d'autant plus grande que la pierre contient plus de parties ferrugineuses sous le même volume, en sorte que les meilleurs aimants sont ceux qui sont les plus pesants. C'est par cette raison qu'on peut donner au fer, et mieux encore à l'acier, comme plus pesant que le fer, une force magnétique encore plus grande que celle de la pierre d'aimant, parce que l'acier ne contient que peu ou point de particules terrestres, et qu'il est presque uniquement composé de parties ferrugineuses réunies ensemble sous le plus petit volume, c'est-à-dire d'aussi près qu'il est possible.

Ce qui démontre l'affinité générale entre le magnétisme et toutes les mines de fer qui ont subi l'action du feu primitif, c'est que toutes ces mines sont attirables à l'aimant, que réciproquement elles attirent, au lieu que les mines de fer en rouille, en ocre et en grains, formées postérieurement par l'intermède de l'eau, ont perdu cette propriété magnétique, et ne la reprennent qu'après avoir subi de nouveau l'action du feu. Il en est de même de tous nos fers et de nos aciers : c'est parce qu'ils ont, comme les mines primitives, subi l'action d'un feu violent, qu'ils sont attirables à l'aimant. Ils ont donc, comme les mines primordiales de fer, un magnétisme passif que l'on peut rendre actif, soit par le contact de l'aimant, soit par la simple exposition à l'impression de l'électricité générale.

Pour bien entendre comment s'est opérée la formation des premiers aimants, il suffit de considérer que toute matière ferrugineuse qui a subi l'action du feu, et qui demeure quelque temps exposée à l'air dans la même situation, acquiert le magnétisme et devient un véritable aimant : ainsi, dès les premiers temps de l'établissement des mines primordiales de fer, toutes les parties extérieures de ces masses, qui étaient exposées à l'air et qui sont demeurées dans la même situation, auront reçu la vertu magnétique par la cause générale qui produit le magnétisme du globe, tandis que toutes les parties de ces mêmes mines qui n'étaient pas exposées à l'action de l'atmosphère, n'ont point acquis cette vertu magnétique; il s'est donc formé dès lors, et il peut encore se former des aimants sur les sommets et les faces découvertes des mines de fer, et dans toutes les parties de ces mines qui sont exposés à l'action de l'atmosphère.

Ainsi les mines d'aimant ne sont que des mines de fer qui se sont aimantées par l'action de l'électricité générale : elles ne sont pas, à beaucoup près, en aussi grande masse que celles de fer, parce qu'il n'y a que les parties découvertes de ces mines qui aient pu recevoir la vertu magnétique : les mines d'aimant ne doivent donc se trouver et ne se trouvent en effet que dans les parties les plus extérieures de ces mines primordiales de fer, et jamais à de grandes profondeurs, à moins que ces mines n'aient été excavées, ou qu'elles ne soient voisines de quelques cavernes

dans lesquelles les influences de l'atmosphère auraient pu produire le même effet que sur les sommets ou sur les faces découvertes de ces mines primitives.

Maintenant on ne peut douter que le magnétisme général du globe ne forme deux courants, dont l'un se porte de l'équateur au nord, et l'autre, en sens contraire, de l'équateur au sud : la direction de ces courants est sujette à variation, tant pour les lieux que pour le temps; et ces variations proviennent des inflexions du courant de la force magnétique, qui suit le gisement des matières ferrugineuses, et qui change à mesure qu'elles se découvrent à l'air ou qu'elles s'enfouissent par l'affaissement des cavernes, par l'effet des volcans, des tremblements de terre, ou de quelque autre cause qui change leur exposition : elles acquièrent donc ou perdent la vertu magnétique par ce changement de position, et dès lors la direction de cette force doit varier, et tendre vers ces mines ferrugineuses nouvellement découvertes, en s'éloignant de celles qui se sont enfoncées.

Les variations dans la direction de l'aimant démontrent que les pôles magnétiques ne sont pas les mêmes que les pôles du globe, quoique en général la direction de la force qui produit le magnétisme tende de l'équateur aux deux pôles terrestres. Les matières ferrugineuses, qui seules peuvent recevoir du courant de cette force les propriétés de l'aimant, forment des pôles particuliers selon le gisement local et la quantité plus ou moins grande des mines d'aimant et de fer.

L'aimant primordial n'a pas acquis au même instant son attraction et sa direction; car le fer reçoit d'abord la force attractive, et ne prend des pôles qu'en plus ou moins de temps, suivant sa position et selon la proportion de ses dimensions. Il paraît donc que, dès le temps de l'établissement et de la formation des premières mines de fer par le feu primitif, les parties exposées à l'action de l'atmosphère ont reçu d'abord la force attractive, et ont pris ensuite des pôles fixes, et acquis la puissance de se diriger vers les parties polaires du globe. Ces premiers aimants ont certainement conservé ces forces attractives et directives, quoiqu'elles agissent sans cesse au dehors, ce qui semblerait devoir les épuiser; mais au contraire elles se communiquent de l'aimant au fer sans souffrir aucune perte ni diminution.

Plusieurs physiciens qui ont traité de la nature de l'aimant, se sont persuadé qu'il circulait dans l'aimant une matière qui en sortait incessamment après y être entrée et en avoir pénétré la substance. Le célèbre géomètre Euler, et plusieurs autres (1), voulant expliquer mécaniquement les phénomènes magnétiques, ont adopté l'hypothèse de Descartes, qui suppose dans la substance de l'aimant des conduits et des pores si étroits, qu'ils ne sont perméables qu'à cette matière magnétique, selon eux, plus subtile que toute autre matière subtile; et, selon eux encore, ces pores de l'aimant et du fer sont garnis de petites soupapes, de filets ou de poils mobiles, qui

(1) Je voudrais excepter de ce nombre Daniel Bernoulli, homme d'un esprit excellent. « Je me sens, dit-il, de la répugnance à croire que la nature ait formé cette matière cannelée et ces conduits magnétiques qui ont été imaginés par quelques physiciens, uniquement pour nous donner le spectacle des différents jeux de l'aimant. » Néanmoins ce grand mathématicien rapporte, comme les autres, à des causes mécaniques les effets de l'aimant; ses hypothèses sont seulement plus générales et moins multipliées.

tantôt obéissent et tantôt s'opposent au courant de cette matière si subtile. Ils se sont efforcés de faire cadrer les phénomènes du magnétisme avec ces suppositions peu naturelles et plus que précaires, sans faire attention que leur opinion n'est fondée que sur la fausse idée qu'il est possible d'expliquer mécaniquement tous les effets des forces de la nature. Euler a même cru pouvoir démontrer la cause de l'attraction universelle par l'action du même fluide qui, selon lui, produit le magnétisme. Cette prétention, quoique vaine et mal conçue, n'a pas laissé de prévaloir dans l'esprit de quelques physiciens ; et cependant, si l'on considère sans préjugé la nature et ses effets, et si l'on réfléchit sur les forces d'attraction et d'impulsion qui l'animent, on reconnaîtra que leurs causes ne peuvent ni s'expliquer ni même se concevoir par cette mécanique matérielle qui n'admet que ce qui tombe sous nos sens, et rejette, en quelque sorte, ce qui n'est aperçu que par l'esprit ; et de fait l'action de la pesanteur ou de l'attraction peut-elle se rapporter à des effets mécaniques et s'expliquer par des causes secondaires, puisque cette attraction est une force générale, une propriété primitive, et un attribut essentiel de toute matière ? Ne suffit-il pas de savoir que toute matière s'attire, et que cette force s'exerce non-seulement dans toutes les parties de la masse du globe terrestre, mais s'étend même depuis le soleil jusqu'aux corps les plus éloignés dans notre univers, pour être convaincu que la cause de cette attraction ne peut nous être connue, puisque son effet étant universel, et s'exerçant généralement dans toute matière, cette cause ne nous offre aucune différence, aucun point de comparaison, ni par conséquent aucun indice de connaissance, aucun moyen d'explication ? En se souvenant donc que nous ne pouvons rien juger que par comparaison, nous verrons clairement qu'il est non-seulement vain, mais absurde, de vouloir rechercher et expliquer la cause d'un effet général et commun à toute matière, tel que l'attraction universelle, et qu'on doit se borner à regarder cet effet général comme une vraie cause à laquelle on doit rapporter les autres forces, en comparant leurs différents effets ; et si nous comparons l'attraction magnétique à l'attraction universelle, nous verrons qu'elles diffèrent très-essentiellement. L'aimant est, comme toute autre matière, sujet aux lois de l'attraction générale, et en même temps il semble posséder une force attractive particulière, et qui ne s'exerce que sur le fer ou un autre aimant : or nous avons démontré que cette force, qui nous paraît attractive, n'est dans le réel qu'une force impulsive, dont la cause et les effets sont tout différents de ceux de l'attraction universelle.

Dans le système adopté par la plupart des physiciens, on suppose un grand tourbillon de matière magnétique circulant autour du globe terrestre, et de petits tourbillons de cette matière, qui non-seulement circule d'un pôle à l'autre de chaque aimant, mais entre dans leur substance et en sort pour y rentrer. Dans la physique de Descartes, tout était tourbillon, tout s'expliquait par des mouvements circulaires et des impulsions tourbillonnantes : mais ces tourbillons, qui remplissaient l'univers, ont disparu ; il ne reste que ceux de la matière magnétique dans la tête de ces physiciens. Cependant l'existence de ces tourbillons magnétiques, est

aussi peu fondée que celle des tourbillons planétaires ; et on peut démontrer, par plusieurs faits, que la force magnétique ne se meut pas en tourbillon autour du globe terrestre, non plus qu'autour de l'aimant.

La vertu magnétique que l'aimant possède éminemment, peut de même appartenir au fer, puisque l'aimant la lui communique par le simple contact, et que même le fer l'acquiert sans ce secours, lorsqu'il est exposé aux impressions de l'atmosphère ; le fer devient alors un véritable aimant, s'il reste longtemps dans la même situation ; de plus, il s'aimante assez fortement par la percussion, par le frottement de la lime, ou seulement en le pliant et repliant plusieurs fois : mais ces derniers moyens ne donnent au fer qu'un magnétisme passager, et ce métal ne conserve la vertu magnétique que quand il l'a empruntée de l'aimant, ou bien acquise par une exposition à l'action de l'électricité générale pendant un temps assez long pour prendre des points fixes dans une direction déterminée.

Lorsque le fer, tenu longtemps dans la même situation, acquiert de lui-même la vertu magnétique, qu'il la conserve, et qu'il peut même la communiquer à d'autres fers, comme le fait l'aimant, doit-on se refuser à croire que, dans les mines primitives, les parties qui se sont trouvées exposées à ces mêmes impressions de l'atmosphère ne soient pas celles qui ont acquis la vertu magnétique, et que par conséquent toutes les pierres d'aimant, qui ne forment que de petits blocs en comparaison des montagnes et des autres masses des mines primordiales de fer, étaient aussi les seules parties exposées à cette action extérieure qui leur a donné les propriétés magnétiques ? Rien ne s'oppose à cette vue, ou plutôt à ce fait ; car la pierre d'aimant est certainement une matière ferrugineuse, moins fusible, à la vérité, que la plupart des autres mines de fer ; et cette dernière propriété indique seulement qu'il a fallu peut-être le concours de deux circonstances pour la production de ces aimants primitifs, dont la première a été la situation et l'exposition constante à l'impression du magnétisme général, et la seconde une qualité différente dans la matière ferrugineuse qui compose la substance de l'aimant : car la mine d'aimant n'est plus difficile à fondre que les autres mines de fer en roche que par cette différence de qualité. L'aimant primordial approche, comme nous l'avons dit, de la nature du régule de fer, qui est bien moins fusible que sa mine. Ainsi cet aimant primitif est une mine de fer qui, ayant subi une plus forte action du feu que les autres mines, est devenue moins fusible ; et en effet, les mines d'aimant ne se trouvent pas, comme les autres mines de fer, par grandes masses continues, mais par petits blocs placés à la surface de ces mêmes mines où le feu primitif, animé par l'air, était plus actif que dans leur intérieur.

Ces blocs d'aimant sont plus ou moins gros et communément séparés les uns des autres : chacun a sa sphère particulière d'attraction et ses pôles ; et puisque le fer peut acquérir de lui-même toutes ces propriétés dans les mêmes circonstances, ne doit-on pas en conclure que, dans les mines primordiales de fer, les parties qui étaient exposées au feu plus vif que l'air excitait à la surface du globe en incandescence, auront subi une plus violente action de ce feu, et se seront en même temps

divisées, fendues, séparées, et qu'elles auront acquies d'elles-mêmes cette puissance magnétique qui ne diminue ni ne s'épuise, et demeure toujours la même, parce qu'elle dépend d'une cause extérieure, toujours subsistante et toujours agissante ?

La formation des premiers aimants me paraît donc bien démontrée, mais la cause première du magnétisme, en général, n'était pas mieux connue. Pour deviner ou même soupçonner quelles peuvent être la cause ou les causes d'un effet particulier de la nature, tel que le magnétisme, il fallait auparavant considérer les phénomènes, en exposant tous les faits acquis par l'expérience et l'observation. Il fallait les comparer entre eux, et avec d'autres faits analogues, afin de pouvoir tirer du résultat de ces comparaisons les lumières qui devaient nous guider dans la recherche des causes inconnues et cachées : c'est la seule route que l'on doit prendre et suivre, puisque ce n'est que sur des faits bien avérés, bien entendus, qu'on peut établir des raisonnements solides ; et plus ces faits seront multipliés, plus il deviendra possible d'en tirer des inductions plausibles, et de les réunir pour en faire la base d'une théorie bien fondée, telle que nous paraît être celle que j'ai présentée dans le premier chapitre de ce traité.

Mais, comme les faits particuliers qu'il nous reste à exposer sont aussi nombreux que familiers, qu'ils paraissent quelquefois opposés ou contraires, nous commencerons par les phénomènes qui ont rapport à l'attraction ou à la répulsion de l'aimant, et ensuite nous exposerons ceux qui nous indiquent sa direction avec ses variations, tant en déclinaison qu'en inclinaison. Chacune de ces grandes propriétés de l'aimant doit être considérée en particulier, et d'autant plus attentivement qu'elles paraissent moins dépendantes les unes des autres, et qu'en ne les jugeant que par les apparences, leurs effets sembleraient provenir de causes différentes.

Au reste, si nous recherchons le temps où l'aimant et ses propriétés ont commencé d'être connus, ainsi que les lieux où ce minéral se trouvait anciennement, nous verrons, par le témoignage de Théophraste, que l'aimant était rare chez les Grecs, qui ne lui connaissaient d'autre propriété que celle d'attirer le fer : mais du temps de Pline, c'est-à-dire trois siècles après, l'aimant était devenu plus commun ; et aujourd'hui il s'en trouve plusieurs mines dans les terres voisines de la Grèce, ainsi qu'en Italie, et particulièrement à l'île d'Elbe. On doit donc présumer que la plupart des mines de ces contrées ont acquies, depuis le temps de Théophraste, leur vertu magnétique, à mesure qu'elles ont été découvertes, soit par des effets de la nature, soit par le travail des hommes ou par le feu des volcans.

On trouve de même des mines d'aimant dans presque toutes les parties du monde, et surtout dans les pays du Nord, où il y a beaucoup plus de mines primordiales de fer que dans les autres régions de la terre. Nous avons donné ci-devant la description des mines aimantées de Sibérie, et l'on sait que l'aimant est si commun en Suède et en Norwége, qu'on en fait un commerce assez considérable.

Les voyageurs nous assurent qu'en Asie il y a de bons aimants au Bengale, à Siam, à la Chine et aux îles Philippines ; ils font aussi mention de l'Afrique et de l'Amérique.

ARTICLE III.

DE L'ATTRACTION ET DE LA RÉPULSION DE L'AIMANT.

Le mouvement du magnétisme semble être composé de deux forces, l'une attractive et l'autre directive. Un aimant, de quelque figure qu'il soit, attire le fer de tous côtés et dans tous les points de sa surface ; et plus les pierres d'aimant sont grosses, moins elles ont de force attractive, relativement à leur volume ; elles en ont d'autant plus qu'elles sont plus pesantes, et toutes ont beaucoup moins de puissance d'attraction quand elles sont nues que quand elles sont armées de fer ou d'acier. La force directive au contraire se marque mieux, et avec plus d'énergie sur les aimants nus que sur ceux qui sont armés.

Quelques savants physiiciens, et, entre autres Taylor et Muschenbroek, ont essayé de déterminer par des expériences l'étendue de la sphère d'attraction de l'aimant, et l'intensité de cette action à différentes distances ; ils ont observé qu'avec de bons aimants cette force attractive était sensible jusqu'à treize ou quatorze pieds de distance ; et, sans doute, elle s'étend encore plus loin. Ils ont aussi reconnu que rien ne pouvait intercepter l'action de cette force, en sorte qu'un aimant renfermé dans une boîte agit toujours à la même distance. Ces faits suffisent pour qu'on puisse concevoir qu'en plaçant et cachant des aimants et du fer en différents endroits, même assez éloignés, on peut produire des effets qui paraissent merveilleux, parce qu'ils s'opèrent à quelque distance, sans action apparente d'aucune matière intermédiaire, ni d'aucun mouvement communiqué.

Les anciens n'ont connu que cette première propriété de l'aimant ; ils savaient que le fer, de quelque côté qu'on le présente, est toujours attiré par l'aimant, ils n'ignoraient pas que deux aimants présentés l'un à l'autre s'attirent ou se repoussent. Les physiiciens modernes ont démontré que cette attraction et cette répulsion entre deux aimants sont égales, et que la plus forte attraction se fait lorsqu'on présente directement les pôles de différents noms, c'est-à-dire le pôle austral d'un aimant au pôle boréal d'un autre aimant ; et que de même la répulsion est la plus forte quand on présente l'un à l'autre les pôles de même nom. Ensuite ils ont cherché la loi de cette attraction et de cette répulsion ; ils ont reconnu qu'au lieu d'être, comme la loi de l'attraction universelle, en raison inverse du carré de la distance, cette attraction et cette répulsion magnétiques ne décroissent pas même autant que la distance augmente : mais lorsqu'ils ont voulu graduer l'échelle de cette loi, ils y ont trouvé tant d'inconstance et de si grandes variations, qu'ils n'ont pu déterminer aucun rapport fixe, aucune proportion suivie, entre les degrés de puissance de cette force attractive et les effets qu'elle produit à différentes distances ; tout ce qu'ils ont pu conclure d'un nombre infini d'expériences, c'est que la force attrac-

tive de l'aimant décroît proportionnellement plus dans les grandes que dans les petites distances.

Nous venons de dire que les aimants ne sont pas tous d'égale force, à beaucoup près; que plus les pierres d'aimant sont grosses, moins elles ont de force attractive relativement à leur volume, et qu'elles en ont d'autant plus qu'elles sont plus pesantes, à volume égal : mais nous devons ajouter que les aimants les plus puissants ne sont pas toujours les plus généreux, en sorte que quelquefois ces aimants plus puissants ne communiquent pas au fer autant de leur vertu attractive que des aimants plus faibles et moins riches, mais en même temps moins avares de leur propriété.

La sphère d'activité des aimants faibles est moins étendue que celle des aimants forts; et, comme nous l'avons dit, la force attractive des uns et des autres décroît beaucoup plus dans les grandes que dans les petites distances : mais, dans le point de contact, cette force, dont l'action est très-inégal à toutes les distances dans les différents aimants, produit alors un effet moins inégal dans l'aimant faible et dans l'aimant fort, de sorte qu'il faut employer des poids inégaux pour séparer les aimants forts et les aimants faibles, lorsqu'ils sont unis au fer ou à l'aimant par un contact immédiat.

Le fer attire l'aimant autant qu'il en est attiré : tous deux, lorsqu'ils sont en liberté, font la moitié du chemin pour s'approcher ou se joindre. L'action et la réaction sont ici parfaitement égales, mais un aimant attire le fer de quelque côté qu'on le présente, au lieu qu'il n'attire un autre aimant que dans un sens, et qu'il le repousse dans le sens opposé.

La limaille de fer est attirée plus puissamment par l'aimant que la poudre même de la pierre d'aimant, parce qu'il y a plus de parties ferrugineuses dans le fer forgé que dans cette pierre, qui néanmoins agit de plus loin sur le fer non aimanté; car le fer n'a par lui-même aucune force attractive : deux blocs de ce métal, mis l'un auprès de l'autre, ne s'attirent pas plus que deux masses de toute autre matière; mais dès que l'un ou l'autre, ou tous deux, ont reçu la vertu magnétique, ils produisent les mêmes effets, et présentent les mêmes phénomènes que la pierre d'aimant, qui n'est en effet qu'une masse ferrugineuse aimantée par la cause générale du magnétisme. Le fer ne prend aucune augmentation de poids par l'imprégnation de la vertu magnétique; la plus grosse masse de fer ne pèse pas un grain de plus, quelque fortement qu'elle soit aimantée : le fer ne reçoit donc aucune matière réelle par cette communication, puisque toute matière est pesante, sans même en excepter celle du feu. Cependant le feu violent agit sur l'aimant et sur le fer aimanté; il diminue beaucoup, ou plutôt il suspend leur force magnétique lorsqu'ils sont échauffés jusqu'à l'incandescence, et ils ne reprennent cette vertu qu'à mesure qu'ils se refroidissent. Une chaleur égale à celle du plomb fondu ne suffit pas pour produire cet effet : et d'ailleurs le feu, quelque violent qu'il soit, laisse toujours à l'aimant et au fer aimanté quelque portion de leurs forces; car, dans l'état de la plus grande incandescence, ils donnent encore des signes sensibles,

quoique faibles, de leur magnétisme. M. Épinus a même éprouvé que des aimants naturels portés à l'état d'incandescence, refroidis ensuite, et placés entre deux grandes barres d'acier fortement aimantées, acquerraient un magnétisme plus fort; et, par la comparaison de ses expériences, il paraît que plus un aimant est vigoureux par sa nature, mieux il reçoit et conserve ce surcroît de force.

L'action du feu ne fait donc que diminuer ou suspendre la vertu magnétique, et concourt même quelquefois à l'augmenter : cependant la percussio, qui produit toujours de la chaleur lorsqu'elle est répétée, semble détruire cette force en entier; car si l'on frappe fortement et par plusieurs coups successifs une lame de fer aimantée, elle perdra sa vertu magnétique, tandis qu'en frappant de même une semblable lame non aimantée, celle-ci acquerra, par cette percussio, d'autant plus de force magnétique que les coups seront plus forts et plus répétés : mais il faut remarquer que la percussio, ainsi que l'action du feu, qui semble détruire la vertu magnétique, ne font que la changer ou la chasser, pour en substituer une autre, puisqu'elles suffisent pour aimanter le fer qui ne l'est pas; elles ôtent donc au fer aimanté la force communiquée par l'aimant et en même temps y portent et lui substituent une nouvelle force magnétique, qui devient très-sensible lorsque la percussio est continuée; le fer perd la première, et acquiert la seconde, qui est souvent plus faible et moins durable : il arrive ici le même effet à peu près que quand on passe sur un aimant faible du fer aimanté par un aimant fort; ce fer perd la grande force magnétique qui lui avait été communiquée par l'aimant fort, et il acquiert en même temps la petite force que peut lui donner l'aimant faible.

Si l'on met dans un vase de la limaille de fer et qu'on la comprime assez pour en faire une masse compacte, à laquelle on donnera la vertu magnétique en l'appliquant ou la frottant contre l'aimant, elle la recouvrira comme toute autre matière ferrugineuse; mais cette même limaille de fer comprimée, qui a reçu la vertu magnétique, perdra cette vertu dès qu'elle ne fera plus masse, et qu'elle sera réduite au même état pulvérulent où elle était avant d'avoir été comprimée. Il suffit donc de changer la situation respective des parties constituantes de la masse, pour faire évanouir la vertu magnétique; chacune des particules de limaille doit être considérée comme une petite aiguille aimantée, qui dès lors a sa direction et ses pôles. En changeant donc la situation respective des particules, leurs forces attractives et directives seront changées et détruites les unes par les autres. Ceci doit s'appliquer à l'effet de la percussio, qui, produisant un changement de situation dans les parties du fer aimanté, fait évanouir sa force magnétique. Cela nous démontre aussi la cause d'un phénomène qui a paru singulier, et assez difficile à expliquer.

Si l'on met une pierre d'aimant au-dessus d'une quantité de limaille de fer que l'on agitera sur un carton, cette limaille s'arrangera en formant plusieurs courbes séparées les unes des autres, et qui laissent deux vides aux endroits qui correspondent aux pôles de la pierre : on croirait que ces vides sont occasionnés par une répulsion qui ne se fait que dans ces deux endroits, tandis que l'attraction s'exerce sur la limaille dans tous les autres points; mais lorsqu'on présente l'aimant sur

la limaille de fer sans la secouer, ce sont, au contraire, les pôles de la pierre qui toujours s'en chargent le plus. Ces deux effets opposés sembleraient, au premier coup d'œil, indiquer que la force magnétique est tantôt très-active et tantôt absolument inactive aux pôles de l'aimant : cependant il est très-certain, et même nécessaire, que ces deux effets, qui semblent être contraires, proviennent de la même cause ; et comme rien ne trouble l'effet de cette cause dans l'un des cas, et qu'elle est troublée dans l'autre par les secousses qu'on donne à la limaille, on doit en inférer que la différence ne dépend que du mouvement donné à chaque particule de la limaille.

En général, ces particules étant autant de petites aiguilles qui ont reçu de l'aimant les forces attractive et directive presque en même temps et dans le même sens, elles doivent perdre ces forces et changer de direction dès que, par le mouvement qu'on leur imprime, leur situation est changée. La limaille sera par conséquent attirée et s'amoncèlera lorsque les pôles austraux de ces petites aiguilles seront disposés dans le sens du pôle boréal de l'aimant, parce que, dans tout aimant ou fer aimanté, les pôles de différents noms s'attirent, et ceux de même nom se repoussent.

Il peut arriver cependant quelquefois, lorsqu'on présente un aimant vigoureux à un aimant faible, que les pôles de même nom s'attirent au lieu de se repousser : mais ils ont cessé d'être semblables lorsqu'ils tendent l'un vers l'autre ; l'aimant fort détruit par sa puissance la vertu magnétique de l'aimant faible et lui en communique une nouvelle qui change ses pôles. On peut expliquer par cette même raison plusieurs phénomènes analogues à cet effet, et particulièrement celui que M. Épinus a observé le premier, et que nous citons, par extrait, dans la note ci-dessous (1).

Nous devons ajouter à ces faits un autre fait qui démontre également que la rési-

(1) Que l'on tienne verticalement un aimant au-dessus d'une table sur laquelle on aura placé une petite aiguille d'acier à une certaine distance du point au-dessus duquel l'aimant sera suspendu, l'aiguille tendra vers l'aimant et son extrémité la plus voisine de l'aimant s'élèvera au-dessus de la surface de la table : si l'on frappe légèrement la table par-dessous, l'aiguille se soulèvera en entier ; et lorsqu'elle sera retombée, elle se trouvera plus près du point correspondant au-dessous de l'aimant ; son extrémité, s'élevant davantage, formera avec la table un angle moins aigu, et, à force de petits coups réitérés, elle parviendra précisément au-dessous de l'aimant, et se tiendra perpendiculaire. Si, au contraire, on place l'aimant au-dessous de la table, ce sera l'extrémité de l'aiguille la plus éloignée de l'aimant qui s'élèvera ; l'aiguille mise en mouvement par de légères secousses, se trouvera toujours, après être retombée, à une plus grande distance du point correspondant au-dessus de l'aimant : son extrémité s'élèvera moins au-dessus de la table, et formera un angle plus aigu. L'aiguille acquiert la vertu magnétique par la proximité de l'aimant. L'extrémité de l'aiguille opposée à cet aimant prend un pôle contraire au pôle de l'aimant dont elle est voisine ; elle doit donc être attirée pendant que l'autre extrémité sera repoussée. Ainsi l'aiguille prendra successivement une position où l'une de ses extrémités sera le plus près, et l'autre le plus loin possible de l'aimant : elle doit donc tendre à se diriger parallèlement à une ligne droite que l'on pourrait tirer de son centre de gravité à l'aimant. Lorsque l'aiguille s'élève pour obéir à la petite secousse, la tendance que nous venons de reconnaître lui donne, pendant qu'elle est en l'air, une nouvelle position relativement à l'aimant ; et s'il est suspendu au-dessus de la table, cette nouvelle position est telle, que l'aiguille en retombant se trouve plus près du point correspondant au-dessous de l'aimant : si, au contraire, l'aimant est au-dessous de la table, la nouvelle position donnée à l'aiguille pendant qu'elle est encore en l'air, fait nécessairement qu'après être tombée elle se trouve plus éloignée du point au-dessous duquel l'aimant a été placé. Il est inutile de dire que, si l'on remplace la petite aiguille par de la limaille de fer, l'on voit les mêmes effets produits dans toutes les particules qui composent la limaille.

dence fixe ainsi que la direction décidée de la force magnétique, ne dépendent, dans le fer et l'aimant, que de la situation constante de leurs parties dans le cas où elles ont reçu cette force : le fer n'acquiert de lui-même la vertu magnétique, et l'aimant ne la communique au fer, que dans une seule et même direction ; car si l'on aimante un fil de fer selon sa longueur, et qu'ensuite on le plie de manière qu'il forme des angles et crochets, il perd dès lors sa force magnétique, parce que la direction n'est pas la même, et que la situation des parties a été changée dans les plis qui forment ces crochets ; les pôles des diverses parties du fer se trouvent alors situés, les uns relativement aux autres, de manière à diminuer ou détruire mutuellement leur vertu, au lieu de la conserver ou de l'aceroître : et non-seulement la force magnétique se perd dans ces parties angulaires, mais même elle ne subsiste plus dans les autres parties du fil de fer qui n'ont point été pliés ; car le déplacement des pôles et le changement de direction occasionnés par les plis, suffisent pour faire perdre cette force au fil de fer dans toute son étendue.

Mais, si l'on passe un fil de fer par la filière, dans le même sens qu'il a été aimanté, il conservera sa vertu magnétique, quoique les parties constituantes aient changé de position en s'éloignant les unes des autres, et que toutes aient concouru, plus ou moins, à l'allongement de ce fil de fer par leur déplacement ; preuve évidente que la force magnétique subsiste ou s'évanouit selon que la direction se conserve la même lorsque le déplacement se fait dans le même sens, ou que cette direction devient différente lorsque le déplacement se fait dans un sens opposé.

On peut considérer un morceau de fer ou d'acier comme une masse de limaille dont les particules sont seulement plus rapprochées et réunies de plus près que dans le bloc de limaille comprimée : aussi faut-il un violent mouvement, tel que celui d'une flexion forcée ou d'une forte percussion, pour détruire la force magnétique dans le fer ou l'acier par le changement de la situation respective de leurs parties ; au lieu qu'en donnant un coup assez léger sur la masse de la limaille comprimée, on fait évanouir à l'instant la force magnétique, parce que ce coup suffit pour changer la situation respective de toutes les particules de la limaille.

Si l'on ne passe qu'une seule fois une lame de fer ou d'acier sur l'aimant, elle ne reçoit que très-peu de force magnétique par ce premier frottement ; mais en le réitérant quinze ou vingt fois, toujours dans le même sens, le fer ou l'acier prendront presque toute la force magnétique qu'ils peuvent comporter, et on ne leur en donnerait pas davantage en continuant plus longtemps les mêmes frottements : mais si, après avoir aimanté une pièce de fer ou d'acier dans un sens, on la passe sur l'aimant dans un sens opposé, elle perd la plus grande partie de la vertu qu'elle avait acquise, et peut même la perdre tout à fait en réitérant les frottements dans ce sens contraire. Ce sont ces phénomènes qui ont fait imaginer à quelques physiiciens que la force magnétique rend mobiles les particules dont le fer est composé. Au reste, si l'on ne fait que poser le fer ou l'acier sur l'aimant, sans les presser l'un contre l'autre, ou les appliquer fortement, en les passant dans le même sens, ils ne reçoivent que peu de vertu magnétique, et ce ne sera qu'en les tenant réunis

plusieurs heures de suite qu'ils en acquerront davantage, et cependant toujours moins qu'en les frottant dans le même sens, lentement et fortement, un grand nombre de fois sur l'aimant.

Le feu, la percussion et la flexion, suspendent ou détruisent également la force magnétique, parce que ces trois causes changent également la situation respective des parties constituantes du fer et de l'aimant. Ce n'est même que par ce seul changement de la situation respective de leurs parties, que le feu peut agir sur la force magnétique : car on s'est assuré que cette force passe de l'aimant au fer, à travers la flamme, sans diminution ni changement de direction : ainsi ce n'est pas sur la force même que se porte l'action du feu, mais sur les parties intégrantes de l'aimant ou du fer, dont le feu change la position ; et lorsque, par le refroidissement, cette position des parties se rétablit telle qu'elle était avant l'incandescence, la force magnétique reparaît, et devient quelquefois plus puissante qu'elle ne l'était auparavant.

Un aimant artificiel et homogène, tel qu'un barreau d'acier fortement aimanté, exerce sa force attractive dans tous les points de sa surface, mais fort inégalement : car, si l'on projette de la limaille de fer sur cet aimant, il n'y aura presque aucun point de sa superficie qui ne retienne quelques particules de cette limaille, surtout si elle est réduite en poudre très-fine ; les pôles et les angles de ce barreau seront les parties qui s'en chargeront le plus, et les faces n'en retiendront qu'une bien moindre quantité. La position des particules de limaille sera aussi fort différente ; on les verra perpendiculaires sur les parties polaires de l'aimant, et elles seront inclinées plus ou moins vers ces mêmes pôles dans toutes les autres parties de sa surface.

Rien n'arrête la vertu magnétique : un aimant placé dans l'air ou dans le vide, plongé dans l'eau, dans l'huile, dans le mercure ou dans tout autre fluide, agit toujours également ; renfermé dans une boîte de bois, de pierre, de plomb, de cuivre ou de tout autre métal, à l'exception du fer, son action est encore la même : l'interposition des corps les plus solides ne lui porte aucune atteinte, et ne fait pas obstacle à la transmission de sa force ; elle n'est affaiblie que par le fer interposé, qui, acquérant par cette position la vertu magnétique, peut augmenter, contrebalancer ou détruire celle qui existait déjà, suivant que les directions de ces deux forces particulières coïncident ou divergent.

Mais, quoique les corps interposés ne diminuent pas l'étendue de la sphère active de l'aimant sur le fer, ils ne laissent pas de diminuer beaucoup l'intensité de la force attractive, lorsqu'ils empêchent leur contact. Si l'on interpose entre le fer qu'on veut unir à l'aimant un corps aussi mince que l'on voudra, seulement une feuille de papier, l'aimant ne pourra soutenir qu'une très-petite masse de fer en comparaison de celle qu'il aurait soutenue si le fer lui avait été immédiatement appliqué : cette différence d'effet provient de ce que l'intensité de la force est, sans comparaison, beaucoup plus grande au point de contact, et qu'en mettant obstacle à l'union immédiate du fer avec l'aimant, par un corps intermédiaire, on lui ôte

la plus grande partie de sa force, en ne lui laissant que celle qu'il exerçait au delà de son point de contact. Mais cet effet, qui est si sensible à ce point, devient nul, ou du moins insensible, à toute autre distance; car les corps interposés à un pied, à un pouce, et même à une ligne de l'aimant, ne paraissent faire aucun obstacle à l'exercice de son attraction.

Le fer réduit en rouille cesse d'être attirable à l'aimant; la rouille est une dissolution du fer par l'humidité de l'air, ou, pour mieux dire, par l'action de l'acide aérien, qui, comme nous l'avons dit, a produit tous les autres acides: aussi agissent-ils tous sur le fer, et à peu près de la même manière; car tous le dissolvent, lui ôtent la propriété d'être attiré par l'aimant: mais il reprend cette même propriété lorsqu'on fait exhaler ces acides par le moyen du feu. Cette propriété n'est donc pas détruite en entier dans la rouille et dans les autres dissolutions du fer, puisqu'elle se rétablit dès que le dissolvant en est séparé.

L'action du feu produit dans le fer un effet tout contraire à celui de l'impression des acides ou de l'humidité de l'air; le feu le rend d'autant plus attirable à l'aimant qu'il a été plus violemment chauffé. Ce sablon ferrugineux dont nous avons parlé, et qui est toujours mêlé avec la platine, est plus attirable à l'aimant que la limaille de fer, parce qu'il a subi une plus forte action du feu, et la limaille de fer chauffée jusqu'au blanc devient aussi plus attirable qu'elle ne l'était auparavant; on peut même dire qu'elle devient tout à fait magnétique en certaines circonstances, puisque les petites écailles de fer qui se séparent de la loupe en incandescence frappée par le marteau, présentent les mêmes phénomènes que l'aimant: elles s'attirent, se repoussent et se dirigent comme le font les aiguilles aimantées. On obtient le même effet en faisant sublimer le fer par le moyen du feu (1); et les volcans donnent par la sublimation des matières ferrugineuses qui ont du magnétisme et des pôles comme les fers sublimés et chauffés.

On augmente prodigieusement la force attractive de l'aimant en la réunissant avec la force directive, au moyen d'une armure de fer ou d'acier; car cette armure fait converger les directions, en sorte qu'il ne reste à l'aimant armé qu'une portion des forces directives qu'il avait étant nu, et que ce même aimant nu, qui, par ses parties polaires, ne pouvait soutenir qu'un certain poids de fer, en soutiendra dix, quinze ou vingt fois davantage, s'il est bien armé; et plus le poids qu'il soutiendra étant nu sera petit, plus l'augmentation du poids qu'il pourra porter étant armé sera grande. Les forces directives de l'aimant se réunissent donc avec sa force attractive; et toutes se portant sur l'armure, y produisent une intensité de force bien plus grande, sans que l'aimant en soit plus épuisé. Cela seul prouverait que la force magnétique ne réside pas dans l'aimant, mais qu'elle est déterminée vers le fer et l'aimant par une cause extérieure dont l'effet peut augmenter ou diminuer, selon que les matières ferrugineuses lui sont présentées d'une manière plus ou moins avantageuse: la force attractive n'augmente ici que par sa réunion avec

(1) Expériences faites par MM. de l'Arbre et Quinquet, et communiquées à M. le comte de Buffon en 1786.

la force directive, et l'armure ne fait que réunir ces deux forces pour leur donner plus d'extension ; car, quoique l'attraction, dans l'aimant armé, agisse beaucoup plus puissamment sur le fer, qu'elle retient plus fortement, elle ne s'étend pas plus loin que celle de l'aimant nu.

Cette plus forte attraction, produite par la réunion des forces attractive et directive de l'aimant, paraît s'exercer en raison des surfaces ; par exemple, si la surface plane du pied de l'armure contre laquelle on applique le fer est de 36 lignes carrées, la force d'attraction sera quatre fois plus grande que sur une surface de 9 lignes carrées ; autre preuve que la cause de l'attraction magnétique est extérieure, et ne pénètre pas la masse de l'aimant, puisqu'elle n'agit qu'en raison des surfaces, au lieu que celle de l'attraction universelle, agissant toujours en raison des masses, est une force qui réside dans toute matière. D'ailleurs toute force dont les directions sont différentes, et qui ne tend pas directement du centre à la circonférence, ne peut pas être regardée comme une force intérieure proportionnelle à la masse, et n'est en effet qu'une action extérieure qui ne peut se mesurer que par sa proportion avec la surface (1).

Les deux pôles d'un aimant se nuisant réciproquement par leur action contraire, lorsqu'ils sont trop voisins l'un de l'autre, la position de l'armure et la figure de l'aimant doivent également influencer sur sa force et c'est par cette raison que des aimants faibles gagnent quelquefois davantage à être armés que des aimants plus forts. Cette action contraire de deux pôles trop rapprochés sert à expliquer pourquoi deux barres aimantées qui se touchent, n'attirent pas un morceau de fer avec autant de force que lorsqu'elles sont à une certaine distance l'une de l'autre.

Les pieds de l'armure doivent être placés sur les pôles de la pierre pour réunir le plus de force : ces pôles ne sont pas des points mathématiques, ils ont une certaine étendue, et l'on reconnaît aisément les parties polaires d'un aimant en ce qu'elles retiennent le fer avec une grande énergie, et l'attirent avec plus de puissance que toutes les autres parties de la surface de ce même aimant ne peuvent le retenir ou l'attirer. Les meilleurs aimants sont ceux dont les pôles sont les plus décidés, c'est-à-dire ceux dans lesquels cette inégalité de force est la plus grande. Les plus mauvais aimants sont ceux dont les pôles sont les plus indécis, c'est-à-dire ceux qui ont plusieurs pôles et qui attirent le fer à peu près également dans tous les points de leur surface ; et le défaut de ces aimants vient de ce qu'ils sont composés de plusieurs pièces mal situées relativement les unes aux autres : car, en les divisant en plusieurs parties, chacun de ces fragments n'aura que deux pôles bien décidés et fort actifs.

Nous avons dit que si on aimante un fil de fer en le frottant longitudinalement dans le même sens, il perdra la vertu magnétique en le pliant en crochet, ou le courbant et le contournant en anneau, et cela parce que la force magnétique

(1) M. Daniel Bernouilli a trouvé par plusieurs expériences que la force attractive des aimants artificiels de figure cubique croissait comme la surface, et non pas comme la masse de ces aimants.

ne s'étant déterminée vers ce fil de fer que par un frottement dans le sens longitudinal, elle cesse de se diriger vers ce même fer dès que ce sens est changé ou interrompu ; et lorsqu'il devient directement opposé, cette force produit nécessairement un effet contraire au premier : elle repousse, au lieu d'attirer, et se dirige vers l'autre pôle.

La répulsion dans l'aimant n'est donc que l'effet d'une attraction en sens contraire, et qu'on oppose à elle-même ; toutes deux ne partent pas du corps de l'aimant, mais proviennent et sont des effets d'une force extérieure qui agit sur l'aimant en deux sens opposés ; et dans tout aimant, comme dans le globe terrestre, la force magnétique forme deux courants en sens contraire, qui partent tous deux de l'équateur en se dirigeant aux deux pôles.

Mais on doit observer qu'il y a une inégalité de force entre les deux courants magnétiques du globe, dont l'hémisphère boréal offrant à sa surface beaucoup plus de terre que d'eau, et étant par conséquent moins froid que l'hémisphère austral, ne doit pas déterminer ce courant avec autant de puissance, en sorte que ce courant magnétique boréal a moins d'intensité de force que le courant de l'hémisphère austral, dans lequel la quantité des eaux et des glaces étant beaucoup plus grande que dans le boréal, la condensation des émanations terrestres provenant des régions de l'équateur, doit être aussi rapide et plus grande ; cette même inégalité se reconnaît dans les aimants. M. de Bruno a fait à ce sujet quelques expériences, dont nous citons la plus décisive dans la note ci-dessous (1). Descartes avait dit auparavant que le côté de l'aimant qui tend vers le nord peut soutenir plus de fer dans nos régions septentrionales que le côté opposé, et ce fait a été confirmé par Rahnault, et aujourd'hui par les expériences de M. Bruno. Le pôle boréal est donc le plus fort dans les aimants, tandis que c'est au contraire le pôle le plus faible sur le globe terrestre ; et c'est précisément ce qui détermine les pôles boréaux des aimants à se porter vers le nord, comme vers un pôle dont la quantité de force est différente de celle qu'ils ont reçue.

Lorsqu'on présente deux aimants l'un à l'autre, et que l'on oppose les pôles de même nom, il est nécessaire qu'ils se repoussent, parce que la force magnétique, qui se porte de l'équateur du premier aimant à son pôle, agit dans une direction contraire et diamétralement opposée à la force magnétique, qui se porte en sens contraire dans le second aimant. Ces deux forces sont de même nature, leur quantité est égale et par conséquent ces deux forces égales et opposées doivent produire une répulsion, tandis qu'elles n'offrent qu'une attraction si les deux aimants sont présentés l'un à l'autre par les pôles de différents noms, puisqu'alors les deux forces magnétiques, au lieu d'être égales, diffèrent par leur nature et par leurs quantités. Ceci seul suffirait pour démontrer que la force magnétique ne circule pas en

(1) Je posai un grand barreau magnétique sur une table de marbre blanc ; je plaçai une aiguille aimantée en équilibre sur son pivot, au point qui séparait le grand barreau en deux parties égales. Le pôle austral s'inclina vers le pôle boréal du grand barreau. J'approchai insensiblement cette aiguille vers le pôle austral du grand barreau, jusqu'à ce qu'enfin je m'aperçus que la petite aiguille était dans une situation parfaitement horizontale.

tourbillon autour de l'aimant, mais se porte seulement de son équateur à ses pôles en deux sens opposés.

Cette répulsion, qu'exercent l'un contre l'autre les pôles de même nom, sert à rendre raison d'un phénomène qui d'abord a surpris les yeux de quelques physiiciens. Si l'on soutient deux aiguilles aimantées l'une au-dessus de l'autre, et si on leur communique le plus léger mouvement, elles ne se fixent point dans la direction du méridien magnétique, mais elles s'en éloignent également des deux côtés, l'une à droite et l'autre à gauche de la ligne de leur direction naturelle.

Or cet écartement provient de l'action répulsive de leurs pôles; et ce qui le prouve, c'est qu'à mesure qu'on fait descendre l'aiguille supérieure pour l'approcher de l'inférieure, l'angle de leur écartement devient plus grand, tandis qu'au contraire il devient plus petit à mesure qu'on fait remonter cette même aiguille supérieure au-dessus de l'inférieure; et lorsque les aiguilles sont assez éloignées l'une de l'autre pour n'être plus soumises à leur influence mutuelle, elles reprennent alors leur vraie direction, et n'obéissent plus qu'à la force du magnétisme général. Cet effet, dont la cause est assez évidente, n'a pas laissé d'induire en erreur ceux qui l'ont observé les premiers; ils ont imaginé qu'on pourrait par ce moyen construire des boussoles dont l'une des aiguilles indiquerait le pôle terrestre, tandis que l'autre se dirigerait vers le pôle magnétique, en sorte que la première marquerait le vrai nord, et la seconde la déclinaison de l'aimant: mais le peu de fondement de cette prétention est suffisamment démontré par l'angle que forment les deux aiguilles, et qui augmente ou diminue par l'influence de leurs pôles, en les rapprochant ou les éloignant l'un de l'autre.

On déterminera plus puissamment, plus promptement, cette force extérieure du magnétisme général vers le fer, en le tenant dans la direction du méridien magnétique de chaque lieu, et l'on a observé qu'en mettant dans cette situation des verges de fer, les unes en incandescence et les autres froides, les premières reçoivent la vertu magnétique bien plus tôt et en bien plus grande mesure (1) que les dernières. Ce fait ajoute encore aux preuves que j'ai données de la formation des mines d'aimant par le feu primitif.

Il faut une certaine proportion dans les dimensions du fer pour qu'il puisse s'aimanter promptement de lui-même, et par la seule action du magnétisme général; cependant tous les fers étant posés dans une situation perpendiculaire à l'horizon, prendront dans nos climats quelque portion de vertu magnétique. M. le chevalier de Lamanon ayant examiné les fers employés dans tous les vaisseaux qu'il a vus dans le port de Brest en 1783, a trouvé que tous ceux qui étaient placés verticalement avaient acquis la vertu magnétique. Il faut seulement un assez long temps pour que cet effet se manifeste dans les fers qui sont gros et courts, moins de temps pour ceux qui sont épais et longs, et beaucoup moins pour ceux qui sont longs et

(1) Nous devons cependant observer que le fer prend, à la vérité, plus de force magnétique dans l'état d'incandescence, mais qu'il ne la conserve pas en même quantité après son refroidissement. Un fer, tant qu'il est rouge, attire l'aiguille aimantée plus fortement et la fait mouvoir de plus loin que quand il est refroidi.

menus. Ces derniers s'aimantent en quelques minutes, et il faut des mois et des années pour les autres. De quelque manière même que le fer ait reçu la vertu magnétique, il paraît que jusqu'à un certain point, et toutes choses égales, la force qu'il acquiert est en raison de sa longueur ; les barreaux de fer qui sont aux fenêtres des anciens édifices ont souvent acquis, avec le temps, une assez grande force magnétique pour pouvoir, comme de véritables aimants, attirer et repousser d'une manière sensible l'aiguille aimantée à plusieurs pieds de distance.

Mais cette communication du magnétisme au fer s'opère très-inégalement suivant les différents climats ; on s'est assuré, par l'observation, que dans toutes les contrées des zones tempérées et froides, le fer tenu verticalement acquiert plus promptement et en plus grande mesure la vertu magnétique que dans les régions qui sont sous la zone torride, dans lesquelles même il prend souvent que peu ou point de vertu magnétique dans cette position verticale.

Nous avons dit que les aimants ont proportionnellement d'autant plus de force qu'ils sont en plus petit volume. Une pierre d'aimant dont le volume excède vingt-sept ou trente pouces cubiques peut à peine porter un poids égal à celui de sa masse, tandis que dans les petites pierres d'aimant d'un ou deux pouces cubiques, il s'en trouve qui portent vingt, trente, et même cinquante fois leur poids. Mais, pour faire des comparaisons exactes, il faut que le fer soit de la même qualité, et que les dimensions et la figure de chaque morceau soient semblables et égales ; car un aimant qui soutiendrait un cube de fer du poids d'une livre, ne pourra soutenir un fil de fer long d'un pied, qui ne pèserait pas un gros ; et si les masses à soutenir ne sont pas entièrement de fer, quoique de même forme ; si par exemple on applique à l'aimant deux masses d'égal poids et de figure semblable, dont l'une serait entièrement de fer et l'autre ne serait de fer que dans la partie supérieure, et de cuivre ou d'autre matière dans la partie inférieure, cette masse composée de deux matières, ne sera pas attirée ni soutenue avec la même force que la masse de fer continu, et elle tiendra d'autant moins à l'aimant que la portion de fer sera plus petite, et que celle de l'autre matière sera plus grande.

Lorsqu'on divise un gros aimant en plusieurs parties, chaque fragment, quelque petit qu'il soit, aura toujours des pôles. La vertu magnétique augmentera au lieu de diminuer par cette division ; ces fragments, pris séparément, porteront beaucoup plus de poids que quand ils étaient réunis en un seul bloc. Cependant les gros aimants, même les plus faibles, répandent en proportion leur force à de plus grandes distances que les petits aimants les plus forts ; et si l'on joint ensemble plusieurs petits aimants pour n'en faire qu'une masse, la vertu de cette masse s'étendra beaucoup plus loin que celle d'aucun des morceaux dont ce bloc est composé. Dans tous les cas, cette force agit de plus loin sur un autre aimant, ou sur le fer aimanté, que sur le fer qui ne l'est pas.

On peut reconnaître assez précisément les effets de l'attraction de l'aimant sur le fer, et sur le fer aimanté, par le moyen des boussoles, dont l'aiguille nous offre aussi par son mouvement les autres phénomènes du magnétisme général. La direc-

tion de l'aiguille vers les parties polaires du globe terrestre, sa déclinaison et son inclinaison dans les différents lieux du globe, sont les effets de ce magnétisme dont nous avons tiré le grand moyen de parcourir les mers et les terres inconnues, sans autre guide que cette aiguille, qui seule peut nous conduire lorsque l'aspect du ciel nous manque, et que tous les astres sont voilés par les nuages, les brouillards et les brumes.

Ces aiguilles une fois bien aimantées sont de véritables aimants ; elles nous en présentent tous les phénomènes, et même les démontrent d'une manière plus précise qu'on ne pourrait les reconnaître dans les aimants mêmes : car l'aimant et le fer bien aimanté produisent les mêmes effets, et lorsqu'une petite barre d'acier a été aimantée au point de prendre toute la vertu magnétique dont elle est susceptible, c'est dès lors un aimant qui, comme le véritable aimant, peut communiquer sa force, sans en rien perdre, à tous les fers et à tous les aciers qu'on lui présentera.

Mais ni l'aimant naturel, ni ces aimants artificiels ne communiquent pas d'abord autant de force qu'ils en ont ; une lame de fer ou d'acier passée sur l'aimant en reçoit une certaine mesure de vertu magnétique, qu'on estime par le poids que cette lame peut soutenir ; si l'on passe une seconde lame sur la première, cette seconde lame ne recevra de même qu'une partie de la force de la première, et ne pourra soutenir qu'un moindre poids ; une troisième lame passée sur la seconde ne prendra de même qu'une portion de la force de cette seconde lame ; et enfin dans une quatrième lame passée sur la troisième, la vertu communiquée sera presque insensible ou même nulle.

Chacune de ces lames conserve néanmoins toute la vertu qu'elle a reçue, sans perte ni diminution, quoiqu'elles paraissent en faire largesse en la communiquant ; car l'aimant ou le fer aimanté ne font aucune dépense réelle de cette force : elle ne leur appartient donc pas en propre, et ne fait pas partie de leur substance ; ils ne font que la déterminer plus ou moins vers le fer qui ne l'a pas encore reçue.

Ainsi, je le répète, cette force ne réside pas en quantité réelle et matérielle dans l'aimant, puisqu'elle passe sans diminution de l'aimant au fer et du fer au fer, qu'elle multiplie au lieu de s'évanouir, et qu'elle augmente au lieu de diminuer par cette communication ; car chaque lame de fer en acquiert sans que les autres en perdent, et la force reste évidemment la même dans chacune, après mille et mille communications. Cette force est donc extérieure, et, de plus, elle est pour ainsi dire infinie, relativement aux petites masses de l'aimant et du fer qui ne font que la déterminer vers leur propre substance : elle existe à part, et n'en existe pas moins quand il n'y aurait point de fer ni d'aimant dans le monde ; mais il est vrai qu'elle ne produirait pas les mêmes effets, qui tous dépendent du rapport particulier que la matière ferrugineuse se trouve avoir avec l'action de cette force.

ARTICLE IV.

DIVERS PROCÉDÉS POUR PRODUIRE ET COMPLÉTER L'AIMANTATION DU FER.

Plusieurs circonstances concourent à rendre plus ou moins complète la communication de la force magnétique de l'aimant au fer. Premièrement, tous les aimants ne donnent pas au même fer une égale force attractive ; les plus forts lui communiquent ordinairement plus de vertu que les aimants plus faibles. Secondement, la qualité du fer influe beaucoup sur la quantité de vertu magnétique qu'il peut recevoir du même aimant ; plus le fer est pur, et plus il peut s'aimanter fortement ; l'acier, qui est le fer le plus épuré, reçoit plus de force magnétique et la conserve plus longtemps que le fer ordinaire. Troisièmement, il faut une certaine proportion dans les dimensions du fer ou de l'acier que l'on veut aimanter, pour qu'ils reçoivent la plus grande force magnétique qu'ils peuvent comporter. La longueur, la largeur et l'épaisseur de ces fers ou aciers ont leurs proportions et leurs limites : ces dimensions respectives ne doivent être ni trop grandes ni trop petites, et ce n'est qu'après une infinité de tâtonnements qu'on a pu déterminer à peu près leurs proportions relatives dans les masses de fer ou d'acier que l'on veut aimanter au plus haut degré.

Lorsqu'on présente à un aimant puissant du fer doux et du fer dur, les deux fers acquièrent la vertu magnétique, et en reçoivent autant qu'ils peuvent en comporter ; et le fer dur, qui en comporte le plus, peut en recevoir davantage : mais si l'aimant n'est pas assez puissant pour communiquer aux deux fers toute la force qu'ils peuvent recevoir, on trouvera que le fer tendre, qui reçoit avec plus de facilité la vertu magnétique, aura, dans le même temps, acquis plus de force que le fer dur. Il peut aussi arriver que l'action de l'aimant sur les fers soit telle, que le fer tendre sera pleinement imprégné, tandis que le fer dur n'aura pas été exposé à cette action pendant assez de temps pour recevoir toute la force magnétique qu'il peut comporter, de sorte que, tous deux peuvent présenter, dans ces deux cas, des forces magnétiques égales ; ce qui explique les contradictions des artistes sur la qualité du fer qu'on doit préférer pour faire des aimants artificiels.

Une verge de fer, longue et menue, rougie au feu, et ensuite plongée perpendiculairement dans l'eau, acquiert en un moment la vertu magnétique. L'on pourrait donc aimanter promptement des aiguilles de boussoles sans aimant : il suffirait, après les avoir fabriquées, de les faire rougir au feu et de les tremper ensuite dans l'eau froide (1). Mais ce qui paraît singulier, quoique naturel, c'est-à-dire dépendant des mêmes causes, c'est que le fer en incandescence, comme l'on voit, s'ai-

(1) Nous devons cependant observer que ces aiguilles ne sont pas aussi actives ni aussi précises que celles qu'on a aimantées en les passant vingt ou trente fois dans le même sens sur le pôle d'un aimant bien armé.

aimante très-promptement, en le plongeant verticalement dans l'eau pour le refroidir, au lieu que le fer aimanté perd sa vertu magnétique par le feu, et ne la reprend pas étant de même plongé dans l'eau : et c'est parce qu'il conserve un peu de cette vertu que le feu ne lui enlève pas tout entière, car cette portion qu'il conserve de son ancien magnétisme l'empêche d'en recevoir un nouveau.

On peut faire avec l'acier des aimants aussi puissants, aussi durables que les meilleurs aimants naturels ; on a même observé qu'un aimant bien armé donne à l'acier plus de vertu magnétique qu'il n'en a lui-même. Ces aimants artificiels demandent seulement quelques attentions dans la fabrication et de justes proportions dans leurs dimensions. Plusieurs physiciens et quelques artistes habiles ont, dans ces derniers temps, si bien réussi, tant en France (1) qu'en Angleterre, qu'on pourrait, au moyen d'un de ces aimants artificiels, se passer à l'avenir des aimants de nature.

Il y a plus : on peut sans aimant ni fer aimanté, et par un procédé aussi remarquable qu'il est simple, exciter dans le fer la vertu magnétique à un très-haut degré. Ce procédé consiste à poser sur la surface polie d'une forte pièce de fer, telle qu'une enclume, des barreaux d'acier, et à les frotter un grand nombre de fois, en les retournant sur leurs différentes faces, toujours dans le même sens, au moyen d'une grosse barre de fer tenue verticalement, et dont l'extrémité inférieure, pour le plus grand effet, doit être aciérée et polie. Les barreaux d'acier se trouvent, après ces frottements, fortement aimantés, sans que l'enclume ni la barre, qui semblent leur communiquer la vertu magnétique, la possèdent ou la prennent sensiblement elles-mêmes ; et rien ne semble plus propre à démontrer l'affinité réelle et le rapport intime du fer avec la force magnétique, lors même qu'elle ne s'y manifeste pas sensiblement, et qu'elle n'est pas fortement établie, puisque, ne la possédant pas, il la communique en déterminant son cours, et ne lui servant que de conducteur.

MM. Mitchel et Canton, au lieu de se servir d'une seule barre de fer pour produire des aimants artificiels, ont employé avec succès deux barres de fer déjà magnétiques ; leur méthode a été appelée *méthode du double contact*, à cause du double moyen qu'ils ont préféré. Elle a été perfectionnée par M. Épinus, qui a cherché et trouvé la manière la plus avantageuse de placer les forces dans les aimants artificiels, afin que celles qui attirent et celles qui repoussent se servent le plus et se nuisent le moins possible. Voici son procédé, qui est l'un des meilleurs auxquels on puisse avoir recours pour cet effet ; et nous pensons qu'on doit le préférer pour aimanter les boussoles. M. Épinus suppose que l'on veuille augmenter jusqu'au degré de saturation la vertu de quatre barres déjà douées de quelque magnétisme ; il en met deux horizontalement, parallèlement, et à une certaine distance l'une de

(1) M. Le Noble, chanoine de Saint-Louis du Louvre, s'est surtout distingué dans cet art : il a composé des aimants artificiels de plusieurs lames d'acier réunies : il a trouvé le moyen de les aimanter plus fortement, et de leur donner les figures et les dimensions convenables pour produire les plus grands effets ; et, comparaison faite des aimants de M. Le Noble avec ceux d'Angleterre, ils n'ont paru au moins égaux, et même supérieurs.

l'autre, entre deux parallépipèdes de fer; il place sur une de ces barres horizontales, les deux autres barres qui lui restent, il les incline, l'une à gauche, l'autre à droite, de manière qu'elles forment un angle de quinze à vingt degrés avec la barre horizontale, et que leurs extrémités inférieures ne soient séparées que par un espace de quelques lignes; il les conduit ensuite d'un bout de la barre à l'autre, alternativement dans les deux sens, en les tenant toujours à la même distance l'une de l'autre. Après que la première barre horizontale a été ainsi frottée sur ces deux surfaces, il répète l'opération sur la seconde barre; il remplace alors la première paire de barres par la seconde, qu'il place de même entre les deux parallépipèdes, et qu'il frotte de la même manière que nous venons de le dire avec la première paire; il recommence ensuite l'opération sur cette première paire, et il continue de frotter alternativement une paire sur l'autre, jusqu'à ce que les barres ne puissent plus acquérir de magnétisme. M. Épinus emploie le même procédé avec trois barres ou avec un plus grand nombre: mais, selon lui, la manière la plus courte et la plus sûre est d'aimanter quatre barres. On peut coucher entièrement les aimants sur la barre que l'on frotte, au lieu de leur faire former un angle de quinze ou vingt degrés, si la barre est assez courte pour que ses extrémités ne se trouvent pas trop voisines des pôles extérieurs des aimants, qui jouissent de forces opposées à celles de ces extrémités.

Lorsque la barre à aimanter est très-longue, il peut se faire que l'ingénieux procédé de M. Épinus, ainsi que celui de M. Canton, produise une suite de pôles alternativement contraires, surtout si le fer est mou, et par conséquent susceptible de recevoir plus promptement le magnétisme.

M. Épinus s'est servi du procédé du double contact de deux manières: 1° avec quatre barres d'un fer médiocrement dur, longues de deux pieds, larges d'un pouce et demi, épaisses d'un demi-pouce, et douze lames d'acier de six pouces de long, de quatre lignes de large, et d'une demi-ligne d'épais. Les quatre premières étaient d'un acier mou; quatre autres avaient la dureté de l'acier ordinaire avec lequel on fait les ressorts; et les quatre autres barres étaient d'un acier dur jusqu'au plus haut degré de fragilité. Il a tenu verticalement une des grandes barres, et l'a frappée fortement, environ deux cents fois, à l'aide d'un gros marteau. Elle a acquis, par cette percussion, une vertu magnétique assez forte pour soutenir un petit clou de fer: l'extrémité inférieure a reçu la vertu du pôle boréal, et l'extrémité supérieure, la vertu du pôle austral. Il a aimanté de même les trois autres grandes barres. Il a ensuite placé l'une des petites lames d'acier mou sur une table entre deux des grandes barres, comme dans le procédé du double contact, et l'a frottée, suivant le même procédé, avec les deux autres grandes barres; il l'a ainsi magnétisée. Il l'a successivement remplacée par les trois autres lames d'acier mou, et a porté la force magnétique de ces quatre lames au degré de saturation. Il a placé, après cela, deux des lames qui avaient la dureté des ressorts entre deux parallépipèdes de fer mou, les a frottées avec deux faisceaux formés des quatre grandes barres, a fait la même opération sur les deux autres, a remplacé les quatre

grandes barres par les quatre petites lames d'acier mou, et a porté ainsi jusqu'à la saturation la force magnétique des quatre lames ayant la dureté des ressorts : il a terminé son procédé par répéter la même opération ; et pour aimanter jusqu'à saturation les lames qui présentaient le plus de dureté, il les a substituées à celles qui n'avaient que la dureté du ressort, il a mis celles-ci à la place des grandes barres.

La seconde manière que M. Épinus a employée ne diffère de la première qu'en ce qu'il a fait faire les quatre grandes barres d'un fer très-mou, et qu'il a mis la petite lame molle à aimanter, ainsi que les deux grandes barres placées à son extrémité, dans la direction de l'inclinaison de l'aiguille aimantée. Il a ensuite frotté la petite lame d'acier avec les deux autres grandes barres, en les tenant parallèlement à la petite lame, ou en ne leur faisant former qu'un angle très-aigu.

Si l'on approche d'un aimant une longue barre de fer, la portion la plus voisine de l'aimant acquiert à cette extrémité, comme nous l'avons dit, un pôle opposé à celui qu'elle touche, une seconde portion de cette même barre offre un pôle contraire à celui de la portion contiguë à l'aimant ; une troisième présente le même pôle que la première ; une quatrième, que la seconde ; et ainsi de suite. Les pôles alternativement opposés de ces quatre parties de la barre sont d'autant plus faibles qu'ils s'éloignent davantage de l'aimant ; et leur nombre, toutes choses égales, est proportionné à la longueur de la barre.

Si on applique le pôle d'un aimant sur le milieu d'une lame, elle acquiert dans ce point un pôle contraire, et dans les deux extrémités deux pôles semblables à celui qui la touche. Si le fer est épais, la surface opposée à l'aimant acquiert aussi un pôle semblable à celui qui est appliqué contre le fer ; et si la barre est un peu longue, les deux extrémités présentent la suite des pôles alternativement contraires, et dont nous venons de parler.

La facilité avec laquelle le fer reçoit la vertu magnétique par le contact ou le voisinage d'un aimant, l'attraction mutuelle des pôles opposés, et la répulsion des pôles semblables, sont confirmées par les phénomènes suivants.

Lorsqu'on donne à un morceau de fer la forme d'une fourche, et qu'on applique une des branches à un aimant, le fer devient magnétique, et son extrémité inférieure ne peut soutenir une petite masse : mais si l'on approche de la seconde branche de la fourche un aimant dont le pôle soit opposé à celui du premier aimant, le morceau de fer soumis à deux forces qui tendent à se détruire, recevant deux vertus contraires, ou pour mieux dire, n'en recevant plus aucune, perd son magnétisme et laisse échapper le poids qu'il soutenait.

Si l'on suspend un petit fil de fer mou, long de quelques pouces, et qu'on approche un aimant de son extrémité inférieure, en présentant aussi à cette extrémité un morceau de fer, ce morceau acquerra une vertu opposée à celle du pôle voisin de l'aimant ; il repoussera l'extrémité inférieure du fil de fer qui aura obtenu une force semblable à celle qu'il possédera, et attirera l'extrémité supérieure, qui jouira d'une vertu contraire.

Lorsqu'on suspend un poids à une lame d'acier mince, aimantée et horizontale, et que l'on place au-dessus de cette lame une seconde lame aimantée, de même force, d'égale grandeur, couchée sur la première, la recouvrant en entier, et présentant un pôle opposé au pôle qui soutient le poids, ce poids n'est plus retenu. Si la lame supérieure jouit d'une plus grande force que l'inférieure, le poids tombera avant qu'elle ne touche la seconde lame : mais en continuant de l'approcher, elle agira par son excès de force sur les nouveaux poids qu'on lui présentera, et les soutiendra, malgré l'action contraire de la lame inférieure.

Lorsqu'on suspend un poids à un aimant, et que l'on approche un second aimant au-dessus de ce poids, la force du premier aimant est augmentée dans le cas où les pôles contraires sont opposés, et se trouve diminuée quand les pôles semblables sont les plus voisins. Les mêmes effets arriveront, et le poids sera également soumis à deux forces agissant dans la même direction, si l'on remplace le second aimant par un morceau de fer auquel la proximité du premier aimant communiquera une vertu magnétique opposée à celle du pôle le plus voisin. Ceci avait été observé précédemment par M. de Réaumur, qui a reconnu qu'un aimant enlevait une masse de fer placée sur une enclume de fer avec plus de facilité que lorsqu'elle était placée sur une autre matière.

Les faits que nous venons de rapporter nous démontrent pourquoi un aimant acquiert une nouvelle vertu en soutenant du fer qu'il aime par son voisinage, et pourquoi si on lui enlève des poids qu'on était parvenu à lui faire porter en le chargeant graduellement, il refuse de les soutenir, lorsqu'on les lui rend tous à la fois.

L'expérience nous apprend, dit M. Épinus, que le fer exposé à un froid très-âpre devient beaucoup plus dur et plus cassant : ainsi, lorsqu'on aime une barre de fer, le degré de la force qu'elle acquiert, dépend, selon lui, en grande partie, du degré de froid auquel elle est exposée, en sorte que la même barre, aimantée de la même manière, n'acquiert pas dans l'été la même vertu que dans l'hiver, surtout pendant un froid très-rigoureux. Néanmoins, ce savant physicien convient qu'il faudrait confirmer ce fait par des expériences exactes et répétées. Au reste, on peut assurer qu'en général la grande chaleur et le grand froid diminuent la vertu magnétique des aimants et des fers aimantés, en modifiant leur état, et les rendant par là plus ou moins susceptibles de l'action de l'électricité générale (1).

On peut voir dans l'*Essai sur le fluide électrique*, de feu M. le comte de Tressan, une expérience du docteur Knight, que j'ai cru devoir rapporter ici, parce qu'elle est relative à l'aimantation du fer, et d'ailleurs parce qu'elle peut servir à rendre raison de plusieurs autres expériences surprenantes en apparence, et dont la cause a été pendant longtemps cachée aux physiciens (2). Au reste, elle s'explique très-aisément par la répulsion des pôles semblables et l'attraction des pôles de différent nom.

(1) M. de Rozières, que nous avons déjà cité, l'a prouvé par plusieurs expériences.

(2) L'expérience, dit M. de Tressan, la plus singulière à faire sur les aimants artificiels du docteur Knight, est celle dont il m'envoya les détails de Londres en 1748, avec l'appareil nécessaire pour la répéter. Non-seulement M. Knight avait déjà trouvé alors le secret de donner un magnétisme puissant à des barres de quinze pouces de

ARTICLE V.

DE LA DIRECTION DE L'AIMANT ET DE SA DÉCLINAISON.

Après avoir considéré les effets de la force attractive de l'aimant, considérons les phénomènes de ses forces directives. Un aimant, ou ce qui revient au même, une aiguille aimantée, se dirige toujours vers les pôles du globe, soit directement, soit obliquement, en déclinant à l'est ou à l'ouest, selon les temps et les lieux ; car ce n'est que pendant un assez petit intervalle de temps, comme de quelques années, que dans un même lieu la direction de l'aimant paraît être constante ; et en tout temps, il n'y a que quelques endroits sur la terre où l'aiguille se dirige droit aux pôles du globe, tandis que partout ailleurs elle décline de plus ou moins de degrés à l'est ou à l'ouest, suivant les différentes positions de ces mêmes lieux.

Les grandes ou petites aiguilles aimantées sur un aimant fort ou faible, contre les pôles ou contre les autres parties de la surface de ces aimants, prennent toutes la même direction, en marquant également la même déclinaison dans chaque lieu particulier.

Les Français sont, de l'aveu même des étrangers, les premiers en Europe qui aient fait usage de cette connaissance de la direction de l'aimant pour se conduire dans leurs navigations (1). Dès le commencement du douzième siècle, ils navi-

longueur faites d'un acier parfaitement dur, telles que celles qui sont aujourd'hui connues, mais il avait inventé une composition, dont il s'est réservé le secret, avec laquelle il forme de petites pierres d'une matière noire (en apparence pierreuse et métallique). Celles qu'il m'a envoyées ont un pouce de long, huit lignes de large, et deux bonnes lignes d'épaisseur : il y a joint plusieurs petites balles de la même composition ; les petites balles que j'ai ont, l'une cinq, l'autre quatre, et les autres trois lignes de diamètre. Il nomme ces petites sphères *terrella*.

Je fus moins surpris de trouver un fort magnétisme dans les petits carrés longs, que je ne le fus de le trouver égal dans les petites *terrella*, dont les pôles sont bien décidés et bien fixes, ces petites sphères s'attirant et se repoussant vivement, selon les pôles qu'elles se présentent.

Je préparai donc (selon l'instruction que j'avais reçue de M. Knight) une glace bien polie et posée bien horizontalement : je disposai en rond cinq de ces *terrella*, et je plaçai au milieu un de ces aimants factices de la même matière, lequel je pouvais tourner facilement sur son centre ; je vis sur-le-champ toutes les *terrella* s'agiter et se retourner pour présenter à l'aimant factice la polarité correspondante à la sienne : les plus légères furent plusieurs fois attirées jusqu'au contact, et ce ne fut qu'avec peine que je parvins à les placer à la distance proportionnelle, en raison composée de leurs sphères d'activité respective. Alors, en tournant doucement l'aimant factice sur son centre, j'eus la satisfaction de voir toutes ces *terrella* tourner sur elles-mêmes par une rotation correspondante à celle de cet aimant ; et cette rotation était pareille à celle qu'éprouve une roue de rencontre lorsqu'elle est mue par une autre roue à dents, de sorte que, lorsque je retournais mon aimant de la droite à la gauche, la rotation des *terrella* était de la gauche à la droite ; et l'inverse arrivait toujours lorsque je tournais mon aimant de l'autre sens.

(1) Par le témoignage des auteurs chinois, dont MM. Le Roux et de Guignes ont fait l'extrait, il paraît certain que la propriété qu'a le fer aimanté de se diriger vers les pôles a été très-anciennement connue des Chinois. La forme de ces premières boussoles était une figure d'homme qui tournait sur son pivot, et dont le bras droit montrait toujours le midi. Le temps de cette invention, suivant certaines chroniques de la Chine, est de 4115 ans avant l'ère chrétienne, et 2700 selon d'autres. (Voyez *l'Extrait des annales de la Chine*, par MM. Le Roux et de Guignes.) Mais, malgré l'ancienneté de cette découverte, il ne paraît pas que les Chinois en aient jamais tiré l'avantage de faire de longs voyages.

guaient sur la Méditerranée, guidés par l'aiguille aimantée, qu'ils appelaient la *marinette*; et il est à présumer que, dans ce temps, la direction de l'aimant était constante, car cette aiguille n'aurait pu guider des navigateurs qui ne connaissaient pas ses variations; et ce n'est que dans les siècles suivants qu'on a observé sa déclinaison dans les différents lieux de la terre, et, même aujourd'hui, l'art nécessaire à la précision de ces observations n'est pas encore à sa perfection. La *marinette* n'était qu'une boussole imparfaite; et notre compas de mer, qui est la boussole perfectionnée, n'est pas encore un guide aussi fidèle qu'il serait à désirer, nous ne pouvons même guère espérer de le rendre plus sûr, malgré les observations très-multipliées des navigateurs dans toutes les parties du monde, parce que la déclinaison de l'aimant change selon les lieux et les temps. Il faut donc chercher à reconnaître ces changements de direction en différents temps, pendant un aussi grand nombre d'années que les observations peuvent nous l'indiquer, et ensuite les comparer aux changements de cette déclinaison dans un même temps en différents lieux.

En recueillant le petit nombre d'observations faites à Paris dans les seizième et dix-septième siècles, il paraît qu'en l'année 1580 l'aiguille aimantée déclinait de onze degrés trente minutes vers l'est, qu'en 1618 elle déclinait de huit degrés, et qu'en l'année 1663 elle se dirigeait droit au pôle. L'aiguille aimantée s'est donc successivement approchée du pôle de onze degrés trente minutes pendant cette suite de quatre-vingt-trois ans : mais elle n'est demeurée qu'un an ou deux stationnaire dans cette direction, où la déclinaison est nulle; après quoi l'aiguille s'est de plus en plus éloignée de la direction au pôle (1), toujours en déclinant vers l'ouest: de sorte qu'en 1785, le 30 mai, la déclinaison était à Paris de vingt-deux degrés. De même on peut voir, par les observations faites à Londres, qu'avant l'année 1657 l'aiguille déclinait à l'est; et après cette année 1657, où sa direction tendait droit au pôle, elle a décliné successivement vers l'ouest (2).

(1) Dans l'année 1670, la déclinaison était de 4 degré 30 minutes vers l'ouest, et l'aiguille a continué de décliner dans les années suivantes, toujours vers l'ouest; en 1680, elle déclinait de 2 deg. 40 min.; en 1681, de 2 deg. 30 min.; en 1683, de 3 deg. 50 min.; en 1684, de 4 deg. 40 min.; en 1685, de 4 deg. 40 min.; en 1686, de 4 deg. 30 min.; en 1692, de 5 deg. 50 min.; en 1693, de 6 deg. 20 min.; en 1695, de 6 deg. 48 min.; en 1696, de 7 deg. 8 min.; en 1698, de 7 deg. 40 min.; en 1699, de 8 deg. 40 min.; en 1700, de 8 deg. 42 min.; en 1701, de 8 deg. 25 min.; en 1702, de 8 deg. 48 min.; en 1703, de 9 deg. 6 min.; en 1704, de 9 deg. 20 min.; en 1705, de 9 deg. 35 min.; en 1706, de 9 deg. 48 min.; en 1707, de 10 deg. 10 min.; en 1708, de 10 deg. 15 min.; en 1709, de 11 deg. 45 min.; en 1714, de 11 deg. 30 min.; en 1717, de 12 deg. 20 min.; en 1719, de 13 deg. 30 min.; en 1720, 1721, 1722, 1723, 1724, de 13 deg.; en 1725, de 13 deg. 15 min.; en 1727 et 1728, de 14 degrés. (Musschenbroek, *Dissertatio de magnete*, page 452.) En 1729, de 14 deg. 10 min.; en 1730, de 14 deg. 25 min.; en 1731, de 14 deg. 45 min.; en 1732 et 1733, de 15 deg. 45 min.; en 1734 et 1740, de 15 deg. 45 min.; en 1744, 1745, 1746, 1747 et 1749, de 16 deg. 30 min. (*Encyclopédie*, article *Aiguille aimantée*) En 1755, de 17 deg. 30 min.; en 1756, de 17 deg. 45 min.; en 1757 et 1758, de 18 deg.; en 1759, de 18 deg. 40 min.; en 1760, de 18 deg. 20 min.; en 1765, de 18 deg. 55 min. 20 sec; en 1767, de 19 deg. 46 min.; et en 1768, de 19 deg. 25 min. (*Connaissance des temps*, années 1769, 1770, 1771 et 1772.)

(2) L'aiguille aimantée n'avait aucune déclinaison à Vienne en Autriche dans l'année 1638; elle n'en avait de même aucune, en 1600, au cap des Aiguilles en Afrique; et, avant ces époques, la déclinaison était vers l'est dans tous les lieux de l'Europe et de l'Afrique. — Ceci semble prouver que la marche de la ligne sans déclinaison ne se fait pas par un mouvement régulier qui ramènerait successivement la déclinaison de l'est à l'ouest; car Vienne étant à quatorze degrés deux minutes trente secondes à l'est de Paris, cette ligne sans déclinaison aurait dû arriver à Paris plus tôt qu'à Londres, qui est à l'ouest de Paris, et l'on voit que c'est tout le contraire, puisqu'elle est arrivée six ans plus tôt à Londres qu'à Paris,

La déclinaison s'est donc trouvée nulle à Londres six ans plus tôt qu'à Paris, et Londres est plus occidental que Paris de deux degrés vingt-cinq minutes. Le méridien magnétique coïncidait avec le méridien de Londres en 1657, et avec le méridien de Paris en 1663. Il a donc subi, pendant ce temps, un changement d'occident en orient, par un mouvement de deux degrés vingt-cinq minutes en six ans, et l'on pourrait croire que ce mouvement serait relatif à l'intervalle des méridiens terrestres, si d'autres observations ne s'opposaient pas à cette supposition. Le méridien magnétique de la ligne sans déclinaison passait par Vienne en Autriche dès l'année 1638 : cette ligne aurait donc dû arriver à Paris plus tôt qu'à Londres, et cependant c'est à Londres qu'elle est arrivée six ans plus tôt qu'à Paris. Cela nous démontre que le mouvement de cette ligne n'est point du tout relatif aux intervalles des méridiens terrestres.

Il ne me paraît donc pas possible de déterminer la marche de ce mouvement de déclinaison, parce que sa progression est plus qu'irrégulière, et n'est point du tout proportionnelle au temps, non plus qu'à l'espace : elle est tantôt plus prompte, tantôt plus lente, et quelquefois nulle, l'aiguille demeurant stationnaire, et même devenant rétrograde pendant quelques années, et reprenant ensuite un mouvement de déclinaison dans le même sens progressif. M. Cassini, l'un de nos plus savants astronomes, a été informé qu'à Québec la déclinaison n'a varié que de trente minutes pendant trente-sept ans consécutifs : c'est peut-être le seul exemple d'une station aussi longue. Mais on a observé plusieurs stations moins longues en différents lieux : par exemple, à Paris, l'aiguille a marqué la même déclinaison pendant cinq années, depuis 1720 jusqu'en 1724, et aujourd'hui ce mouvement progressif est fort ralenti ; car, pendant seize années, la déclinaison n'a augmenté que de deux degrés, ce qui ne fait que sept minutes et demie par an, puisqu'en 1769 la déclinaison était de vingt degrés, et qu'en 1785 elle s'est trouvée de vingt-deux (1). Je ne crois donc pas que l'on puisse, par des observations ultérieures, et même très-multipliées, déterminer quelque chose de précis sur le mouvement progressif ou rétrograde de l'aiguille aimantée, parce que ce mouvement n'est point l'effet d'une cause constante, ou d'une loi de la nature, mais dépend de circonstances accidentelles, particulières à certains lieux, et variables selon les temps. Je crois pouvoir assurer, comme je l'ai dit, que le défrichement des terres, et la découverte ou l'enfouissement des mines de fer, soit par les tremblements de terre, les effets des foudres souterraines et de l'éruption des volcans, soit par l'incendie des forêts, et même par le travail des hommes, doivent changer la position des pôles magnétiques sur le globe, et fléchir en même temps la direction de l'aimant.

En 1785, la déclinaison de l'aiguille aimantée était de vingt-deux degrés ; en 1784, elle n'a été que de vingt-un degrés vingt-une minutes ; en 1783, de vingt-un degrés onze minutes ; en 1782, de vingt-un degrés trente-six minutes.

(1) Ce fait est confirmé par les observations de M. Cotte, qui prouvent que la déclinaison moyenne de l'aiguille aimantée, en 1786, n'a été à Laon que de 21 degrés 31 minutes,

Et en consultant les observations qui ont été faites par l'un de nos plus habiles physiciens, M. Cotte, nous voyons qu'en prenant le terme moyen entre les résultats des observations faites à Montmorency près Paris, tous les jours de l'année, le matin, à midi et le soir, c'est-à-dire le terme moyen de 1095 observations, la déclinaison en l'année 1781 a été de vingt degrés seize minutes cinquante-huit secondes; et les différences entre les observations ont été si petites, que M. Cotte a cru pouvoir les regarder comme nulles.

En 1780, cette même déclinaison moyenne a été de dix-neuf degrés cinquante-cinq minutes vingt-sept secondes; en 1779, de dix-neuf degrés quarante-une minutes huit secondes; en 1778, de dix-neuf degrés trente-deux minutes cinquante-cinq secondes; en 1777, de dix-neuf degrés trente-cinq minutes cinquante-cinq secondes; en 1776, de dix-neuf degrés trente-trois minutes trente-une secondes; en 1775, de dix-neuf degrés quarante-une minutes quarante-une secondes (1).

Ces observations sont les plus exactes qui aient jamais été faites; celles des années précédentes, quoique bonnes, n'offrent pas le même degré d'exactitude; et à mesure qu'on remonte dans le passé, ces observations deviennent plus rares et moins précises, parce qu'elles n'ont été faites qu'une fois ou deux par mois, et même par année.

Comparant donc ces observations entre elles, on voit que, pendant les onze années, depuis 1775 jusqu'en 1785, l'augmentation de la déclinaison vers l'ouest n'a été que de deux degrés dix-huit minutes dix-neuf secondes; ce qui n'exécède pas de beaucoup la variation de l'aiguille dans un seul jour, qui quelquefois est de plus d'un degré et demi.

(1) En 1780, la déclinaison moyenne, prise d'après 6022 observations, a été de 19 degrés 55 minutes 27 secondes. Mais les variations de cette déclinaison ont été bien plus considérables qu'en 1781 : car la plus grande déclinaison s'est trouvée de 20 degrés 15 minutes le 29 juillet; et la moindre de 18 degrés 40 minutes le même jour. La différence a donc été de 1 degré 35 minutes; et cette variation, qui s'est faite le même jour, c'est-à-dire en douze ou quinze heures, est plus considérable que le progrès de la déclinaison pendant quinze ans, puisqu'en 1764 la déclinaison était de 18 degrés 35 minutes 20 secondes, c'est-à-dire de 15 minutes 20 secondes plus grande que celle du 29 juillet, à l'heure qu'elle s'est trouvée de 18 degrés 40 minutes... En 1779, la déclinaison moyenne pendant l'année a été de 19 degrés 41 minutes 8 secondes. La plus grande déclinaison s'est trouvée de 20 degrés le 6 décembre, à la suite d'une aurore boréale, et la plus petite de 19 degrés 15 minutes en janvier et février; la différence a donc été de 45 minutes. L'observateur remarque que l'augmentation moyenne a augmenté de 8 à 9 minutes depuis l'année précédente, et que la variation diurne s'est soutenue avec beaucoup de régularité, excepté dans certains jours où elle a été troublée, le plus souvent à l'approche ou à la suite d'une aurore boréale. Au reste, ajoute-t-il, l'aiguille aimantée tend à se rapprocher du nord, chaque jour, depuis trois ou quatre heures du soir jusqu'à cinq ou six heures du matin, et elle tend à s'en éloigner depuis cinq ou six heures du matin jusqu'à trois ou quatre heures du soir... En 1778, la déclinaison moyenne, pendant l'année, a été de 19 degrés 32 minutes 55 secondes. La plus grande déclinaison a été de 20 degrés le 29 juin; on avait observé une aurore boréale la veille à onze heures du soir : la plus petite déclinaison a été de 18 degrés 54 minutes le 26 janvier : ainsi la différence a été de 1 degré 6 minutes. En 1777, la déclinaison moyenne, pendant l'année, a été de 19 degrés 35 minutes. La plus grande déclinaison s'est trouvée de 19 degrés 58 minutes le 19 avril, et la plus petite de 18 degrés 45 minutes au mois de décembre : ainsi la différence a été de 1 degré 13 minutes... En 1776, la déclinaison moyenne pendant l'année, a été de 19 degrés 33 minutes 31 secondes. La plus grande déclinaison s'est trouvée de 20 degrés en mars, avril et mai; la plus petite déclinaison en janvier et février, de 19 degrés : ainsi la différence a été de 1 degré... En 1775, la déclinaison moyenne, pendant l'année, a été de 19 degrés 41 minutes 41 secondes; la plus grande déclinaison s'est trouvée de 20 degrés 10 minutes le 15 avril, et la plus petite de 19 degrés le 15 décembre : ainsi la différence a été de 1 degré 10 minutes. (*Conn. des temps*, années 1778 et suiv.)

• On ne peut donc pas en conclure affirmativement que la progression actuelle de l'aiguille vers l'ouest soit considérable. Il se pourrait, au contraire, que l'aiguille fût presque stationnaire depuis quelques années, d'autant qu'en 1774, la déclinaison moyenne a été de dix-neuf degrés cinquante-cinq minutes trente-cinq secondes ; en 1773, de vingt degrés une minute quinze secondes ; en 1772, de dix-neuf degrés cinquante-cinq minutes vingt-cinq secondes : et cette augmentation de la déclinaison vers l'ouest a été encore plus petite dans les années précédentes, puisqu'en 1771 cette déclinaison a été de dix-neuf degrés cinquante-cinq minutes, comme en 1772 ; qu'en 1770 elle a été de dix-neuf degrés cinquante-cinq minutes, et en 1769 de vingt degrés.

Le mouvement en déclinaison vers l'ouest paraît donc s'être très-ralenti depuis près de vingt ans. Cela semble indiquer que ce mouvement pourra, dans quelque temps, devenir rétrograde, ou du moins que sa progression ne s'étendra qu'à quelques degrés de plus ; car je ne pense pas qu'on puisse supposer ici une révolution entière, c'est-à-dire de trois cent soixante degrés dans le même sens. Il n'y a aucun fondement à cette supposition, quoique plusieurs physiciens l'aient admise, et que même ils en aient calculé la durée d'après les observations qu'ils avaient pu recueillir ; et si nous voulions supposer et calculer de même, d'après les observations rapportées ci-dessus, nous trouverions que la durée de cette révolution serait de 1996 ans et quelques mois, puisqu'en 122 années, c'est-à-dire depuis 1663 à 1785, la progression a été de vingt-deux degrés : mais ne serait-il pas nécessaire de supposer encore que le mouvement de cette progression fût assez uniforme pour faire dans l'avenir à peu près autant de chemin que dans le passé ? ce qui est plus qu'incertain, et même peu vraisemblable par plusieurs raisons, toutes mieux fondées que ces fausses suppositions.

Car si nous remontons au delà de l'année 1663, et que nous prenions pour premier terme de la progression de ce mouvement l'année 1580, dans laquelle la déclinaison était de onze degrés trente minutes vers l'est, le progrès de ce mouvement en deux cent cinq ans, c'est-à-dire depuis 1580 jusqu'à l'année 1785 comprise, a été en totalité de trente-trois degrés trente minutes ; ce qui donnerait environ 2201 ans pour la révolution totale de trois cent soixante degrés. Mais ce mouvement n'est pas, à beaucoup près, uniforme, puisque depuis 1580 jusqu'en 1663, c'est-à-dire en quatre-vingt-trois ans, l'aiguille a parcouru onze degrés trente minutes par son mouvement de l'est au nord, tandis que dans les cinquante-deux années suivantes, c'est-à-dire depuis 1663 jusqu'en 1715, elle a parcouru du nord à l'ouest un espace égal de onze degrés trente minutes, et que dans les cinquante années suivantes, c'est-à-dire depuis 1715 jusqu'en 1765, le progrès de cette déclinaison n'a été que d'environ sept degrés et demi ; car, dans cette année 1765, l'aiguille aimantée déclinait à Paris de dix-huit degrés cinquante-cinq minutes vingt secondes ; et nous voyons que depuis cette année 1765 jusqu'en 1785, c'est-à-dire en vingt ans, la déclinaison n'a augmenté que de deux degrés ; différence si petite, en comparaison des précédentes, qu'on peut présumer avec fondement que le mouve-

ment total de cette déclinaison à l'ouest est borné, quant à présent, à un arc de vingt-deux ou vingt-trois degrés (1).

La supposition que le mouvement suit la même marche de l'est au nord que du nord à l'ouest n'est nullement appuyée par les faits; car si l'on consulte les observations faites à Paris depuis l'année 1610 jusqu'en 1663, c'est-à-dire dans les cinquante-trois ans qui ont précédé l'année où la déclinaison était nulle, l'aiguille n'a parcouru que huit degrés de l'est au nord, tandis que dans un espace de temps presque égal, c'est-à-dire dans les cinquante-neuf années suivantes, depuis 1663 jusqu'en 1712, elle a parcouru treize degrés vers l'ouest. On ne peut donc pas supposer que le mouvement de la déclinaison suive la même marche en s'approchant qu'en s'éloignant du nord, puisque ces observations démontrent le contraire.

Tout cela prouve seulement que ce mouvement ne suit aucune règle, et qu'il n'est pas l'effet d'une cause constante. Il paraît donc certain que cette variation ne dépend que de causes accidentelles ou locales, et spécialement de la découverte ou de l'enfouissement des mines et grandes masses ferrugineuses, et de leur aimantation plus ou moins prompte et plus ou moins étendue, selon qu'elles sont plus ou moins découvertes et exposées à l'action du magnétisme général. Ces changements, comme nous l'avons dit, peuvent être produits par les tremblements de terre, l'éruption des volcans, ou les coups des foudres souterraines, l'incendie des forêts, et même par le travail des hommes sur les mines de fer. Il doit dès lors se former de nouveaux pôles magnétiques, plus faibles ou plus puissants que les anciens, dont on peut aussi supposer l'anéantissement par les mêmes causes. Ce mouvement ne peut donc pas être considéré comme un grand balancement qui se ferait par des oscillations régulières, mais comme un mouvement qui s'opère par secousses plus ou moins sensibles, selon le changement plus ou moins prompt des pôles magnétiques; changement qui ne peut provenir que de la découverte et de l'aimantation des mines ferrugineuses, lesquelles seules peuvent former des pôles.

Si nous considérons les mouvements particuliers de l'aiguille aimantée, nous verrons qu'elle est presque continuellement agitée par de petites vibrations, dont l'étendue est au moins aussi variable que la durée. M. Graham en Angleterre, et M. Cotte à Paris, ont donné, dans leurs tables d'observations, toutes les alternatives, toutes les vicissitudes de ce mouvement de trépidation, chaque mois, chaque jour et chaque heure. Mais nous devons remarquer que les résultats de ces observations doivent être modifiés. Ces physiciens ne se sont servis que de boussoles dans lesquelles l'aiguille portait sur un pivot, dont le frottement influait plus que toute autre cause sur la variation; car M. Coulomb, capitaine au corps royal du génie, de l'Académie des Sciences, ayant imaginé une suspension dans laquelle l'aiguille est sans frottement,

(1) Dans le *Supplément aux Voyages de Thévenot*, publié en 1681 page 30, il est dit que la déclinaison de l'aiguille aimantée avait été observée de cinq degrés vers l'est en 1669. Si l'on connaissait le lieu où cette observation a été faite, elle pourrait démontrer que la déclinaison est quelquefois rétrograde, et par conséquent que son mouvement ne produit pas une révolution entière.

M. le comte de Cassini, de l'Académie des Sciences, et arrière-petit-fils du grand astronome Cassini, a reconnu, par une suite d'expériences, que cette variation diurne ne s'étendait tout au plus qu'à quinze ou seize minutes, et souvent beaucoup moins, tandis qu'avec les boussoles à pivot, cette variation diurne est quelquefois de plus d'un degré et demi : mais, comme jusqu'à présent les navigateurs ne se sont servis que de boussoles à pivot, on ne peut compter qu'à un degré et demi, et même à deux degrés près, sur la certitude de leurs observations.

En consultant les observations faites par les voyageurs récents, on voit qu'il y a plusieurs points sur le globe où la déclinaison est actuellement nulle ou moindre d'un degré, soit à l'est, soit à l'ouest, tant dans l'hémisphère boréal que dans l'hémisphère austral ; et la suite de ces points où la déclinaison est nulle, ou presque nulle, forme des lignes et même des bandes qui se prolongent dans les deux hémisphères. Ces mêmes observations nous indiquent aussi que les endroits où la déclinaison est la plus grande, dans l'un et l'autre hémisphère, se trouvent aux plus hautes latitudes, et beaucoup plus près des pôles que de l'équateur.

Les causes qui font varier la déclinaison et la transportent, pour ainsi dire, avec le temps, de l'est à l'ouest, ou de l'ouest à l'est du méridien terrestre, ne dépendent donc que de circonstances accidentelles et locales, sur lesquelles néanmoins nous pouvons asseoir un jugement en rapprochant les différents faits ci-devant indiqués.

Nous avons dit qu'en l'année 1580 l'aiguille déclinait à Paris de onze degrés trente minutes vers l'est : or nous remarquerons que c'est depuis cette année 1580 que la déclinaison paraît avoir commencé de quitter cette direction vers l'est, pour se porter vers le nord et ensuite vers l'ouest ; car en l'année 1610 l'aiguille, ainsi que nous l'avons déjà remarqué, ne déclinait plus que de huit degrés vers l'est ; en 1640 elle ne déclinait que de trois degrés, et en 1663 elle se dirigeait droit au pôle. Enfin, depuis cette époque, elle n'a pas cessé de se porter vers l'ouest. J'observerai donc que la période de ce progrès dans l'ouest, auquel il faut joindre encore la période du retour ou du rappel de la déclinaison de l'est au nord, puisque ce mouvement s'est opéré dans le même sens ; j'observerai, dis-je, que ces périodes de temps semblent correspondre à l'époque du défrichement et de la dénudation de la terre dans l'Amérique septentrionale, et aux progrès de l'établissement des colonies dans cette partie du Nouveau Monde. En effet, l'ouverture du sein de cette nouvelle terre par la culture, les incendies des forêts dans de vastes étendues, et l'exploitation des mines de fer par les Européens dans ce continent, dont les habitants sauvages n'avaient jamais connu ni recherché ce métal, n'ont-elles pas dû produire un nouveau pôle magnétique, et déterminer vers cette partie occidentale du globe la direction de l'aimant, qui précédemment n'éprouvait pas cette attraction, et, au lieu d'obéir à deux forces, était uniquement déterminée par le courant électrique qui va de l'équateur aux pôles de la terre ?

J'ai remarqué ci-devant que la déclinaison s'est trouvée constante à Québec durant une période de trente-sept ans ; ce qui semble prouver l'action constante d'un

nouveau pôle magnétique dans les régions septentrionales de l'Amérique. Enfin le ralentissement actuel du progrès de la déclinaison dans l'ouest offre encore un rapport suivi avec l'état de cette terre du Nouveau Monde, où le principal produit de la dénudation du sol et de l'exploitation des mines de fer paraît actuellement être à peu près aussi complet que dans les régions septentrionales de l'ancien continent.

On peut donc assurer que cette déclinaison de l'aimant, dans divers lieux et selon les différents temps, ne dépend que du gisement des grandes masses ferrugineuses dans chaque région, et de l'aimantation plus ou moins prompte de ces mêmes masses par des causes accidentelles ou des circonstances locales, telles que le travail de l'homme, l'incendie des forêts, l'éruption des volcans, et même les coups que frappe l'électricité souterraine sur de grands espaces, causes qui peuvent toutes donner également le magnétisme aux matières ferrugineuses ; et ce qui en complète les preuves, c'est qu'après les tremblements de terre, on a vu souvent l'aiguille aimantée soumise à de grandes irrégularités dans ses variations.

Au reste, quelque irrégulière que soit la variation de l'aiguille aimantée dans sa direction, il me paraît néanmoins que l'on peut en fixer les limites, et même placer entre elles un grand nombre de points intermédiaires, qui, comme ces limites mêmes, seront constants et presque fixes pour un certain nombre d'années, parce que, le progrès de ce mouvement de déclinaison ne se faisant actuellement que très-lentement, on peut le regarder comme constant pour le prochain avenir d'un petit nombre d'années ; et c'est pour arriver à cette détermination, ou du moins pour en approcher autant qu'il est possible, que j'ai réuni toutes les observations que j'ai pu recueillir dans les voyages et navigations faits depuis vingt ans, et dont je placerai d'avance les principaux résultats dans l'article suivant.

ARTICLE VI.

DE L'INCLINAISON DE L'AIMANT.

La direction de l'aimant, ou de l'aiguille aimantée, n'est pas l'effet d'un mouvement simple, mais d'un mouvement composé qui suit la courbure du globe de l'équateur aux pôles. Si l'on pose un aimant sur du mercure, dans une situation horizontale, et sous le méridien magnétique du lieu, il s'inclinera de manière que le pôle austral de cet aimant s'élèvera au-dessus, et que le pôle boréal s'abaissera au-dessous de la ligne horizontale dans notre hémisphère boréal ; et le contraire arrive dans l'hémisphère austral. Cet effet est encore plus aisé à mesurer au moyen d'une aiguille aimantée placée dans un plan vertical : la boussole horizontale indique la direction avec ses déclinaisons, et la boussole verticale démontre l'inclinaison de l'aiguille. Cette inclinaison change souvent plus que la déclinaison.

suivant les lieux ; mais elle est plus constante pour les temps ; et l'on a même observé que la différence de hauteur, comme du sommet d'une montagne à sa vallée, ne change rien à cette inclinaison. M. le chevalier de Lamanon m'écrit qu'étant sur le Pic-de-Ténériffe, à 1900 toises au-dessus du niveau de la mer, il avait observé que l'inclinaison de l'aiguille était la même qu'à Sainte-Croix ; ce qui semble prouver que les émanations du globe qui produisent l'électricité et le magnétisme s'élèvent à une très-grande hauteur dans les climats chauds. Au reste, l'inclinaison et la déclinaison sont sujettes à des trépidations presque continuelles de jour en jour, d'heure en heure, et pour ainsi dire de moment en moment.

Les aiguilles des boussoles verticales doivent être faites et placées de manière que leur centre de gravité coïncide avec leur centre de mouvement, au lieu que dans les boussoles horizontales le centre du mouvement de l'aiguille est un peu plus élevé que son centre de gravité.

Lorsqu'on commence à mettre en mouvement cette aiguille placée verticalement, elle se meut par des oscillations qu'on a voulu comparer à celles du pendule de la gravitation : mais les effets qu'ils présentent sont très-différents ; car la direction de cette aiguille, dans son inclinaison, varie selon les différents lieux, au lieu que celle du pendule est constante dans tous les lieux de la terre, puisqu'elle est toujours perpendiculaire à la surface du globe.

Nous avons dit que les particules de la limaille de fer sont autant de petites aiguilles qui prennent des pôles par le contact de l'aimant : ces aiguilles se dressent perpendiculairement sur les deux pôles de l'aimant ; mais la position de ces particules aimantées devient d'autant plus oblique qu'elles sont plus éloignées de ces mêmes pôles, et jusqu'à l'équateur de l'aimant, où il ne leur reste qu'une attraction sans inclinaison. Cet équateur est le point de partage entre les deux directions et inclinaisons en sens contraire ; et nous devons observer que cette ligne de séparation des deux courants magnétiques ne se trouve pas précisément à la même distance des deux pôles dans les aimants non plus que dans le globe terrestre, et qu'elle est toujours à une moindre distance du pôle le plus faible. Les particules de limaille s'attachent horizontalement sur cette partie de l'équateur des aimants, et leur inclinaison ne se manifeste bien sensiblement qu'à quelque distance de cette partie équatoriale ; la limaille commence alors à s'incliner sensiblement vers l'un et l'autre pôle en deçà et au delà de cet équateur : son inclinaison vers le pôle austral est donc en contre-sens de la première, qui tend au pôle boréal de l'aimant, et cette limaille se dresse de même perpendiculairement sur le pôle austral comme sur le pôle boréal. Ces phénomènes sont constants dans tous les aimants ou fers aimantés ; et comme le globe terrestre possède en grand les mêmes puissances que l'aimant nous présente en petit, l'aiguille doit être perpendiculaire par une inclinaison de 90 degrés sur les pôles magnétiques du globe : ainsi les lieux où l'inclinaison de l'aiguille sera de 90 degrés, seront en effet les vrais pôles magnétiques sur la terre.

Nous n'avons rien négligé pour nous procurer toutes les observations qui ont été faites jusqu'ici sur la déclinaison et l'inclinaison de l'aiguille aimantée (1). Nous croyons que personne avant nous n'en avait recueilli un aussi grand nombre : nous les avons comparées avec soin, et nous avons reconnu que c'est aux environs de l'équateur que l'inclinaison est presque toujours nulle : que l'équateur magnétique est au-dessus de l'équateur terrestre dans la partie de la mer des Indes située vers le quatre-vingt-dix-septième degré de longitude (2), et qu'il paraît, au contraire, au-dessous de la ligne, dans la portion de la mer Pacifique qui correspond au cent quatre-vingt-dix-septième degré : on peut donc conjecturer que le pôle magnétique est éloigné vers l'est du pôle de la terre, relativement aux mers des Indes et Pacifique, et par conséquent il doit être situé dans les terres les plus septentrionales de l'Amérique, ainsi que nous l'avons déjà dit.

Dans la mer Atlantique, l'espace où l'aiguille a été observée sans déclinaison (3) se prolonge jusqu'au cinquante-huitième degré de latitude australe ; et à l'égard de son étendue vers le nord, on le peut suivre jusqu'au trente-cinquième degré, ou environ, de latitude, ce qui lui donnerait en tout quatre-vingt-treize degrés de longueur, si l'on avait fait jusqu'à présent assez d'observations pour que nous fussions assurés qu'il n'est interrompu par aucun endroit où l'aiguille décline de plus de deux degrés vers l'est ou vers l'ouest. Cet espace ou cette bande sans déclinaison peut surtout être interrompu dans le voisinage des continents et des îles : car on ne peut douter que la proximité des terres n'influe beaucoup sur la direction de l'aiguille. Cette déviation dépend des masses ferrugineuses qui peuvent se trouver à la surface de ces terres, et qui, agissant sur le magnétisme général, comme autant de pôles magnétiques particuliers, doivent fléchir son cours, et en changer plus ou moins la direction : et si le voisinage de certaines côtes a paru, au contraire, repousser l'aiguille aimantée, la nouvelle direction de l'aiguille n'a point été, dans ces cas particuliers, l'effet d'une répulsion qui n'a été qu'apparente ; mais elle a été produite par le magnétisme général, ou par l'attraction particulière de quelques autres terres plus ou moins éloignées, et dont l'action aura cessé d'être troublée dans le voisinage de certaines côtes dépourvues de mines de fer ou d'aimant. Lors donc qu'à l'approche des terres l'aiguille aimantée éprouve constamment des changements très-marqués dans sa déclinaison, on peut en conclure l'existence ou le défaut des mines de fer ou d'aimant dans ces mêmes terres, suivant qu'elles attirent ou repoussent l'aiguille aimantée.

En général, les bandes sans déclinaison se trouvent toujours plus près des côtes orientales des grands continents que des côtes occidentales : celle qui a été observée

(1) De tous nos voyageurs, M. Eckberg et M. Le Gentil, savant astronome de l'Académie des Sciences, sont ceux qui ont donné le plus d'attention à l'inclinaison de l'aimant dans les régions qu'ils ont parcourues.

(2) Nous devons remarquer que, dans les articles de la déclinaison et de l'inclinaison de l'aimant, nous avons toujours compté les longitudes à l'est du méridien de Paris.

(3) Je dois observer ici que j'ai regardé comme nulles toutes les déclinaisons qui ne s'étendaient pas à deux degrés au-dessous de zéro, parce que les variations diurnes, et surtout les accidents des aurores boréales et des tempêtes, font souvent changer la direction de l'aiguille de plus de deux degrés.

dans la mer Atlantique est, dans tous ses points, beaucoup plus voisine des côtes orientales de l'Amérique que des côtes occidentales de l'Afrique et de l'Europe; et celle qui traverse la mer de l'Inde et la grande mer Pacifique est placée à une assez petite distance à l'est des côtes de l'Asie.

La bande sans déclinaison de la mer des Indes, et qui se prolonge dans la mer Pacifique boréale, paraît s'étendre depuis environ le cinquante-neuvième degré de latitude sud jusqu'au quarantième degré de latitude nord.

Il est important d'observer que, sous la latitude boréale de dix-neuf degrés, ainsi que sous la latitude australe de cinquante-trois degrés, la bande sans déclinaison de la mer Atlantique et celle de la mer des Indes sont éloignées l'une de l'autre d'environ cent cinquante-sept degrés, c'est-à-dire de près de la moitié de la circonférence du globe. Il est également remarquable que, à partir de quelques degrés de l'équateur, on n'a observé, dans la mer Pacifique boréale, aucune déclinaison vers l'ouest qu'on ne puisse rapporter aux variations instantanées et irrégulières de l'aiguille : ceci joint à toutes les directions des inclinaisons, tant de la mer Atlantique que de la mer des Indes, confirme l'existence d'un pôle magnétique très-puissant dans le nord des terres de l'Amérique; et ce qui confirme encore cette vérité, c'est que la plus grande déclinaison orientale dans la mer Pacifique boréale a été observée, par le capitaine Cook, de trente-six degrés dix-neuf minutes aux environs de soixante-dix degrés de latitude nord et du cent-quatre-vingt-quinzième de longitude, c'est-à-dire à deux degrés, ou à peu près, au nord des terres de l'Amérique les plus voisines de l'Asie.

D'un autre côté, M. le chevalier de Langle a trouvé une déclinaison vers l'ouest de quarante-cinq degrés, dans un point de la mer Atlantique situé très-près des côtes orientales et boréales de l'Amérique. C'est donc dans ces terres septentrionales du nouveau continent que toutes les directions des déclinaisons se réunissent et coïncident au pôle magnétique, dont l'existence nous paraît démontrée par tous les phénomènes.

La déclinaison n'éprouve que de petites vicissitudes dans les basses latitudes, surtout dans la grande mer de l'Inde, où l'on n'observe jamais qu'un petit nombre de degrés de déclinaison dans le voisinage de l'équateur, tandis que, dans les plus hautes latitudes de l'hémisphère austral, il paraît que la déclinaison de l'aiguille varie beaucoup de l'est à l'ouest, ou de l'ouest à l'est, dans un très-petit espace.

La ligne sans déclinaison qui passe entre Malaca, Bornéo, le détroit de la Sonde, se replie vers l'est, et son inflexion semble être produite par les terres de la Nouvelle-Hollande.

Il y a dans la mer Pacifique une troisième bande sans déclinaison, qui paraît s'étendre depuis le septième degré de latitude nord jusqu'au cinquante-cinquième degré de latitude sud. Cette bande traverse l'équateur vers le deux cent trente-deuxième degré de longitude : mais, à vingt-quatre degrés de latitude australe, elle paraît fléchir vers les côtes occidentales de l'Amérique méridionale; ce qui paraît être l'effet des masses ferrugineuses que l'on doit trouver dans ces contrées si sou-

vent brûlées par les feux des volcans, et agitées par les coups de la foudre souterraine.

La déclinaison la plus considérable qui ait été trouvée dans l'hémisphère austral est celle de quarante-trois degrés six minutes, observée par Cook en février 1773, sous le soixantième degré de latitude et le quatre-vingt-douzième degré trente-cinq minutes de longitude, loin de toute terre connue ; et la plus forte déclinaison qu'on ait trouvée dans l'hémisphère boréal, et, en même temps, la plus grande de toutes celles qui ont été remarquées dans les derniers temps, est celle de quarante-cinq degrés, dont nous avons déjà parlé, et qui a été observée par M. le chevalier de Langle vers le soixante-deuxième degré de latitude et le deux cent quatre-vingt-dix-sept ou le deux cent quatre-vingt-dix-huitième de longitude, entre le Groenland et la terre de Labrador ; elles sont toutes les deux vers l'ouest, et toutes les deux ont eu lieu dans des endroits éloignés de l'équateur d'environ soixante degrés.

Tels sont les principaux faits, tant pour la déclinaison que pour l'inclinaison, qu'offre ce qu'on a reconnu de l'état actuel des forces magnétiques, qui s'étendent de l'équateur aux pôles ; et si nous voulons tirer quelques résultats du petit nombre d'observations plus anciennes, nous trouverons que, depuis 1700, l'inclinaison de l'aiguille aimantée a varié en différents endroits : mais tout ce que l'on peut conclure de ces observations, qui sont en trop petit nombre, c'est que les changements de la déclinaison et de l'inclinaison ont été inégaux et irréguliers dans les divers points des deux hémisphères.

Et pour ne considérer d'abord que les variations de la déclinaison, la plus grande irrégularité des changements qu'elle a éprouvés sur les différents points du globe suffit pour empêcher d'admettre l'hypothèse de Halley, qui supposait dans l'intérieur de la terre un gros noyau magnétique doué d'une sorte de mouvement de rotation, indépendant de celui du globe, et qui, par sa déclinaison, produirait celle des aimants placés à la surface de la terre. M. Épinus, qui d'abord paraissait tenté d'adopter l'opinion de Halley, a vu lui-même qu'elle ne pourrait pas s'accorder avec l'irrégularité des changements de la déclinaison magnétique : au lieu du mouvement régulier d'une sorte de grand aimant imaginé par Halley, il a proposé d'admettre des changements irréguliers et locaux dans le noyau de la terre. Mais indépendamment de l'impossibilité d'assigner les causes de ces changements intérieurs, ils ne pourraient agir sur la déclinaison des aiguilles qu'autant que les portions du noyau gagneraient ou perdraient la vertu magnétique ; et nous avons vu que les masses ferrugineuses ne pouvaient s'aimanter naturellement que très-près de la surface du globe, et par les influences de l'atmosphère.

Depuis 1580, la déclinaison de l'aiguille a varié, dans les divers endroits de la surface du globe, d'une manière très-inégale : elle s'est portée vers l'est avec des vitesses très-différentes, non-seulement selon les temps, mais encore selon les lieux, et ceci est d'autant plus important à observer, que ses mouvements ont toujours été très-irréguliers, et que nous ne faisons ici aucune attention aux petites

causes locales qui ont pu la déranger. Ces causes, dont les effets ne sont pas constants, mais passagers, peuvent être de même nature que les causes plus générales du changement de déclinaison d'un grand nombre de degrés, jusqu'à la faire aller en diminuant lorsqu'elle devrait s'accroître, et peuvent même tout à coup la faire changer de l'est à l'ouest, ou de l'ouest à l'est. Par exemple, dans l'année 1618, la déclinaison était orientale de six degrés dans l'île de Candie, tandis qu'elle était nulle à Malte et dans le détroit de Gibraltar, et qu'elle était de six degrés vers l'ouest à Palerme et à Alexandrie; ce que l'on ne peut attribuer qu'à des causes particulières, et à ces effets passagers que nous venons d'indiquer.

La bande sans déclinaison qui se trouve actuellement dans la mer Atlantique, gisait auparavant dans notre continent : en 1594, elle passait à Narva en Finlande; elle était en même temps bien plus avancée du côté de l'est dans les régions plus voisines de l'équateur, et, par conséquent, il y a près de deux cents ans qu'elle était inclinée du côté de l'ouest, relativement à l'équateur terrestre, puisqu'elle n'a passé qu'en 1600 à Constantinople, qui est à peu près sous le même méridien que Narva. Cette bande sans déclinaison est parvenue, en s'avançant vers l'ouest, jusqu'au deux cent quatre-vingt-deuxième degré de longitude, et à la latitude de trente-cinq degrés, où elle se trouve actuellement.

En 1616, la déclinaison fut trouvée de cinquante-sept degrés à soixante-dix-huit degrés de latitude boréale, et deux cent quatre-vingts de longitude. C'est la plus grande déclinaison qu'on ait observée; elle était vers l'ouest, ainsi que les deux fortes déclinaisons dont nous devons la connaissance à M. le chevalier de Langle et au capitaine Cook; elle a eu également lieu sous une très-haute latitude, et elle a été reconnue dans un endroit peu éloigné de celui où M. de Langle a trouvé la déclinaison de quarante-cinq degrés, la plus grande de toutes celles qui ont été observées dans les derniers temps.

Néanmoins, dans la même année 1616, la bande sans déclinaison qui traversait l'Europe, et qui s'avancait toujours vers l'occident, n'était pas encore parvenue au vingt-unième degré de longitude; et dans des points situés à l'ouest de cette bande, comme, par exemple, à Paris, à Rome, etc., l'aiguille déclinait vers l'est; et cela provient de ce que les régions septentrionales de l'Amérique n'avaient pas encore éprouvé toutes les révolutions qui ont établi le pôle magnétique que l'on doit y supposer à présent.

Quoi qu'il en soit, nous ne pouvons pas douter qu'il n'y ait actuellement un pôle magnétique dans cette région du nord de l'Amérique, puisque la déclinaison vers l'ouest est plus grande en Angleterre qu'en France, plus grande en France qu'en Allemagne, et toujours moindre à mesure qu'on s'éloigne de l'Amérique, en s'avançant vers l'orient.

Dans l'hémisphère austral, l'aiguille d'inclinaison, au rapport du voyageur Noël, se tenait perpendiculaire au trente-cinquième ou trente-sixième degré de latitude, et cette perpendicularité de l'aimant se soutenait dans une longue étendue sous différentes longitudes, depuis la mer de la Nouvelle-Hollande jusqu'à sept ou huit

cents milles du cap de Bonne-Espérance (1). Cette observation s'accorde avec le fait rapporté par Abel Tasman, dans son voyage, en 1642 : ce voyageur dit avoir observé que l'aiguille de ces boussoles horizontales ne se dirigeait plus vers aucun point fixe dans la partie de la mer voisine, à l'occident, de la terre de Diémen; et cela doit arriver en effet lorsqu'on se trouve sur un pôle magnétique. En comptant donc sur cette observation du voyageur Noël, on est en droit d'en conclure qu'un des pôles magnétiques de l'hémisphère austral était situé, dans ce temps, sous la latitude de trente-cinq ou trente-six degrés, et que, quoiqu'il y eût une assez grande étendue en longitude où l'aiguille n'avait point de direction constante, on doit supposer sur cette ligne un espace qui servait de centre à ce pôle, et dans lequel, comme sur les parties polaires de la pierre d'aimant, la force magnétique était la plus concentrée; et ce centre était probablement l'endroit où Tasman a vu que l'aiguille de ses boussoles horizontales ne pouvait se fixer.

Le pôle magnétique qui se trouve dans le nord de l'Amérique n'est pas le seul qui soit dans notre hémisphère; le savant et ingénieux Halley en comptait quatre sur le globe entier, et en plaçait deux dans l'hémisphère boréal, et deux dans l'hémisphère austral. Nous croyons devoir en compter également deux dans chaque hémisphère, ainsi que nous l'avons déjà dit, puisqu'on y a reconnu trois lignes ou bandes sur lesquelles l'aiguille se dirige droit au pôle terrestre, sans aucune déviation.

De la même manière que les pôles d'un aimant ne sont pas des points mathématiques, et qu'ils occupent quelques lignes d'étendue superficielle, les pôles magnétiques du globe terrestre occupent un assez grand espace; et en comptant sur le globe quatre pôles magnétiques, il doit se trouver un certain nombre de régions dans lesquelles l'inclinaison de l'aiguille sera très-grande, et de plus de quatre-vingts degrés.

Quoique le globe terrestre ait en grand les mêmes propriétés que l'aimant nous offre en petit, ces propriétés ne se présentent pas aussi évidemment ni par des effets aussi constants et aussi réguliers sur le globe que sur la pierre d'aimant. Cette différence entre les effets du magnétisme général du globe et du magnétisme particulier de l'aimant, peut provenir de plus d'une cause. Premièrement, de la figure sphéroïde de la terre : on a éprouvé, en aimantant de petits globes de fer, qu'il est difficile de leur donner des pôles bien déterminés; et c'est probablement en raison de sa sphéricité que les pôles magnétiques ne sont pas aussi distincts sur le globe terrestre qu'ils le sont sur des aimants non sphériques. Secondement, la position de ces pôles magnétiques, qui sont plus ou moins voisins des vrais pôles de la terre, plus ou moins éloignés de l'équateur, doit influencer puissamment sur la déclinaison dans chaque lieu particulier, suivant sa situation plus ou moins dis-

(1) Le capitaine Cook dit que l'inclinaison de l'aiguille fut de 64 degrés 36 minutes les trois différentes fois qu'il relâcha à la Nouvelle-Zélande, dans une baie située par 41 degrés 5 minutes 56 secondes de latitude, et 172 degrés 0 minute 7 secondes de longitude. Il me paraît que l'on peut compter sur cette observation de Cook, avec d'autant plus de raison qu'elle a été répétée, comme l'on voit par son récit, jusqu'à trois fois différentes dans le même lieu, en différentes années.

tante de ces mêmes pôles magnétiques, dont la position n'est point encore assez déterminée.

Le magnétisme du globe, dont les effets viennent de nous paraître si variés, et même si singuliers, n'est donc pas le produit d'une force particulière, mais une modification d'une force générale, qui est celle de l'électricité, dont la cause doit être attribuée aux émanations de la chaleur propre du globe, lesquelles, partant de l'équateur et des régions adjacentes, se portent, en se courbant et se plongeant sur les régions polaires où elles tombent, dans des directions d'autant plus approchantes de la perpendiculaire, que la chaleur est moindre, et que ces émanations se trouvent, dans les régions froides, plus complètement éteintes ou supprimées. Or cette augmentation d'inclinaison, à mesure que l'on s'avance vers les pôles de la terre, représente parfaitement l'incidence de plus en plus approchante de la perpendiculaire des rayons ou faisceaux d'un fluide animé par les émanations de la chaleur du globe, lesquelles, par les lois de l'équilibre, doivent se porter en convergeant et s'abaissant de l'équateur vers les deux pôles.

La force particulière des pôles magnétiques, dans l'action qu'ils exercent sur l'inclinaison, est assez d'accord avec la force générale qui détermine cette inclinaison vers les pôles terrestres puisque l'une et l'autre de ces forces agissent presque également dans une direction qui tend plus ou moins à la perpendiculaire. Dans la déclinaison, au contraire, l'action des pôles magnétiques se croise, et forme un angle avec la direction générale et commune de tout le système du magnétisme vers les pôles de la terre. Les éléments de l'inclinaison sont donc plus simples que ceux de la déclinaison, puisque celle-ci résulte de la combinaison de deux forces agissantes dans deux directions différentes, tandis que l'inclinaison dépend principalement d'une cause simple, dans une direction inclinée et relative à la courbure du globe. C'est par cette raison que l'inclinaison paraît être et est en effet plus régulière, plus suivie et plus constante que la déclinaison dans toutes les parties de la terre.

On peut donc espérer, comme je l'ai dit, qu'en multipliant les observations sur l'inclinaison, et déterminant par ce moyen la position des lieux, soit sur terre, soit sur mer, l'art de la navigation tirera du recueil de ces observations autant et plus d'utilité que de tous les moyens astronomiques ou mécaniques employés, jusqu'à ce jour, à la recherche des longitudes.

ARRANGEMENT DES MINÉRAUX EN TABLE MÉTHODIQUE,

RÉDIGÉE D'APRÈS LA CONNAISSANCE DE LEURS PROPRIÉTÉS NATURELLES.

Cette table présente les minéraux, non-seulement avec leurs vrais caractères, qui sont leurs propriétés naturelles, mais encore avec l'ordre successif de leur gé-

nésie ou filiation, selon qu'ils ont été produits par l'action du feu, de l'air et de l'eau sur l'élément de la terre.

Ces propriétés naturelles sont :

1° La densité ou pesanteur spécifique de chaque substance, qu'on peut toujours reconnaître avec précision par la balance hydrostatique ;

2° La dureté, dont la connaissance n'est pas aussi précise, parce que l'effet du choc ou du frottement ne peut se mesurer aussi exactement que celui de la pesanteur par la balance, mais qu'on peut néanmoins estimer et comparer par des essais assez faciles ;

3° L'homogénéité ou simplicité de substance dans chaque matière, qui se reconnaît avec toute précision dans les corps transparents, par la simple ou double réfraction que la lumière souffre en les traversant, et que l'on peut connaître, quoique moins exactement, dans les corps opaques, en les soumettant à l'action des acides ou du feu ;

4° La fusibilité et la résistance plus ou moins grande des différentes matières à l'action du feu avant de se calciner, se fondre ou se vitrifier ;

5° La combustibilité ou destruction des différentes substances par l'action du feu libre, c'est-à-dire par la combinaison de l'air et du feu.

Ces cinq propriétés sont les plus essentielles de toute manière, et leur connaissance doit être la base de tout système minéralogique et de tout arrangement méthodique : aussi cette connaissance, autant que j'ai pu l'acquérir, m'a servi de guide dans la composition de cet ouvrage sur les minéraux : et c'est d'après ces mêmes propriétés, qui constituent la nature de chaque substance, que j'ai rédigé la table suivante.

TABLE MÉTHODIQUE DES MINÉRAUX.

MATIÈRES.	SORTES.	VARIÉTÉS.
PREMIER ORDRE.		
MATIÈRES VITREUSES.		
PREMIÈRE CLASSE.		
<i>Matières vitreuses produites par le feu primitif.</i>		
Substances vitreuses simples	Quartz — feldspath — schorl — jaspé — mica.	Pierre de Laponie.
Verres primitifs.	Roches de 2, 3 et 4 substances vitreuses	
Substances composées	Porphyre.	rouge. } tous deux ponctués de blanc. brun. }
	Granite.	

MATIÈRES.	SORTES.	VARIÉTÉS.
DEUXIÈME CLASSE.		
<i>Matières vitreuses extraites des premières, et produites par l'intermède de l'eau.</i>		
PREMIÈRE DIVISION.		
<i>Produits du quartz.</i>		
Vitreuses produites par l'intermède de l'eau, demi-transparentes.	Quartz de seconde formation.	blanchâtre — rougeâtre — gras — feuilleté — grenu.
Transparentes	Cristal de roche.	blanc — nuageux — rougeâtre — bleuâtre — jaune vert — brun — noir — opaque — irisé.
	Améthyste	violette — pourprée.
	Cristal-topaze	d'un jaune plus ou moins foncé et enfumé.
	Chrysolithe.	d'un jaune mêlé de plus ou moins de vert.
	Aigue-marine	d'un vert bleuâtre, ou d'un bleu verdâtre.
Saphir d'eau.	plus ou moins bleuâtre et à demi chatoyant.	
DEUXIÈME DIVISION.		
<i>Produit du feldspath seul, et du quartz mêlé de feldspath.</i>		
Demi-transparentes.	Pierre de Russie ou de Labrador.	chatoyante, avec reflets verdâtres et bleuâtres.
Toutes chatoyantes.	OEil-de-chat.	gris — jaune — mordoré.
	OEil-de-poisson	blanc intense — blanc bleuâtre.
	OEil-de-loup	brun rougeâtre — brun verdâtre.
Opales.	Opale.	à fond blanc — à fond bleuâtre — à fond noir — sans paillettes — semée de paillettes brillantes, rouges, bleues, et d'autres couleurs.
	Aventurine.	rouge, plus ou moins semée de paillettes brillantes de différentes couleurs.
TROISIÈME DIVISION.		
<i>Produits du schorl seul, et du quartz et feldspath mêlés de schorl.</i>		
Transparentes.	Émeraude	du Pérou — vert pur plus ou moins clair — du Brésil — vert plus ou moins foncé.
	Saphir du Brésil.	bleu — blanc.
	Bénil.	vert bleuâtre — bleu verdâtre.
	Péridot.	plus ou moins dense — vert plus ou moins mêlé de jaune.
	OEil-de-chat noir ou noirâtre.	
Demi-transparentes.	Rubis et topaze du Brésil.	plus ou moins rougeâtre — plus ou moins jaune foncé.
	Topaze de Saxe	jaune doré — jaune clair — blanche.
	Grenat.	rouge violet, <i>syrrien</i> .
Opales	Hyacinthe.	rouge brun demi-transparent ou opaque.
	Tourmaline.	jaune mêlé de plus ou moins de rouge.
	Pierre de croix.	orangée — noirâtre.
		brun — noirâtre.
QUATRIÈME DIVISION.		
<i>Stalactites vitreuses non cristallisées, produites par le mélange du quartz et des autres verres primitifs.</i>		
Demi-transparentes.	Agate	blanche — laiteuse — veinée — ponctuée — herborisée.
	Cornaline.	rouge pur plus ou moins intense — veinée — ponctuée.

MATIÈRES.	SORTES.	VARIÉTÉS.
Demi-transparentes.	Sardoine.	orangée — veinée — herborisée. vert plus ou moins foncé.
	Prase.	
Transparentes imbibées d'eau.	Calcédoine.	blanchâtre — bleuâtre — rougeâtre — toujours laiteuse.
	Pierre hydrophane.	
Demi-transparentes aux parties minces.	Pétrosilex.	grise — bleuâtre — rougeâtre. blanc — rougeâtre — de toutes couleurs — veiné — taché.
	Onyx.	
Opaques.	Cailloux.	composée de lits, ou couches de différentes couleurs. veinés — cillés — herborisés. en plus gros ou plus petits cailloux. sanguin — héliotrope — fleuri — universel.
	Poudingues.	
	Jaspes de seconde formation.	

CINQUIÈME DIVISION.

Produits et agrégats du mica et du talc.

Opaques et demi-transparentes	Jade.	blanchâtre — vert — olivâtre. tachée de toutes couleurs — verte sans tache — veinée — fibreuse — grenue. blanchâtre — verdâtre semée de points talqueux — veinée — feuilletée. pure — noirâtre — plombée — mêlée de soufre — plombagine. blanche — rougeâtre. blanche — grise. blanche — plus ou moins fine. blanc — verdâtre — jaunâtre — rougeâtre. en filets plus ou moins longs et plus ou moins fins — blanchâtre — jaunâtre — verdâtre. en épis — en filets plus ou moins courts — gris — jaunâtre — blanchâtre plus ou moins poreux et léger — blanc — jaunâtre — en lames plates, ou feuillets superposés. jaunâtre — blanchâtre — en cornets ou feuillets contournés — plus ou moins caverneux et léger.
	Serpentine.	
	Pierre ollaire.	
	Molybdène	
	Pierre-de-lard.	
	Craie d'Espagne.	
Demi-transparentes.	Craie de Briançon	jaunâtre — blanchâtre — en cornets ou feuillets contournés — plus ou moins caverneux et léger.
	Talc	
Opaques.	Amiante	jaunâtre — blanchâtre — en cornets ou feuillets contournés — plus ou moins caverneux et léger.
	Asbeste.	
Opaques.	Cuir de montagne	jaunâtre — blanchâtre — en cornets ou feuillets contournés — plus ou moins caverneux et léger.
	Liège de montagne.	

TROISIÈME CLASSE.

Détriments des matières vitreuses.

Opaques.	Porphyres de seconde formation	vert taché de blanc — de couleurs variées. rougeâtre à gros grains, et grandes lames talqueuses — rougeâtre à petits grains; <i>granitelle</i> . pur — mêlé de mica — à grains plus ou moins fins — de substance plus ou moins compacte — blanc — jaunâtre — rougeâtre — brun — grès poreux — grès à filtrer. blanche et pure — bleuâtre — verdâtre — rougeâtre — jaunâtre — noirâtre. grisâtre — bleuâtre — noirâtre — plus ou moins dur, et en grains plus ou moins fins.
	Granites de seconde formation.	
	Grès.	
	Argiles.	
	Schiste et ardoise.	

QUATRIÈME CLASSE.

Concrétions vitreuses et argileuses formées par l'intermède de l'eau.

Concrétions argileuses	Ampélite.	plus ou moins noire — à grain plus ou moins fin blanc — cendré — verdâtre — noirâtre.
	Smectis, ou argile à foulon	

MATIÈRES.	SORTES.	VARIÉTÉS.
Grès mêlé d'argile.	Pierre à rasoir.	composée de couches alternatives de gris-blanc ou jaunâtre, et d'un gris brun. plus ou moins dures — blanches — brunes — bleuâtres — jaunes — rougeâtres — grès de Turquie.
	Cos, ou pierres à aiguiser.	

DEUXIÈME ORDRE.

MATIÈRES CALCAIRES TOUTES PRODUITES PAR L'INTERMÈDE DE L'EAU.

PREMIÈRE CLASSE.

Matières calcaires primitives avec leurs détriments et agrégats.

Substances calcaires primitives.	Coquilles.	Les variétés de ces corps marins à substance coquilleuse sont innombrables.
	Madrépores	
Détriments des matières calcaires primitives en grandes masses	Polypiers de toutes sortes	plus ou moins blanche et plus ou moins dure. de première formation ; <i>pierres coquilleuses</i> . de seconde formation plus ou moins dures. à grain plus ou moins fin. blanches ou teintes de différentes couleurs. de première formation — marbres coquilleux — brèches. poudingues calcaires de seconde formation — blancs. de toutes couleurs uniformes ou variées. veiné — ondé — blanchâtre — jaune — rougeâtre — mêlé de gris, de brun et de noir — herborisé. blanc — grisâtre — rougeâtre — veiné.
	Craie.	
	Pierres calcaires	
	Marbres	
	Albâtre.	
Plâtre .		

DEUXIÈME CLASSE.

Stalactites et concrétions calcaires.

Produits des matières calcaires transparents	Spath calcaire	Cristal d'Islande — spath blanc — jaune — rougeâtre.
Demi-transparentes	Perles	blanches ; <i>perles d'huîtres</i> — jaunâtres — brunâtres ; <i>perles de patelles et de moules</i> .
Opaques mêlés de substance osseuse.	Turquoises.	de vieille roche — de nouvelle roche — d'un bleu plus ou moins pur et plus ou moins foncé — verdâtres.
Incrustations et pétrifications calcaires	Tous les corps organisés incrustés ou pétrifiés par la substance calcaire.	
	Coquilles pétrifiées . .	
	Madrépores et autres corps marins incrustés et pétrifiés.	
	Bois et végétaux incrustés et pétrifiés.	

TROISIÈME CLASSE.

Matières vitreuses mêlées d'une petite quantité de substances calcaires.

Plus vitreuses que calcaires. — Opaques	Zéolithe	blanche — rougeâtre — bleuâtre. bleu — taché de blanc — mêlé de veines pyriteuses grise — jaunâtre — rougeâtre — noirâtre. plus ou moins dure et plus ou moins trouée.
	Lapis-lazuli	
Demi-transparentes.	Pierre à fusil.	rouge ; faux rubis — jaune ; fausse topaze — vert ; fausse émeraude — bleu ; faux saphir.
Opaques .	Pierre meulière	
Transparentes	Spath fluor.	

MATIÈRES.	SORTES.	VARIÉTÉS.
TROISIÈME ORDRE.		
MATIÈRES PROVENANT DES DÉBRIS ET DU DÉTRIMENT DES ANIMAUX ET DES VÉGÉTAUX.		
PREMIÈRE CLASSE.		
<i>Produits en grandes masses de la terre végétale.</i>		
Provenant des végétaux et des animaux plus ou moins mélangés de parties hétérogènes opaques	Terreau.	terre de jardin plus ou moins décomposée et plus ou moins mélangée.
	Terre franche	
	Terre limoneuse	terreau dont les parties sont encore plus décomposées.
	Bol.	terre végétale entièrement décomposée — blanc — rouge — gris — vert.
	Mêlées de bitume — opaques	Tourbe.
Charbon de terre.		matière végétale plus ou moins bitumineuse — plus ou moins pyriteuse — plus ou moins mélangée de matière calcaire, schisteuse, etc.
DEUXIÈME CLASSE.		
<i>Concrétions et produits de la terre limoneuse.</i>		
Produites par la terre limoneuse, phosphorescentes et combustibles.	Spath pesant.	pierre de Bologne — spath pesant octaèdre — blanc cristallisé — mat — de couleurs différentes.
	Opaques et combustibles	
Soufre minéral.		
Liquides et concrètes, transparentes, demi-transparentes, opaques et combustibles.	Bitumes	naphte — pétrole — asphalte — succin — ambre gris — poix de montagne — jayet.
	Produites par la terre limoneuse, transparentes et homogènes. Combustibles.	Diamant
Vrai rubis		rouge de feu — rouge pourpre; <i>spinelle</i> — rouge clair; <i>balais</i> — rouge orangé; <i>vermeille</i> .
Vraie topaze.		jaune vif — jaune d'or velouté.
	Vrai saphir.	bleu — bleu céleste — bleu faible — blanc — bleu foncé — bleu mêlé de rouge; <i>girasol</i> .
QUATRIÈME ORDRE.		
MATIÈRES SALINES.		
PREMIÈRE CLASSE.		
<i>Sels simples, Acides, Alkali et Arsenic.</i>		
Produits de l'acide aérien sur les matières vitreuses	Acide aérien.	alun de roche — alun de plume — vitriol — vitriol en masses — vitriol en sta actites — vitriol vert; <i>vitriol ferrugineux</i> — vitriol bleu; <i>vitriol cuivreux</i> — vitriol blanc; <i>vitriol de zinc</i> — beurre fossile
	Acide et sels vitrioliques.	
Produits de l'acide aérien sur les substances animales et végétales.	Alcali.	natron — soude — alcali minéral — alcali fixe végétal — alcali volatil — alcali caustique — alcali fluor.
	Autres produits de l'acide aérien sur les substances animales et végétales	Acide des végétaux et des animaux.
		Acide phosphorique.

MATIÈRES.	SORTES.	VARIÉTÉS.
Produits de l'acide aérien sur les matières calcaires et alcalines.	Acide marin	mêlé d'alcali — sel gemme — sel marin.
Produits de l'acide aérien sur les matières alcalines, animales, végétales et minérales.	Nitre.	salpêtre de houssage.
	Arsenic.	mêlé de parties métalliques, en fleurs blanches — cristallisé — mêlé de soufre — orpiment — réalgar.
Sel mêlé de parties métalliques.	Borax	tinckal ou borax brut — d'une consistance molle et rougeâtre — d'une consistance ferme, grise ou verdâtre — sel sédatif.
DEUXIÈME CLASSE.		
<i>Sels sublimés par le feu.</i>		
Substance du feu saisie par l'acide vitriolique.	Soufre.	soufre vif — cristallisé — en grains.
Produits sublimés de l'acide marin et de l'alcali volatil.	Sel ammoniac	composé de l'alcali volatil et de l'acide marneux de l'alcali volatil et de l'acide vitriolique. de l'alcali volatil et de l'acide nitreux.
Composées de l'acide vitriolique et de la matière du feu libre.	Acide sulfureux volatil	
TROISIÈME CLASSE.		
<i>Sels composés par l'intermède de l'eau.</i>		
Composées de soufre et d'alcali.	Foie de soufre.	
Composées de l'acide vitriolique et d'alcali minéral.	Sel de Glauber.	
Composées de l'acide vitriolique et de la magnésie.	Sel d'Epsom.	
CINQUIÈME ORDRE.		
MATIÈRES MÉTALLIQUES.		
PREMIÈRE CLASSE.		
<i>Matières métalliques produites par le feu primitif, ou métalliques simples et dans leur état de nature.</i>		
Métalliques simples et dans leur état de nature	Or primitif ou en état de métal	en filets — en lames — en grains — en masses — en pépites — en végétations — jaune — rougeâtre — blanchâtre — cristallisé en octaèdre par le feu.
Métaux.	Argent primitif en état de métal	toujours allié d'argent par la nature. en ramifications — en feuilles — en grains. toujours allié d'or et quelquefois d'autres substances métalliques.
	Cuivre primitif en état de métal.	cristallisé en octaèdre par le feu. en blocs plus ou moins gros.
	Plomb en état de chaux	mêlé dans les roches vitreuses.
	Étain en état de chaux.	mêlé dans les roches vitreuses — aimant — émeril
	Fer en état de fonte.	— mâchefer — sablon magnétique.

MATIÈRES.	SORTES.	VARIÉTÉS.
DEUXIÈME CLASSE.		
<i>Matières métalliques formées par l'intermède de l'eau, ou concrétions et mines des métaux dans leur état d'agrégation et de minéralisation.</i>		
Métaux.	Or .	en paillettes — pyrites aurifères.
	Argent .	en paillettes — pyrites argentifères — mine d'argent vitrée, brune, noirâtre, ou grise — mine d'argent cornée, jaunâtre à demi-transparente et opaque — mine d'argent rouge.
	Cuivre	minerais pyriteux du cuivre, ou pyrites cuivreuses — mine de cuivre vitreuse — de cuivre cornée — de cuivre soyeuse — malachite — cristallisée — veloutée — fibreuse — mamelonnée — pierre arménienne — azur bleu de montagne — vert de montagne — mine de cuivre antimoniale.
	Plomb	galène — mine de plomb vitreuse et cristallisée — blanche — noirâtre — rouge — verte — jaune.
	Étain.	mine d'étain en filons — en couches — en rognons en grenailles — en cristaux — noirs — blancs — jaunâtres — rouges.
	Fer.	mine spathique — spéculaire — en grains — en géode — en ocre — en rouille plus ou moins décomposée — hématite.
TROISIÈME CLASSE.		
<i>Matières semi-métalliques, ou demi-métaux dans leur état de nature.</i>		
Eau métallique.	Mercure	en cinabre — en état coulant.
Demi-métaux.	Antimoine	en minerais blancs et gris — mine d'antimoine en aiguilles. — en plume, souvent mêlée d'argent.
	Bismuth	en métal — mêlé de cobalt — jaunâtre — rougeâtre.
	Zinc	en pierre calaminaire — en blende — noire — grise — jaunâtre — rougeâtre, etc. — cristallisée — transparente — opaque — en vitriol blanc.
QUATRIÈME CLASSE.		
<i>Alliages métalliques faits par la nature.</i>		
Alliages métalliques tous mêlés de fer.	Platine.	en grenaille toujours mêlée de sable magnétique, et allié de fer dans sa substance.
	Cobalt .	plus ou moins mêlé de fer par un alliage intime.
	Nickel	mêlé de fer et de cobalt par un alliage intime — grenu — lamelleux.
	Manganèse .	grise — noire — cristallisée — non cristallisée — toujours mêlée de fer par un alliage intime.
SIXIÈME ET DERNIER ORDRE		
PRODUITS VOLCANIQUES.		
Matières fondues par le feu des volcans.	Laves.	plus ou moins compactes — plus ou moins trouées — noires, brunes et rougeâtres.
	Basalte.	plus ou moins mêlé de fer, ainsi que les laves, et de différentes figures, depuis trois jusqu'à neuf faces dans sa longueur, articulé ou non dans son épaisseur — noirâtre — grisâtre — verdâtre.
	Pierre de touche.	à grain plus ou moins fin — noire — brune — grise.
	Pierre variolite.	à grains plus ou moins proéminents et plus ou moins rougeâtres.
Terre cuite par le feu des volcans.	Tripoli.	blanc — jaunâtre — noirâtre.
Détriments des matières volcaniques	Pouzzolane.	plus ou moins sèche et rude au toucher — grise — rouge — blanchâtre, etc.

EXPÉRIENCES SUR LES VÉGÉTAUX

PREMIER MÉMOIRE.

EXPÉRIENCES SUR LA FORCE DU BOIS.

Le principal usage du bois dans les bâtiments et dans les constructions de toute espèce est de supporter des fardeaux. La pratique des ouvriers qui l'emploient n'est fondée que sur des épreuves, à la vérité souvent réitérées, mais toujours assez grossières : ils ne connaissent que très-imparfaitement la force et la résistance des matériaux qu'ils mettent en œuvre. J'ai tâché de déterminer avec quelque précision la force du bois, et j'ai cherché les moyens de rendre mon travail utile aux constructeurs et aux charpentiers. Pour y parvenir, j'ai été obligé de faire rompre plusieurs poutres et plusieurs solives de différentes longueurs. On trouvera, dans la suite de ce mémoire, le détail exact de toutes ces expériences : mais je vais auparavant en présenter les résultats généraux, après avoir dit un mot de l'organisation du bois et de quelques circonstances particulières qui me paraissent avoir échappé aux physiciens qui se sont occupés de ces matières.

Un arbre est un corps organisé dont la structure n'est point encore bien connue. Les expériences de Grew, de Malpighi, et surtout celles de Hales, ont, à la vérité, donné de grandes lumières sur l'économie végétale, et il faut avouer qu'on leur doit presque tout ce qu'on sait en ce genre : mais dans ce genre, comme dans tous les autres, on ignore beaucoup plus de choses qu'on n'en sait. Je ne ferai point ici la description anatomique des différentes parties d'un arbre, cela serait inutile pour mon dessein ; il me suffira de donner une idée de la manière dont les arbres croissent, et de la façon dont le bois se forme.

Une semence d'arbre, un gland qu'on jette en terre au printemps, produit au bout de quelques semaines un petit jet tendre et herbacé, qui augmente, s'étend,

grossit, durcit, et contient déjà, dès la fin de la première année, un filet de substance ligneuse. A l'extrémité de ce petit arbre est un bouton qui s'épanouit l'année suivante, et dont il sort un second jet semblable à celui de la première année, mais plus vigoureux qui grossit et s'étend davantage, dureit dans le même temps et produit un autre bouton qui contient le jet de la troisième année, et ainsi des autres jusqu'à ce que l'arbre soit parvenu à toute sa hauteur : chacun de ces boutons est une espèce de germe qui contient le petit arbre de chaque année. L'accroissement des arbres en hauteur se fait donc par plusieurs productions semblables et annuelles ; de sorte qu'un arbre de cent pieds de haut est composé, dans sa longueur, de plusieurs petits arbres mis bout à bout, dont le plus long n'a souvent pas deux pieds de hauteur. Tous ces petits arbres de chaque année ne changent jamais dans leurs dimensions, ils existent dans un arbre de cent ans sans avoir grossi ni grandi ; ils sont seulement devenus plus solides. Voici comment se fait l'accroissement en hauteur ; l'accroissement en grosseur en dépend. Ce bouton qui fait le sommet du petit arbre de la première année tire sa nourriture à travers la substance et le corps même de ce petit arbre : mais les principaux canaux qui servent à conduire la sève se trouvent entre l'écorce et le filet ligneux ; l'action de cette sève en mouvement dilate ces canaux et les fait grossir, tandis que le bouton, en s'élevant, les tire et les allonge ; de plus, la sève, en y coulant continuellement, y dépose des parties fixes qui en augmentent la solidité : ainsi, dès la seconde année, un petit arbre contient déjà dans son milieu un filet ligneux en forme de cône fort allongé, qui est la production en bois de la première année, et une couche ligneuse aussi conique, qui enveloppe ce premier filet et le surmonte, et qui est la production de la seconde année. La troisième couche se forme comme la seconde ; il en est de même de toutes les autres qui s'enveloppent successivement et continûment ; de sorte qu'un gros arbre est un composé d'un grand nombre de cônes ligneux qui s'enveloppent et se recouvrent tant que l'arbre grossit. Lorsqu'on vient à l'abattre, on compte aisément, sur la coupe transversale du tronc, le nombre de ces cônes, dont les sections forment des cercles ou plutôt des couronnes concentriques ; et on reconnaît l'âge de l'arbre par le nombre de ces couronnes, car elles sont distinctement séparées les unes des autres. Dans un chêne vigoureux, l'épaisseur de chaque couche ou couronne est de deux ou trois lignes ; cette épaisseur est d'un bois dur et solide : mais la substance qui unit ensemble ces couronnes, dont le prolongement forme les cônes ligneux, n'est pas à beaucoup près aussi ferme ; c'est la partie faible du bois, dont l'organisation est différente de celle des cônes ligneux et dépend de la façon dont ces cônes s'attachent et s'unissent les uns aux autres, que nous allons expliquer en peu de mots. Les canaux longitudinaux qui portent la nourriture au bouton, non-seulement prennent de l'étendue et acquièrent de la solidité par l'action et le dépôt de la sève, mais ils cherchent encore à s'étendre d'une autre façon ; ils se ramifient dans toute leur longueur et poussent de petits filaments, comme de petites branches, qui, d'un côté, vont produire l'écorce, et, de l'autre, vont s'attacher au bois de l'année précédente, et forment entre les deux couches du bois un

tissu spongieux qui, coupé transversalement, même à une assez grande épaisseur, laisse voir plusieurs petits trous à peu près comme on en voit dans la dentelle ; les couches du bois sont donc unies les unes aux autres par une espèce de réseau. Ce réseau n'occupe pas à beaucoup près autant d'espace que la couche ligneuse ; il n'a qu'environ une demi-ligne d'épaisseur : cette épaisseur est à peu près la même dans tous les arbres de même espèce, au lieu que les couches ligneuses sont plus ou moins épaisses, et varient si considérablement dans la même espèce d'arbre, comme dans le chêne, que j'en ai mesuré qui avaient trois lignes et demie, et d'autres qui n'avaient qu'une demi-ligne d'épaisseur.

Par cette simple exposition de la texture du bois, on voit que la cohérence longitudinale doit être bien plus considérable que l'union transversale ; on voit que dans les petites pièces de bois, comme dans un barreau d'un pouce d'épaisseur, s'il se trouve quatorze ou quinze couches ligneuses, il y aura treize ou quatorze cloisons, et que par conséquent ce barreau sera moins fort qu'un pareil barreau qui ne contiendra que cinq ou six couches et quatre ou cinq cloisons ; on voit aussi que, dans ces petites pièces, s'il se trouve une ou deux couches ligneuses qui soient tranchées par la scie, ce qui arrive souvent, leur force sera considérablement diminuée : mais le plus grand défaut de ces petites pièces de bois, qui sont les seules sur lesquelles on ait jusqu'à ce jour fait des expériences, c'est qu'elles ne sont pas composées comme les grosses pièces ; la position des couches ligneuses et des cloisons dans un barreau est fort différente de la position de ces mêmes couches dans une poutre ; leur figure est même différente, et par conséquent on ne peut pas estimer la force d'une grosse pièce par celle d'un barreau. Un moment de réflexion fera sentir ce que je viens de dire. Pour former une poutre, il ne faut qu'équarrir l'arbre, c'est-à-dire enlever quatre segments cylindriques d'un bois blanc et imparfait qu'on appelle *aubier* ; dans le cœur de l'arbre, la première couche ligneuse reste au milieu de la pièce, toutes les autres couches enveloppent la première en forme de cercles ou de couronnes cylindriques ; le plus grand de ces cercles entiers a pour diamètre l'épaisseur de la pièce ; au delà de ce cercle, tous les autres sont tranchés, et ne forment plus que des portions de cercles qui vont toujours en diminuant vers les arêtes de la pièce : ainsi une poutre carrée est composée d'un cylindre continu de bon bois bien solide, et de quatre portions angulaires tranchées d'un bois moins solide et plus jeune. Un barreau tiré du corps d'un gros arbre, ou pris dans une planche, est tout autrement composé : ce sont de petits segments longitudinaux des couches annuelles, dont la courbure est insensible ; des segments qui tantôt se trouvent posés parallèlement à une des surfaces du barreau, et tantôt plus ou moins inclinés ; des segments qui sont plus ou moins longs et plus ou moins tranchés, et par conséquent plus ou moins forts. De plus, il y a toujours dans un barreau deux positions, dont l'une est plus avantageuse que l'autre : car ces segments de couches ligneuses forment autant de plans parallèles. Si vous posez le barreau de manière que ces plans soient verticaux, il résistera davantage que dans une position horizontale ; c'est comme si on faisait rompre plusieurs

planches à la fois, elles résisteraient bien davantage étant posées sur le côté que sur le plat. Ces remarques font déjà sentir combien on doit peu compter sur les tables calculées, ou sur les formules que différents auteurs nous ont données de la force du bois, qu'ils n'avaient éprouvée que sur des pièces dont les plus grosses étaient d'un ou deux pouces d'épaisseur, et dont ils ne donnent ni le nombre des couches ligneuses que ces barreaux contenaient, ni la position de ces couches, ni le sens dans lequel se sont trouvées ces couches lorsqu'ils ont fait rompre le barreau ; circonstances cependant essentielles, comme on le verra par mes expériences et par les soins que je me suis donnés pour découvrir les effets de toutes ces différences. Les physiciens qui ont fait quelques expériences sur la force du bois n'ont fait aucune attention à ces inconvénients ; mais il y en a d'autres peut-être encore plus grands qu'ils ont aussi négligé de prévoir ou de prévenir. Le jeune bois est moins fort que le bois plus âgé ; un barreau tiré du pied d'un arbre résiste plus qu'un barreau qui vient du sommet du même arbre ; un barreau pris à la circonférence près de l'aubier est moins fort qu'un pareil morceau pris au centre de l'arbre. D'ailleurs le degré de dessèchement du bois fait beaucoup à sa résistance : le bois vert casse bien plus difficilement que le bois sec. Enfin le temps qu'on emploie à charger les pièces pour les faire rompre doit aussi entrer en considération, parce qu'une pièce qui soutiendra pendant quelques minutes un certain poids, ne pourra pas soutenir ce poids pendant une heure ; et j'ai trouvé que des poutres qui avaient chacune supporté sans se rompre pendant un jour entier neuf milliers, avaient rompu au bout de cinq ou six mois sous la charge de six milliers, c'est-à-dire qu'elles n'avaient pas pu porter pendant six mois les deux tiers de la charge qu'elles avaient portée pendant un jour. Tout cela prouve assez combien les expériences que l'on a faites sur cette matière sont imparfaites, et peut-être cela prouve aussi qu'il n'est pas trop aisé de les bien faire.

Mes premières épreuves, qui sont en très-grand nombre, n'ont servi qu'à me faire connaître tous les inconvénients dont je viens de parler. Je fis d'abord rompre quelques barreaux, et je calculai quelle devait être la force d'un barreau plus long et plus gros que ceux que j'avais mis à l'épreuve ; et ensuite ayant fait rompre de ces derniers, et ayant comparé le résultat de mon calcul avec la charge actuelle, je trouvai de si grandes différences, que je répétai plusieurs fois la même chose sans pouvoir rapprocher le calcul de l'expérience ; j'essayai sur d'autres longueurs et d'autres grosseurs, l'événement fut le même ; enfin je me déterminai à faire une suite complète d'expériences qui pût me servir à dresser une table de la force du bois, sur laquelle je pouvais compter, et que tout le monde pourra consulter au besoin. Je vais rapporter, en aussi peu de mots qu'il me sera possible, la manière dont j'ai exécuté mon projet.

J'ai commencé par choisir, dans un canton de mes bois, cent chênes sains et bien vigoureux, aussi voisins les uns des autres qu'il a été possible de les trouver, afin d'avoir du bois venu en même terrain, car les arbres de différents pays et de différents terrains ont des résistances différentes ; autre inconvénient qui seul

semblait d'abord anéantir toute l'utilité que j'espérais tirer de mon travail. Tous ces chênes étaient aussi de la même espèce, de la belle espèce qui produit du gros gland attaché un à un ou deux à deux sur la branche; les plus petits de ces arbres avaient environ deux pieds et demi de circonférence, et les plus gros cinq pieds : je les ai choisis de différente grosseur, afin de me rapprocher davantage de l'usage ordinaire. Lorsque les charpentiers ont besoin d'une pièce de cinq ou six pouces d'équarrissage, ils ne la prennent pas dans un arbre qui peut porter un pied, la dépense serait trop grande, et il ne leur arrive que trop souvent d'employer des arbres trop menus et où ils laissent beaucoup d'aubier : car je ne parle pas ici des solives de sciage qu'on emploie quelquefois, et qu'on tire d'un gros arbre; cependant il est bon d'observer en passant que ces solives de sciage sont faibles, et que l'usage en devrait être proscrit. On verra, dans la suite de ce mémoire, combien il est avantageux de n'employer que du bois de brin.

Comme le degré de dessèchement du bois fait varier très-considérablement celui de sa résistance, et que d'ailleurs il est fort difficile de s'assurer de ce degré de dessèchement, puisque souvent de deux arbres abattus en même temps l'un se dessèche en moins de temps que l'autre, j'ai voulu éviter cet inconvénient, qui aurait dérangé la suite comparée de mes expériences, et j'ai eu que j'aurais un terme plus fixe et plus certain en prenant le bois vert. J'ai donc fait couper mes arbres un à un à mesure que j'en avais besoin : le même jour qu'on abattait un arbre, on le conduisait au lieu où il devait être rompu; le lendemain, les charpentiers l'équarrissaient, et des menuisiers le travaillaient à la varlopc, afin de lui donner des dimensions exactes, et, le surlendemain, on le mettait à l'épreuve.

Voici en quoi consistait la machine avec laquelle j'ai fait le plus grand nombre de mes expériences : deux forts tréteaux de sept pouces d'équarrissage, de trois pieds de hauteur et d'autant de longueur, renforcés dans leur milieu par un bois debout; on posait sur ces tréteaux les deux extrémités de la pièce qu'on voulait rompre. Plusieurs boucles carrées de fer rond, dont la plus grosse portait près de neuf pouces de largeur intérieure, et était d'un fer de sept à huit pouces de tour; la seconde boucle portait sept pouces de largeur, et était faite d'un fer de cinq à six pouces de tour, les autres plus petites; on passait la pièce à rompre dans la boucle de fer : les grosses boucles servaient pour les grosses pièces, et les petites boucles pour les barreaux. Chaque boucle, à la partie supérieure, avait intérieurement une arête; elle était faite pour empêcher la boucle de s'incliner, et aussi pour faire voir la largeur du fer qui portait sur les bois à rompre. A la partie inférieure de cette boucle carrée, on avait forgé deux crochets de fer de même grosseur que le fer de la boucle; ces deux crochets se séparaient, et formaient une boucle ronde d'environ neuf pouces de diamètre dans laquelle on mettait une clef de bois de même grosseur et de quatre pieds de longueur. Cette clef portait une forte table de quatorze pieds de longueur sur six pieds de largeur, qui était faite de solives de cinq pouces d'épaisseur, mises les unes contre les autres, et retenues par de fortes barres : on la suspendait à la boucle par le moyen de la grosse clef de bois, et elle ser-

vait à placer les poids, qui consistaient en trois cents quartiers de pierre, taillés et numérotés, qui pesaient chacun 25, 50, 100, 150 et 200 livres; on portait ces pierres sur la table, et on bâtissait un massif de pierres large et long comme la table, et aussi haut qu'il était nécessaire pour faire rompre la pièce. J'ai cru que cela était assez simple pour pouvoir en donner l'idée nette sans le secours d'une figure.

On avait soin de mettre de niveau la pièce et les tréteaux, que l'on cramponnait afin de les empêcher de reculer; huit hommes chargeaient continuellement la table, et commençaient par placer au centre les poids de 200 livres, ensuite ceux de 150, ceux de 100, ceux de 50, et enfin au-dessus ceux de 25 livres. Deux hommes, portés par un échafaud suspendu en l'air par des cordes, plaçaient les poids de 50 et 25 livres, qu'on n'aurait pu arranger depuis le bas sans courir risque d'être écrasé; quatre autres hommes appuyaient et soutenaient les quatre angles de la table pour l'empêcher de vaciller et pour la tenir en équilibre; un autre, avec une longue règle de bois, observait combien la pièce pliait à mesure qu'on la chargeait, et un autre marquait le temps et écrivait la charge, qui souvent s'est trouvée monter à 20, 25, et jusqu'à près de 28 milliers de livres.

J'ai fait rompre de cette façon plus de cent pièces de bois, tant poutres que solives, sans compter 300 barreaux, et ce grand nombre de pénibles épreuves a été à peine suffisant pour me donner une échelle suivie de la force du bois pour toutes les grosseurs et longueurs; j'en ai dressé une table que je donne à la fin de ce mémoire; si on la compare avec celles de M. Muschenbroeck et des autres physiciens qui ont travaillé sur cette matière, on verra combien leurs résultats sont différents des miens.

Afin de donner d'avance une idée juste de cette opération, par laquelle j'ai fait rompre les pièces de bois pour en reconnaître la force, je vais rapporter le procédé exact de l'une de mes expériences par laquelle on pourra juger de toutes les autres.

Ayant fait abattre un chêne de cinq pieds de circonférence, je l'ai fait amener et travailler le même jour par des charpentiers; le lendemain, des menuisiers l'ont réduit à huit pouces d'équarrissage et à douze pieds de longueur. Ayant examiné avec soin cette pièce, je jugeai qu'elle était fort bonne; elle n'avait d'autre défaut qu'un petit nœud à l'une des faces. Le surlendemain, j'ai fait peser cette pièce; son poids se trouva être de 499 livres. Ensuite, l'ayant passée dans la boucle de fer et ayant tourné en haut la face où était le petit nœud, je fis disposer la pièce de niveau sur les tréteaux; elle portait de six pouces sur chaque tréteau: cette portée de six pouces était celle des pièces de douze pieds, celles de vingt-quatre pieds portaient de douze pouces, et ainsi des autres qui portaient toujours d'un demi-pouce par pied de longueur. Ayant ensuite fait glisser la boucle de fer jusqu'au milieu de la pièce, on souleva à force de leviers la table qui, seule avec les boucles et la clef, pesait 2,500 livres. On commença à trois heures cinquante-six minutes: huit hommes chargeaient continuellement la table; à cinq heures trente-neuf minutes, la pièce n'avait encore plié que de deux pouces, quoique chargée de 16 milliers; à cinq heures quarante-cinq minutes, elle avait plié de deux pouces et demi, et elle était chargée de 18,500 livres; à cinq heures cin-

quante-une minutes, elle avait plié de trois pouces, et était chargée de 21 milliers; à six heures une minute elle avait plié de trois pouces et demi, et elle était chargée de 23625 livres : dans cet instant, elle fit un éclat comme un coup de pistolet ; aussitôt on discontinua de charger, et la pièce plia d'un demi-pouce de plus, c'est-à-dire de quatre pouces en tout. Elle continua d'éclater avec grande violence pendant plus d'une heure, et il en sortait par les bouts une espèce de fumée avec un sifflement. Elle plia de près de sept pouces avant que de rompre absolument, et supporta pendant ce temps la charge de 23625 livres. Une partie des fibres ligneuses était coupée net comme si on l'eût sciée, et le reste s'était rompu en se déchirant, en se tirant, et laissant des intervalles à peu près comme on en voit entre les dents d'un peigne ; l'arête de la boucle de fer, qui avait trois lignes de largeur, et sur laquelle portait toute la charge, était entrée d'une ligne et demie dans le bois de la pièce, et avait fait refouler de chaque côté un faisceau de fibres ; et le petit nœud qui était à la place supérieure n'avait point du tout contribué à la faire rompre.

J'ai un journal où il y a plus de cent expériences aussi détaillées que celles-ci, dont il y en a plusieurs qui sont plus fortes. J'en ai fait sur des pièces de 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26 et 28 pieds de longueur et de toutes grosseurs, depuis quatre jusqu'à huit pouces d'équarrissage, et j'ai toujours, pour une même longueur et grosseur fait rompre trois ou quatre pièces pareilles, afin d'être assuré de leur force respective.

La première remarque que j'ai faite, c'est que le bois ne casse jamais sans avertir à moins que la pièce ne soit fort petite ou fort sèche : le bois vert casse plus difficilement que le bois sec, et en général le bois qui a du ressort résiste beaucoup plus que celui qui n'en a pas : l'aubier, le bois des branches, celui du sommet de la tige d'un arbre, tout le bois jeune est moins fort que le bois plus âgé. La force d'un arbre n'est pas proportionnelle à son volume, une pièce double ou quadruple d'une autre pièce de même longueur, est beaucoup plus du double ou du quadruple plus forte que la première : par exemple, il ne faut pas quatre milliers pour rompre une pièce de dix pieds de longueur et de quatre pouces d'équarrissage, et il en faut dix pour rompre une pièce double ; il faut vingt-six milliers pour rompre une pièce quadruple, c'est-à-dire une pièce de dix pieds de longueur sur huit pouces d'équarrissage. Il en est de même pour la longueur. Il semble qu'une pièce de huit pieds et de même grosseur qu'une pièce de seize pieds doit, par les règles de la mécanique, porter juste le double ; cependant elle porte beaucoup moins. Je pourrais donner les raisons physiques de tous ces faits, mais je me borne à donner des faits ; le bois qui, dans le même terrain, croît le plus vite, est le plus fort ; celui qui a crû lentement, et dont les cercles annuels, c'est-à-dire les couches ligneuses sont minces, est plus faible que l'autre.

J'ai trouvé que la force du bois est proportionnelle à sa pesanteur, de sorte qu'une pièce de même longueur et grosseur, mais plus pesante qu'une autre pièce, sera aussi plus forte à peu près en même raison. Cette remarque donne les moyens de comparer la force des bois qui viennent de différents pays et de différents terrains, et étend infiniment l'utilité de mes expériences : car, lorsqu'il s'agira d'une construc-

tion importante ou d'un ouvrage de conséquence, on pourra aisément, au moyen de ma table et en pesant les pièces, ou seulement des échantillons de ces pièces, s'assurer de la force du bois qu'on emploie, et on évitera le double inconvénient d'employer trop ou trop peu de cette matière, que souvent on prodigue mal à propos, et que quelquefois on ménage avec encore moins de raison.

On serait porté à croire qu'une pièce qui, comme dans mes expériences, est posée librement sur deux tréteaux, doit porter beaucoup moins qu'une pièce retenue par les deux bouts et infixée dans une muraille, comme sont les poutres et les solives d'un bâtiment; mais si on fait réflexion qu'une pièce que je suppose de vingt-quatre pieds de longueur, en baissant de six pouces dans son milieu, ce qui est souvent plus qu'il n'en faut pour la faire rompre, ne hausse en même temps que d'un demi-pouce à chaque bout, et que même elle ne hausse guère que de trois lignes, parce que la charge tire le bout hors de la muraille, souvent beaucoup plus qu'elle ne le fait hausser, on verra bien que mes expériences s'appliquent à la position ordinaire des poutres dans un bâtiment: la force qui les fait rompre, en les obligeant de plier dans le milieu et de hausser par les bouts, est cent fois plus considérable que celle des plâtres et des mortiers, qui cèdent et se dégradent aisément; et je puis assurer, après l'avoir éprouvé, que la différence de force d'une pièce posée sur deux appuis et libre par les bouts, et de celle d'une pièce fixée par les deux bouts dans une muraille bâtie à l'ordinaire, est si petite, qu'elle ne mérite pas qu'on y fasse attention.

J'avoue qu'en retenant une pièce par des ancrs de fer, en la posant sur des pierres de taille dans une bonne muraille, on augmente considérablement sa force. J'ai quelques expériences sur cette position, dont je pourrai donner les résultats.

J'avouerai même de plus que si cette pièce était invinciblement retenue et inébranlablement contenue par les deux bouts dans des enchâtres d'une matière inflexible et parfaitement dure, il faudrait une force presque infinie pour la rompre; car on peut démontrer que pour rompre une pièce ainsi posée, il faudrait une force beaucoup plus grande que la force nécessaire pour rompre une pièce de bois debout, qu'on tirerait ou qu'on presserait suivant sa longueur.

Dans les bâtiments et les *contignations* ordinaires, les pièces de bois sont chargées dans toute leur longueur et en différents points, au lieu que, dans mes expériences, toute la charge est réunie dans un seul point au milieu: cela fait une différence considérable, mais qu'il est aisé de déterminer au juste; c'est une affaire de calcul que tout constructeur un peu versé dans la mécanique pourra suppléer aisément.

Pour essayer de comparer les effets du temps sur la résistance du bois, et pour reconnaître combien il diminue de sa force, j'ai choisi quatre pièces de dix-huit pieds de longueur sur sept pouces de grosseur; j'en ai fait rompre deux qui, en nombres ronds, ont porté neuf milliers chacune pendant une heure: j'ai fait charger les deux autres de six milliers seulement, c'est-à-dire des deux tiers de la première charge, et je les ai ainsi chargées, résolu d'attendre l'événement. L'une de ces pièces a cassé au bout de cinq mois et vingt-cinq jours, et l'autre au bout de six mois et dix-sept jours. Après cette expérience, je fis travailler deux

autres pièces toutes pareilles, et je ne les fis charger que de la moitié, c'est-à-dire de 4500 livres; je les ai tenues pendant plus de deux ans ainsi chargées : elles n'ont pas rompu, mais elles ont plié assez considérablement. Ainsi, dans des bâtiments qui doivent durer longtemps, il ne faut donner au bois tout au plus que la moitié de la charge qui peut le faire rompre, et il n'y a que dans des cas pressants et dans des constructions qui ne doivent pas durer, comme lorsqu'il faut faire un pont pour passer une armée, ou un échafaud pour secourir ou assiéger une ville, qu'on peut hasarder de donner au bois les deux tiers de sa charge.

Je ne sais s'il est nécessaire d'avertir que j'ai rebuté plusieurs pièces qui avaient des défauts, et que je n'ai compris dans ma table que les expériences dont j'ai été satisfait. J'ai encore rejeté plus de bois que je n'en ai employé : les nœuds, le fil tranché et les autres défauts du bois sont assez aisés à voir; mais il est difficile de juger de leur effet par rapport à la force d'une pièce; il est sûr qu'ils la diminuent beaucoup, et j'ai trouvé un moyen d'estimer à peu près la diminution de force causée par un nœud. On sait qu'un nœud est une espèce de cheville adhérente à l'intérieur du bois; on peut même connaître, à peu près, par le nombre des cercles annuels qu'il contient, la profondeur à laquelle il pénètre. J'ai fait faire des trous en forme de cône et de même profondeur dans ces pièces qui étaient sans nœuds, et j'ai rempli ces trous avec des chevilles de même figure; j'ai fait rompre ces pièces, et j'ai reconnu par là combien les nœuds ôtent de force au bois, ce qui est beaucoup au delà de ce qu'on pourrait imaginer : un nœud qui se trouvera ou une cheville qu'on mettra à la face intérieure, et surtout à l'une des arêtes, diminue quelquefois d'un quart la force de la pièce. J'ai aussi essayé de reconnaître, par plusieurs expériences, la diminution de force causée par le fil tranché du bois. Je suis obligé de supprimer les résultats de ces épreuves, qui demandent beaucoup de détails : qu'il me soit permis cependant de rapporter un fait qui paraîtra singulier. C'est qu'ayant fait rompre des pièces courbes, telles qu'on les emploie pour la construction des vaisseaux, des dômes, etc., j'ai trouvé qu'elles résistent davantage en opposant à la charge le côté concave. On imaginerait d'abord le contraire, et on penserait qu'en opposant le côté convexe, comme la pièce fait voûte, elle devrait résister davantage : cela serait vrai pour une pièce dont les fibres longitudinales seraient courbes naturellement, c'est-à-dire pour une pièce courbe dont le fil du bois serait continu et non tranché; mais comme les pièces courbes dont je me suis servi, et presque toutes celles dont on se sert dans les constructions, sont prises dans un arbre qui a de l'épaisseur, la partie intérieure de ces courbes est beaucoup plus tranchée que la partie extérieure, et par conséquent, elle résiste moins, comme je l'ai trouvé par mes expériences.

Il semblerait que des épreuves faites avec tant d'appareil et en si grand nombre, ne devraient rien laisser à désirer, surtout dans une matière aussi simple que celle-ci : cependant je dois convenir, et je l'avouerai volontiers, qu'il reste encore bien des choses à trouver; je n'en citerai que quelques-unes. On ne connaît pas le rapport de la force de la cohérence longitudinale du bois à la force de son

union transversale, c'est-à-dire quelle force il faut pour rompre et quelle force il faut pour fendre une pièce. On ne connaît pas la résistance du bois dans des positions différentes de celles que supposent mes expériences; positions cependant assez ordinaires dans les bâtiments, et sur lesquelles il serait très-important d'avoir des règles certaines; je veux parler de la force des bois debout, des bois inclinés, des bois retenus par une seule de leurs extrémités, etc. Mais, en partant des résultats de mon travail, on pourra parvenir aisément à ces connaissances qui nous manquent. Passons maintenant aux détails de mes expériences.

J'ai d'abord recherché quels étaient la densité et les poids du bois de chêne dans les différents âges, quelle proportion il y a entre la pesanteur du bois qui occupe le centre et la pesanteur du bois de la circonférence, et encore entre la pesanteur du bois parfait et celle de l'aubier, etc. M. Duhamel m'a dit qu'il avait fait des expériences à ce sujet: l'attention scrupuleuse avec laquelle les miennes ont été faites, me donne lieu de croire qu'elles se trouveront d'accord avec les siennes.

J'ai fait tirer un bloc du pied d'un chêne abattu le même jour; et ayant posé la pointe d'un compas au centre des cercles annuels, j'ai décrit une circonférence de cercle autour de ce centre, et ensuite ayant posé la pointe du compas au milieu de l'épaisseur de l'aubier, j'ai décrit un pareil cercle dans l'aubier; j'ai fait ensuite tirer de ce bloc deux petits cylindres, l'un de cœur de chêne, et l'autre d'aubier, et les ayant posés dans le bassin d'une bonne balance hydrostatique, et qui penchait sensiblement à un quart de grain, je les ai ajustés en diminuant peu à peu le plus pesant des deux, et lorsqu'ils m'ont paru parfaitement en équilibre, je les ai pesés; ils pesaient également chacun 371 grains: les ayant ensuite pesés séparément dans l'eau, où je ne fis que les plonger un moment, j'ai trouvé que le morceau de cœur perdait dans l'eau 317 grains, et le morceau d'aubier 344 des mêmes grains. Le peu de temps qu'ils demeurèrent dans l'eau rendit insensible la différence de leur augmentation de volume par l'imbibition de l'eau, qui est très-différente dans le cœur du chêne et dans l'aubier.

Le même jour, j'ai fait deux autres cylindres, l'un de cœur et l'autre d'aubier de chêne, tirés d'un autre bloc pris dans un arbre à peu près du même âge que le premier et à la même hauteur de terre: ces deux cylindres pesaient chacun 1978 grains; le morceau de cœur de chêne perdit dans l'eau 1635 grains, et le morceau d'aubier 1784. En comparant cette expérience avec la première, on trouve que le cœur de chêne ne perd dans cette expérience que 307 ou environ, sur 371, au lieu de $317 \frac{1}{2}$, et, de même, que l'aubier ne perd sur 371 grains que 330, au lieu de 344; ce qui est à peu près la même proportion entre le cœur et l'aubier: la différence réelle ne vient que de la densité différente, tant du cœur que de l'aubier du second arbre, dont tout le bois en général était plus solide et plus dur que le bois du premier.

Trois jours après, j'ai pris, dans un des morceaux d'un autre chêne abattu le même jour que les précédents, trois cylindres, l'un au centre de l'arbre, l'autre à la circonférence du cœur, et le troisième à l'aubier, qui pesaient tous trois 975 grains dans l'air; et les ayant pesés dans l'eau, le bois du centre perdit 873 grains, celui

de la circonférence du cœur perdit 906 grains, et l'aubier 938 grains. En comparant cette troisième expérience avec les deux précédentes, on trouve que 371 grains du cœur du premier chêne perdant 317 grains $\frac{1}{2}$, 371 grains du cœur du second chêne auraient dû perdre 332 grains à peu près; et de même, que 371 grains d'aubier du premier chêne perdant 344 grains, 371 du second chêne auraient dû perdre 330 grains, et 371 grains de l'aubier du troisième chêne auraient dû perdre 336 grains; ce qui ne s'éloigne pas beaucoup de la première proposition, la différence réelle de la perte, tant du cœur que de l'aubier de ce troisième chêne, venant de ce que son bois était plus léger et un peu plus sec que celui des deux autres. Prenant donc la mesure moyenne entre ces trois différents bois de chêne, on trouve que 371 grains de cœur perdent dans l'eau 319 grains $\frac{1}{5}$ de leur poids, et que 371 grains d'aubier perdent 343 grains de leur poids: donc le volume du cœur du chêne est au volume de l'aubier :: $319\frac{1}{5} : 343$, et les masses :: $343 : 319\frac{1}{5}$ ce qui fait environ un quinzième pour la différence entre les poids spécifiques du cœur et de l'aubier.

J'avais choisi, pour faire cette troisième expérience, un morceau de bois dont les couches ligneuses m'avaient paru assez égales dans leur épaisseur, et j'enlevai mes trois cylindres de telle façon, que le centre de mon cylindre du milieu, qui était pris à la circonférence du cœur, était également éloigné du centre de l'arbre, où j'avais enlevé mon premier cylindre de cœur; et du centre du cylindre d'aubier: par là j'ai reconnu que la pesanteur du bois décroît à peu près en progression arithmétique; car la perte du cylindre du centre étant 873, et celle du cylindre d'aubier étant 938, on trouvera, en prenant la moitié de la somme de ces deux nombres que le bois de la circonférence du cœur doit perdre $905\frac{1}{2}$, et par l'expérience, je trouve qu'il a perdu 906: ainsi le bois, depuis le centre jusqu'à la dernière circonférence de l'aubier, diminue de densité en progression arithmétique. Je me suis assuré, par des épreuves semblables à celles que je viens d'indiquer, de la diminution de pesanteur du bois dans sa longueur: le bois du pied d'un arbre pèse plus que le bois du tronc au milieu de sa hauteur, et celui de ce milieu pèse plus que le bois du sommet, et cela à peu près en progression arithmétique, tant que l'arbre prend de l'accroissement; mais il vient un temps où le bois du centre et celui de la circonférence du cœur pèsent à peu près également, et c'est le temps auquel le bois est dans sa perfection.

Les expériences ci-dessus ont été faites sur des arbres de soixante ans, qui croissaient encore, tant en hauteur qu'en grosseur, et, les ayant répétées sur des arbres de quarante-six ans, j'ai toujours trouvé que le bois, du centre à la circonférence, et du pied de l'arbre au sommet, diminuait de pesanteur à peu près en progression arithmétique.

Mais, comme je viens de l'observer, dès que les arbres cessent de croître, cette proportion commence à varier. J'ai pris dans le tronc d'un arbre d'environ cent ans trois cylindres, comme dans les épreuves précédentes, qui tous trois pesaient 2004 grains, dans l'air; celui du centre perdit dans l'eau 1713 grains, celui de la circonférence du cœur 1718 grains, et celui de l'aubier 1779 grains.

Par une seconde épreuve, j'ai trouvé que de trois autres cylindres pris dans le

tronc d'un arbre d'environ cent dix ans, et qui pesait dans l'air 1122 grains celui du centre perdit 1002 grains dans l'eau, celui de la circonférence du cœur 997 grains, et celui de l'aubier 1023 grains. Cette expérience prouve que le cœur n'était plus la partie la plus solide de l'arbre, et elle prouve en même temps que l'aubier est plus pesant et plus solide dans les vieux que dans les jeunes arbres.

J'avoue que, dans les différents climats, dans les différents terrains, et même dans le même terrain, cela varie prodigieusement, et qu'on peut trouver des arbres situés assez heureusement pour prendre encore de l'accroissement en hauteur à l'âge de cent cinquante ans; ceux-ci font une exception à la règle: mais, en général, il est constant que le bois augmente de pesanteur jusqu'à un certain âge, dans la proportion que nous avons établie; qu'après cet âge le bois des différentes parties de l'arbre devient à peu près d'égale pesanteur, et c'est alors qu'il est dans sa perfection: et enfin que, sur son déclin, le centre de l'arbre venant à s'obstruer, le bois du cœur se dessèche, faute de nourriture suffisante, et devient plus léger que le bois de la circonférence à proportion de la profondeur, de la différence du terrain et du nombre des circonstances qui peuvent prolonger ou raccourcir le temps de l'accroissement des arbres.

Ayant reconnu, par les expériences précédentes, la différence de la densité du bois dans les différents âges et dans les différents états où il se trouve avant que d'arriver à sa perfection, j'ai cherché quelle était la différence de la force aussi dans les mêmes différents âges; et pour cela j'ai fait tirer du centre de plusieurs arbres, tous du même âge, c'est-à-dire d'environ soixante ans, plusieurs barreaux de trois pieds de longueur sur un pouce d'équarrissage, entre lesquels j'en ai choisi quatre qui étaient les plus parfaits; ils pesaient:

1 ^{er}	2 ^e	3 ^e	4 ^e	barreau.
onces	onces	onces	onces	
26 $\frac{51}{32}$	26 $\frac{18}{32}$	26 $\frac{16}{32}$	26 $\frac{15}{32}$	

Ils ont rompu sous la charge de

301 ^l	289 ^l	272 ^l	272 ^l
------------------	------------------	------------------	------------------

Ensuite j'ai pris plusieurs morceaux du bois de la circonférence du cœur, de même longueur et de même équarrissage, c'est-à-dire de trois pieds sur un pouce, entre lesquels j'ai choisi quatre des plus parfaits; ils pesaient:

1 ^{er}	2 ^e	3 ^e	4 ^e	barreau.
onces	onces	onces	onces	
25 $\frac{26}{32}$	25 $\frac{29}{32}$	25 $\frac{14}{32}$	25 $\frac{11}{32}$	

Ils ont rompu sous la charge de

262 ^l	258 ^l	255 ^l	253 ^l
------------------	------------------	------------------	------------------

Et de même, ayant pris quatre morceaux d'aubier, ils pesaient:

1 ^{er}	2 ^e	3 ^e	4 ^e	barreau.
onces	onces	onces	onces	
25 $\frac{5}{32}$	24 $\frac{51}{32}$	24 $\frac{26}{32}$	24 $\frac{24}{32}$	

Ils ont rompu sous la charge de

248 ^l	242 ^l	241 ^l	230 ^l
------------------	------------------	------------------	------------------

Ces épreuves me firent soupçonner que la force du bois pourrait bien être proportionnelle à sa pesanteur ; ce qui s'est trouvé vrai, comme on le verra par la suite de ce mémoire. J'ai répété les mêmes expériences sur des barreaux de deux pieds, sur d'autres de dix-huit pouces de longueur et d'un pouce d'équarrissage. Voici le résultat de ces expériences.

BARREAUX DE DEUX PIEDS (1).

	<i>Poids.</i>				barreau.
	1 ^{er} onces	2 ^e onces	3 ^e onces	4 ^e onces	
Centre.	17 $\frac{2}{52}$	16 $\frac{51}{52}$	16 $\frac{24}{52}$	16 $\frac{21}{52}$	
Circonférence.	15 $\frac{28}{52}$	15 $\frac{1}{52}$	15 $\frac{7}{52}$	15 $\frac{16}{52}$	
Aubier.	15 $\frac{27}{52}$	14 $\frac{26}{52}$	14 $\frac{24}{52}$	14 $\frac{22}{52}$	
	<i>Charges.</i>				
Centre.	439 ^l	428 ^l	415 ^l	403 ^l	
Circonférence	356	350	346	346	
Aubier.	340	334	325	316	

BARREAUX DE DIX-HUIT POUCES.

	<i>Poids.</i>				barreau.
	1 ^{er} onces	2 ^e onces	3 ^e onces	4 ^e onces	
Centre	13 $\frac{10}{32}$	13 $\frac{6}{32}$	13 $\frac{4}{32}$	13	
Circonférence.	12 $\frac{16}{32}$	12 $\frac{45}{32}$	12 $\frac{8}{32}$	12 $\frac{4}{32}$	
Aubier.	11 $\frac{27}{32}$	11 $\frac{25}{32}$	11 $\frac{18}{32}$	11 $\frac{16}{32}$	
	<i>Charges.</i>				
Centre.	488 ^l	486 ^l	478 ^l	477 ^l	
Circonférence.	460	451	443	443	
Aubier.	439	438	428	428	

BARREAUX D'UN PIED.

	<i>Poids.</i>				barreau.
	1 ^{er} onces	2 ^e onces	3 ^e onces	4 ^e onces	
Centre.	8 $\frac{19}{32}$	8 $\frac{19}{32}$	8 $\frac{16}{32}$	8 $\frac{15}{32}$	
Circonférence,	8 $\frac{1}{32}$	7 $\frac{22}{32}$	7 $\frac{20}{32}$	7 $\frac{20}{32}$	
Aubier.	7 $\frac{10}{32}$	7 $\frac{2}{32}$	7	6 $\frac{25}{32}$	
	<i>Charges.</i>				
Centre.	764 ^l	761 ^l	750 ^l	731 ^l	
Circonférence.	721	700	693	698	
Aubier.	668	652	651	643	

En comparant toutes ces expériences, on voit que la force du bois ne suit pas

(1) Il faut remarquer que, comme l'arbre était assez gros, le bois de la circonférence était beaucoup plus éloigné du bois du centre que de celui de l'aubier.

bien exactement la même proportion que sa pesanteur; mais on voit toujours que cette pesanteur diminue, comme dans les premières expériences, du centre à la circonférence. On ne doit pas s'étonner de ce que ces expériences ne sont pas suffisantes pour juger exactement de la force du bois; car les barreaux tirés du centre de l'arbre sont autrement composés que les barreaux de la circonférence ou de l'aubier, et je ne fus pas longtemps sans m'apercevoir que cette différence dans la position, tant des couches ligneuses que des cloisons qui les unissent, devait influer beaucoup sur la résistance du bois.

J'examinai donc avec plus d'attention la forme et la situation des couches ligneuses dans les différents barreaux tirés des différentes parties du tronc de l'arbre : je vis que les barreaux tirés du centre contenaient dans le milieu un cylindre de bois rond, et qu'ils n'étaient tranchés qu'aux arêtes; je vis que ceux de la circonférence du cœur formaient des plans presque parallèles entre eux, avec une courbure assez sensible, et que ceux de l'aubier étaient presque absolument parallèles avec une courbure insensible. J'observai de plus que le nombre des couches ligneuses variait très-considérablement dans les différents barreaux, de sorte qu'il y en avait qui ne contenaient que sept couches ligneuses, et d'autres en contenaient quatorze dans la même épaisseur d'un pouce. Je m'aperçus aussi que la position de ces couches ligneuses et le sens où elles se trouvaient lorsqu'on faisait rompre le barreau, devaient encore faire varier leur résistance, et je cherchai les moyens de connaître au juste la proportion de cette variation.

J'ai fait tirer du même pied d'arbre, à la circonférence du cœur, deux barreaux de trois pieds de longueur sur un pouce et demi d'équarrissage; chacun de ces deux barreaux contenait quatorze couches ligneuses presque parallèles entre elles. Le premier pesait 3 livres 2 onces $\frac{1}{5}$, et le second 3 livres 2 onces $\frac{1}{2}$. J'ai fait rompre ces deux barreaux en les exposant de façon que, dans le premier, les couches ligneuses se trouvaient posées horizontalement; et, dans le second, elles étaient situées verticalement. Je prévoyais que cette dernière position devait être avantageuse; et en effet le premier rompit sous la charge de 832 livres, et le second ne rompit que sous celle de 972 livres.

J'ai fait même tirer plusieurs petits barreaux d'un pouce d'équarrissage sur un pied de longueur; l'un de ces barreaux, qui pesait 7 onces $\frac{50}{52}$, et contenait douze couches ligneuses posées horizontalement, a rompu sous 784 livres; l'autre, qui pesait 8 onces, et contenait aussi douze couches ligneuses posées verticalement, n'a rompu que sous 860 livres.

De deux autres pareils barreaux, dont le premier pesait 7 onces et contenait huit couches ligneuses, et le second 7 onces $\frac{10}{52}$, et contenait aussi huit couches ligneuses, le premier, dont les couches ligneuses étaient posées horizontalement, a rompu sous 778 livres; et l'autre, dont les couches étaient posées verticalement, a rompu sous 828 livres.

J'ai de même fait tirer des barreaux de deux pieds de longueur sur un pouce et demi d'équarrissage. L'un de ces barreaux, qui pesait 2 livres 7 onces $\frac{1}{16}$, et con-

tenait douze couches ligneuses posées horizontalement, a rompu sous 1217 livres; et l'autre, qui pesait 2 livres 7 onces $\frac{1}{8}$, et qui contenait aussi douze couches ligneuses, a rompu sous 1294 livres.

Toutes ces expériences concourent à prouver qu'un barreau ou une solive résiste bien davantage lorsque les couches ligneuses qui le composent sont situées perpendiculairement; elles prouvent aussi que plus il y a de couches ligneuses dans les barreaux ou autres petites pièces de bois, plus la différence de la force de ces pièces dans les deux positions opposées est considérable. Mais comme je n'étais pas encore pleinement satisfait à cet égard, j'ai fait la même expérience sur des planches mises les unes contre les autres, et je les rapporterai dans la suite, ne voulant point interrompre ici l'ordre des temps de mon travail, parce qu'il me paraît plus naturel de donner les choses comme on les a faites.

Les expériences précédentes ont servi à me guider pour celles qui doivent suivre; elles m'ont appris qu'il y a une différence considérable entre la pesanteur et la force du bois dans un même arbre, selon que ce bois est pris au centre ou à la circonférence de l'arbre: elles m'ont fait voir que la situation des couches ligneuses faisait varier la résistance de la même pièce de bois; elles m'ont encore appris que le nombre des couches ligneuses influe sur la force du bois, et dès lors j'ai reconnu que les tentatives qui ont été faites jusqu'à présent sur cette matière, sont insuffisantes pour déterminer la force du bois. Car toutes ces tentatives ont été faites sur de petites pièces d'un pouce ou d'un pouce et demi d'équarrissage, et on a fondé sur ces expériences le calcul des tables qu'on nous a données pour la résistance des poutres, solives et pièces de toute grosseur et longueur, sans avoir fait aucune des remarques que nous avons énoncées ci-dessus.

Après ces premières connaissances de la force du bois, qui ne sont encore que des notions assez peu complètes, j'ai cherché à en acquérir de plus précises; j'ai voulu m'assurer d'abord si de deux morceaux de bois de même longueur et de même figure, mais dont le premier était double du second pour la grosseur, le premier avait une résistance double; et pour cela j'ai choisi plusieurs morceaux pris dans les mêmes arbres et à la même distance du centre, ayant le même nombre d'années, situés de la même façon, avec toutes les circonstances nécessaires pour établir une juste comparaison.

J'ai pris à la même distance du centre d'un arbre quatre morceaux de bois parfait, chacun de deux pouces d'équarrissage sur dix-huit pouces de longueur; ces quatre morceaux ont rompu sous 3226, 3062, 2983 et 2890 livres, c'est-à-dire sous la charge moyenne de 3040 livres. J'ai de même pris quatre morceaux de dix-sept lignes, faibles d'équarrissage, sur la même longueur, ce qui fait à très-peu près la moitié de grosseur des quatre premiers morceaux, et j'ai trouvé qu'ils ont rompu sous 1304, 1274, 1331, 1198 livres, c'est-à-dire au pied moyen, sous 1252 livres. Et de même j'ai pris quatre morceaux d'un pouce d'équarrissage, sur la même longueur de dix-huit pouces, ce qui fait le quart de grosseur des premiers, et j'ai trouvé qu'ils ont rompu sous 526, 517, 500, 496 livres, c'est-à-dire, au pied moyen,

sous 510 livres. Cette expérience fait voir que la force d'une pièce n'est pas proportionnelle à sa grosseur; car ces grosseurs étant 1, 2, 4, les charges devraient être 510, 1020, 2040, au lieu qu'elles sont en effet 510, 1232, 3040; ce qui est fort différent, comme l'avaient déjà remarqué quelques auteurs qui ont écrit sur la résistance des solides.

J'ai pris de même plusieurs barreaux d'un pied, de dix-huit pouces, de deux pieds et de trois pieds de longueur, pour reconnaître si les barreaux d'un pied porteraient une fois autant que ceux de deux pieds et pour m'assurer si la résistance des pièces diminue justement dans la même raison que leur longueur augmente. Les barreaux d'un pied supportèrent, au pied moyen, 763 livres; ceux de dix-huit pouces, 500 livres; ceux de deux pieds, 369 livres, et ceux de trois pieds, 230 livres. Cette expérience me laissa dans le doute, parce que les charges n'étaient pas fort différentes de ce qu'elles devaient être; car, au lieu de 763, 500, 369, et 230, la règle du levier demandait 763, 510 $\frac{1}{2}$, 382 et 255 livres, ce qui ne s'éloigne pas assez pour pouvoir conclure que la résistance des pièces de bois ne diminue pas en même raison que leur longueur augmente: mais d'un autre côté, cela s'éloigne assez pour qu'on suspende son jugement, et en effet on verra par la suite que l'on a ici raison de douter.

J'ai ensuite cherché quelle était la force du bois, en supposant la pièce inégale dans ses dimensions; par exemple, en la supposant d'un pouce d'épaisseur sur un pouce et demi de largeur, et en la plaçant sur l'une et ensuite sur l'autre de ces dimensions; et pour cela j'ai fait faire quatre barreaux d'aubier de dix-huit pouces de longueur sur un pouce et demi d'une face, et sur un pouce de l'autre face. Ces quatre barreaux, posés sur la face d'un pouce, ont supporté, au pied moyen, 723 livres; et quatre autres barreaux tout semblables, posés sur la face d'un pouce et demi, ont supporté, au pied moyen, 935 livres et demie. Quatre barreaux de bois parfait, posés sur la face d'un pouce, ont supporté, au pied moyen, 773, et sur la surface d'un pouce et demi, 998 livres. Il faut toujours se souvenir que dans ces expériences j'avais soin de choisir des morceaux de bois à peu près de même pesanteur, et qui contenaient le même nombre de couches ligneuses posées du même sens.

Avec toutes ces précautions et toute l'attention que je donnais à mon travail, j'avais souvent peine à me satisfaire; je m'apercevais quelquefois d'irrégularités et de variations qui dérangaient les conséquences que je voulais tirer de mes expériences, et j'en ai plus de mille rapportées sur un registre, que j'ai faites à plusieurs desseins, dont cependant je n'ai pu rien tirer, et qui m'ont laissé dans une incertitude manifeste à bien des égards. Comme toutes ces expériences se faisaient avec des morceaux de bois d'un pouce, d'un pouce et demi ou de deux pouces d'équarrissage, il fallait une attention très-scrupuleuse dans le choix du bois, une égalité presque parfaite dans la pesanteur, le même nombre dans les couches ligneuses; et, outre cela, il y avait un inconvénient presque inévitable, c'était l'obliquité de la direction des fibres, qui souvent rendait les morceaux de bois tranchés, les uns d'une couche, les autres d'une demi-couche, ce qui diminuait considérablement la

force du barreau. Je ne parle pas des nœuds, des défauts du bois, de la direction très-oblique des couches ligneuses; on sent bien que tous ces morceaux étaient rejetés, sans se donner la peine de les mettre à l'épreuve. Enfin, de ce grand nombre d'expériences que j'ai faites sur de petits morceaux, je n'en ai pu tirer rien d'assuré que les résultats que j'ai donnés ci-dessus, et je n'ai pas eu de voir hasarder d'en tirer des conséquences générales pour faire des tables sur la résistance du bois.

Ces considérations et les regrets des peines perdues, me déterminèrent à entreprendre de faire des expériences en grand : je voyais clairement la difficulté de l'entreprise, mais je ne pouvais me résoudre à l'abandonner; et heureusement j'ai été beaucoup plus satisfait que je ne l'espérais d'abord.

PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

J'ai fait abattre un chêne de trois pieds de circonférence et d'environ vingt-cinq pieds de hauteur; il était droit et sans branches jusqu'à la hauteur de quinze à seize pieds : je l'ai fait scier à quatorze pieds, afin d'éviter les défauts du bois, causés par l'éruption des branches, et ensuite j'ai fait scier par le milieu cette pièce de quatorze pieds; cela m'a donné deux pièces de sept pieds chacune : je les ai fait équarrir le lendemain par des charpentiers, et le surlendemain je les ai fait travailler à la varlope par des menuisiers, pour les réduire à quatre pouces justes d'équarrissage. Ces deux pièces étaient fort saines et sans aucun nœud apparent; celle qui provenait du pied de l'arbre pesait 60 livres; celle qui venait de dessus du tronc pesait 56 livres. On employa à charger la première vingt-neuf minutes de temps : elle plia dans son milieu de trois pouces et demi avant que d'éclater; à l'instant que la pièce eut éclaté, on discontinua de la charger; elle continua d'éclater et de faire beaucoup de bruit pendant vingt-deux minutes; elle baissa dans son milieu de quatre pouces et demi, et rompit sous la charge de 3330 livres. La seconde pièce, c'est-à-dire celle qui provenait de la partie supérieure du tronc, fut chargée en vingt-deux minutes : elle plia dans son milieu de quatre pouces six lignes avant que d'éclater; alors on cessa de la charger; elle continua d'éclater pendant huit minutes, et elle baissa dans son milieu de six pouces six lignes, et rompit sous la charge de 5273 livres.

DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

Dans le même terrain où j'avais fait couper l'arbre qui m'a servi à l'expérience précédente, j'en ai fait abattre un presque semblable au premier; il était seulement un peu plus élevé, quoiqu'un peu moins gros : sa tige était assez droite; mais elle laissait paraître plusieurs petites branches de la grosseur d'un doigt dans la partie supérieure, et à la hauteur de dix-sept pieds elle se divisait en deux grosses branches; j'ai fait tirer de cet arbre deux solives de huit pieds de longueur sur quatre pouces d'équarrissage, et je les ai fait rompre deux jours après, c'est-à-

dire immédiatement après qu'on les eut travaillées et réduites à la juste mesure. La première solive, qui provenait du pied de l'arbre, pesait 68 livres; et la seconde, tirée de la partie supérieure de la tige, ne pesait que 63 livres. On chargea cette première solive en quinze minutes : elle plia dans son milieu de trois pouces neuf lignes avant que d'éclater; dès qu'elle eut éclaté, on cessa de charger; la solive continua d'éclater pendant dix minutes; elle baissa dans son milieu de huit pouces, après quoi elle rompit, en faisant beaucoup de bruit, sous le poids de 4600 livres. La seconde solive fut chargée en treize minutes : elle plia de quatre pouces huit lignes avant que d'éclater; et après le premier éclat, qui se fit à trois pieds deux pouces du milieu, elle baissa de onze pouces en six minutes, et rompit au bout de ce temps sous la charge de 4500 livres.

TROISIÈME EXPÉRIENCE.

Le même jour je fis abattre un troisième chêne voisin des deux autres, et j'en fis scier la tige par le milieu; on en tira deux solives de neuf pieds de longueur chacune sur quatre pouces d'équarrissage; celle du pied pesait 77 livres, et celle du sommet 71 livres; et les ayant fait mettre à l'épreuve, la première fut chargée en quatorze minutes, elle plia de quatre pouces dix lignes avant que d'éclater, et ensuite elle baissa de sept pouces et demi, et rompit sous la charge de 4100 livres : celle du dessus de la tige, qui fut chargée en douze minutes, plia de cinq pouces et demi, et éclata; ensuite elle baissa jusqu'à neuf pouces, et rompit net sous la charge de 3950 livres.

Ces expériences font voir que le bois du pied d'un arbre est plus pesant que le bois du haut de la tige; elles apprennent aussi que le bois du pied est plus fort et moins flexible que celui du sommet.

QUATRIÈME EXPÉRIENCE.

J'ai choisi, dans le même canton où j'avais déjà pris les arbres qui m'ont servi aux expériences précédentes, deux chênes de même espèce, de même grosseur, et à peu près semblables en tout; leur tige avait trois pieds de tour, et n'avait guère que onze à douze pieds de hauteur jusqu'aux premières branches : je les fis équarrir et travailler tous deux en même temps, et on tira de chacun une solive de dix pieds de longueur sur quatre pouces d'équarrissage; l'une de ces solives pesait 84 livres, et l'autre 82; la première rompit sous la charge de 3625 livres, et la seconde sous celle de 3600 livres. Je dois observer ici qu'on employa un temps égal à les charger, et qu'elles éclatèrent toutes deux au bout de quinze minutes; la plus légère plia un peu plus que l'autre, c'est-à-dire de six pouces et demi, et l'autre de cinq pouces dix lignes.

CINQUIÈME EXPÉRIENCE.

J'ai fait abattre, dans le même endroit, deux autres chênes de deux pieds dix à onze pouces de grosseur, et d'environ quinze pieds de tige; j'en ai fait tirer deux solives de douze pieds de longueur et de quatre pouces d'équarrissage : la première pesait 100 livres, et la seconde 98; la plus pesante a rompu sous la charge de 3030 livres, et l'autre sous celle de 2925 livres, après avoir plié dans leur milieu, la première jusqu'à sept et la seconde jusqu'à huit pouces.

Voilà toutes les expériences que j'ai faites sur des solives de quatre pouces d'équarrissage : je n'ai pas voulu aller au delà de la longueur de douze pieds, parce que, dans l'usage ordinaire, les constructeurs et les charpentiers n'emploient que très-rarement des solives de douze pieds sur quatre pouces d'équarrissage, et qu'il n'arrive jamais qu'ils se servent de pièces de quatorze ou quinze pieds de longueur et de quatre pouces de grosseur seulement.

En comparant les différentes pesanteurs des solives employées à faire les expériences ci-dessus, on trouve, par la première de ces expériences, que le pied cube de ce bois pesait 74 livres $\frac{4}{7}$; par la seconde, 73 livres $\frac{6}{5}$; par la troisième, 74; par la quatrième, 74 $\frac{7}{10}$; et par la cinquième, 74 $\frac{1}{4}$; ce qui marque que le pied cube de ce bois pesait en nombre moyen 74 livres $\frac{5}{10}$.

En comparant les différentes charges des pièces avec leur longueur, on trouve que les pièces de sept pieds de longueur supportent 5313 livres; celles de huit pieds, 4530; celles de neuf pieds, 4025; celles de dix pieds, 3612; et celles de douze pieds, 2987 livres : au lieu que, par les règles ordinaires de la mécanique, celles de sept pieds ayant supporté 5313 livres, celles de huit pieds auraient dû supporter 4649 livres; celles de neuf pieds, 4121; celles de dix pieds, 3719; et celles de douze pieds, 3099 livres; d'où l'on peut déjà soupçonner que la force du bois décroît plus qu'en raison inverse de sa longueur. Comme il me paraissait important d'acquiescer une certitude entière sur ce fait, j'ai entrepris de faire les expériences suivantes sur des solives de cinq pouces d'équarrissage, et de toutes longueurs, depuis sept pieds jusqu'à vingt-huit.

SIXIÈME EXPÉRIENCE.

Comme je m'étais astreint à prendre dans le même terrain tous les arbres que je destinais à mes expériences, je fus obligé de me borner à des pièces de vingt-huit pieds de longueur : n'ayant pu trouver dans ce canton des chênes plus élevés, j'en ai choisi deux dont la tige avait vingt-huit pieds sans grosses branches, et qui en tout avaient plus de quarante-cinq à cinquante pieds de hauteur; ces chênes avaient à peu près cinq pieds de tour au pied. Je les ai fait abattre le 14 mars 1740, et, les ayant fait amener le même jour, je les ai fait équarrir le lendemain : on tira de chaque arbre une solive de vingt-huit pieds de longueur sur cinq pouces d'équar-

rissage. Je les examinai avec attention pour reconnaître s'il n'y aurait pas quelques nœuds ou quelque défaut de bois vers le milieu; et je trouvai que ces deux longues pièces étaient fort saines : la première pesait 364 livres, et la seconde 360. Je fis charger la plus pesante avec un équipage léger : on commença à deux heures cinquante-cinq minutes; à trois heures, c'est-à-dire au bout de cinq minutes, elle avait déjà plié de trois pouces dans son milieu, quoiqu'elle ne fût encore chargée que de 500 livres; à trois heures cinq minutes, elle avait plié de sept pouces, et elle était chargée de 1000 livres; à trois heures dix minutes, elle avait plié de quatorze pouces sous la charge de 1500 livres; enfin, à trois heures douze à treize minutes, elle avait plié de dix-huit pouces, et elle était chargée de 1800 livres. Dans cet instant, la pièce éclata violemment; elle continua d'éclater pendant quatorze minutes, et baissa de vingt-cinq pouces, après quoi elle rompit net au milieu sous ladite charge de 1800 livres. La seconde pièce fut chargée de cette façon : on commença à quatre heures cinq minutes : on la chargea d'abord de 500 livres, en cinq minutes elle avait plié de cinq pouces; dans les cinq minutes suivantes, on la chargea encore de 500 livres, elle avait plié de onze pouces et demi; au bout de cinq autres minutes, elle avait plié de dix-huit pouces et demi sous la charge de 1500 livres; deux minutes après, elle éclata sous celle de 1750 livres, et, dans ce moment, elle avait plié de vingt-deux pouces. On cessa de la charger; elle continua d'éclater pendant six minutes, et baissa jusqu'à vingt-huit pouces avant que de rompre entièrement sous cette charge de 1750 livres.

SEPTIÈME EXPÉRIENCE.

Comme la plus pesante des deux pièces de l'expérience précédente avait rompu net dans son milieu, et que le bois n'était point éclaté ni fendu dans les parties voisines de la rupture, je pensai que les deux morceaux de cette pièce rompue pourraient me servir pour faire des expériences sur la longueur de quatorze pieds : je prévoyais que la partie supérieure de cette pièce pèserait moins et romprait plus aisément que l'autre morceau qui provenait de la partie inférieure du tronc; mais en même temps je voyais bien qu'en prenant le terme moyen entre les résistances de ces deux solives, j'aurais un résultat qui ne s'éloignerait pas de la résistance réelle d'une pièce de quatorze pieds, prise dans un arbre de cette hauteur ou environ. J'ai donc fait scier le reste des fibres qui unissaient encore les deux parties; celle qui venait du pied de l'arbre se trouva peser 185 livres, et celle du sommet 178 livres $\frac{1}{2}$. La première fut chargée d'un millier dans les cinq premières minutes, elle n'avait pas plié sensiblement sous cette charge; on l'augmenta d'un second millier de livres dans les cinq minutes suivantes, ce poids de deux milliers la fit plier d'un pouce dans son milieu; un troisième millier en cinq autres minutes la fit plier en tout de deux pouces; un quatrième millier la fit plier jusqu'à trois pouces et demi; et un cinquième millier jusqu'à cinq pouces et demi : on allait continuer à la charger,

mais, après avoir ajouté 250 aux cinq milliers dont elle était chargée, il se fit un éclat à une des arêtes inférieures; on discontinua de charger, les éclats continuèrent et la pièce baissa dans le milieu jusqu'à dix pouces avant que de rompre entièrement sous cette charge de 5250 livres : elle avait supporté tout ce poids pendant quarante-une minutes.

On chargea la seconde pièce comme on avait chargé la première, c'est-à-dire d'un millier par cinq minutes : le premier millier la fit plier de trois lignes; le second, d'un pouce quatre lignes; le troisième, de trois pouces; le quatrième, de cinq pouces neuf lignes : on chargeait le cinquième millier, lorsque la pièce éclata tout à coup sous la charge de 4650 livres : elle avait plié de huit pouces. Après ce premier éclat, on cessa de charger; la pièce continua d'éclater pendant une demi-heure, et elle baissa jusqu'à treize pouces avant que de rompre entièrement sous cette charge de 4650 livres.

La première pièce, qui provenait du pied de l'arbre, avait porté 5250 livres; et la seconde, qui venait du sommet, 4650 livres : cette différence me parut trop grande pour statuer sur cette expérience; c'est pourquoi je crus qu'il fallait réitérer, et je me servis de la seconde pièce de vingt-huit pieds de la sixième expérience. Elle avait rompu en éclatant à deux pieds du milieu, du côté de la partie supérieure de la tige : mais la partie inférieure ne paraissait pas avoir beaucoup souffert de la rupture; elle était seulement fendue de quatre à cinq pieds de longueur, et la fente, qui n'avait pas un quart de ligne d'ouverture, pénétrait jusqu'à la moitié ou environ de l'épaisseur de la pièce. Je résolus, malgré ce petit défaut, de la mettre à l'épreuve; je la pesai, et je trouvai qu'elle pesait 183 livres. Je la fis charger comme les précédentes; on commença à midi vingt minutes : le premier millier la fit plier de près d'un pouce; le second, de deux pouces dix lignes; le troisième, de cinq pouces trois lignes; et un poids de 150 livres ajouté aux trois milliers la fit éclater avec grande force; l'éclat fut rejoindre la fente occasionnée par la première rupture, et la pièce baissa de quinze pouces avant que de rompre entièrement sous cette charge de 3150 livres. Cette expérience m'apprit à me défier beaucoup des pièces qui avaient été rompues ou chargées auparavant; car il se trouve ici une différence de près de deux milliers sur cinq dans la charge, et cette différence ne doit être attribuée qu'à la fente de la première rupture qui avait affaibli la pièce.

Etant donc encore moins satisfait après cette troisième épreuve que je ne l'étais après les deux premières, je cherchai dans le même terrain deux arbres dont la tige pût me fournir deux solives de la même longueur de quatorze pieds sur cinq pouces d'équarrissage, et, les ayant fait couper le 17 mars, je les fis rompre le 19 du même mois : l'une des pièces pesait 178 livres, et l'autre 176. Elles se trouvèrent heureusement fort saines et sans aucun défaut apparent ou caché. La première ne plia point sous le premier millier; elle plia d'un pouce sous le second, de deux pouces et demi sous le troisième, de quatre pouces et demi sous le quatrième, et de sept pouces un quart sous le cinquième. On la chargea encore de 400 livres, après quoi elle fit un éclat violent, et continua d'éclater pendant vingt-une minutes; elle

baissa jusqu'à treize pouces, et rompit enfin sous la charge de 5400 livres. La seconde plia un peu sous le premier millier; elle plia d'un pouce trois lignes sous le second, de trois pouces sous le troisième, de cinq pouces sous le quatrième, et de près de huit pouces sous le cinquième : 200 livres de plus la firent éclater. Elle continua à faire du bruit et à baisser pendant dix-huit minutes, et rompit au bout de ce temps sous la charge de 5200 livres. Ces deux dernières expériences me satisfirent pleinement, et je fus alors convaincu que les pièces de quatorze pieds de longueur sur cinq pouces d'équarrissage peuvent porter au moins cinq milliers, tandis que, par la loi du levier, elles n'auraient dû porter que le double des pièces de vingt-huit pieds, c'est-à-dire 3600 livres ou environ.

HUITIÈME EXPÉRIENCE.

J'avais fait abattre le même jour deux autres chênes, dont la tige avait environ seize à dix-sept pieds de hauteur sans branches, et j'avais fait scier ces deux arbres en deux parties égales; cela me donna quatre solives de sept pieds de longueur sur cinq pouces d'équarrissage. De ces quatre solives, je fus obligé d'en rebuter une qui provenait de la partie inférieure de l'un de ces arbres, à cause d'une tare assez considérable; c'était un ancien coup de cognée que cet arbre avait reçu dans sa jeunesse, à trois pieds et demi au-dessus de terre. Cette blessure s'était recouverte avec le temps, mais la cicatrice n'était pas réunie et subsistait en entier, ce qui faisait un défaut très-considérable. Je jugeai donc que cette pièce devait être rejetée. Les trois autres étaient assez saines et n'avaient aucun défaut; l'une provenait du pied, et les deux autres du sommet des arbres : la différence de leur poids le marquait assez; car celle qui venait du pied pesait 94 livres, et des deux autres, l'une pesait 90 livres, et l'autre 88 livres et demie. Je les fis rompre toutes trois le même jour 19 mars. On employa près d'une heure pour charger la première; d'abord on la chargeait de deux milliers par cinq minutes. On se servait d'un gros équipage qui pesait seul 2500 livres. Au bout de quinze minutes, elle était chargée de sept milliers; elle n'avait encore plié que de cinq lignes. Comme la difficulté de charger augmentait, on ne put, dans les cinq minutes suivantes, la charger que de 1500 livres; elle avait plié de neuf lignes. Mille livres qu'on mit ensuite dans les cinq minutes suivantes, la firent plier d'un pouce trois lignes; mille autres livres en cinq minutes l'amenèrent à un pouce onze lignes; encore mille livres, à deux pouces six lignes. On continuait de charger; mais la pièce éclata tout à coup et très-violemment sous la charge de 11775 livres. Elle continua d'éclater avec grande violence pendant dix minutes, baissa jusqu'à trois pouces sept lignes, et rompit net au milieu.

La seconde pièce, qui pesait 90 livres, fut chargée comme la première; elle plia plus aisément, et rompit au bout de trente minutes sous la charge de 10950 livres : mais il y avait un petit nœud à la surface inférieure qui avait contribué à la faire rompre.

La troisième pièce, qui ne pesait que 88 livres et demie, ayant été chargée en cinquante-trois minutes, rompit sous la charge de 11275 livres. J'observai qu'elle avait encore plus plié que les deux autres; mais on manqua de marquer exactement les quantités dont ces deux dernières pièces plièrent à mesure qu'on les chargeait. Par ces trois épreuves, il est aisé de voir que la force d'une pièce de bois de sept pieds de longueur, qui ne devrait être que quadruple de la force d'une pièce de bois de 28 pieds, est à peu près sextuple.

NEUVIÈME EXPÉRIENCE.

Pour suivre plus loin ces épreuves, et m'assurer de cette augmentation de force en détail et dans toutes les longueurs des pièces de bois, j'ai fait abattre, toujours dans le même canton, deux chênes fort lisses, dont la tige portait plus de vingt-cinq pieds sans aucune grosse branche; j'en ai fait tirer deux solives de vingt-quatre pieds de longueur sur cinq pouces d'équarrissage : ces deux pièces étaient fort saines et d'un bois liant qui se travaillait avec facilité. La première pesait 310 livres, et la seconde n'en pesait que 307. Je les ai fait charger avec un petit équipage de 500 livres par cinq minutes. La première a plié de deux pouces sous une charge de 500 livres, de quatre pouces et demi sous celle d'un millier, de sept pouces et demi sous 1500 livres, et de près de onze pouces sous 2000 livres; la pièce éclata sous 2200, et rompit au bout de cinq minutes après avoir baissé jusqu'à quinze pouces. La seconde pièce plia de trois pouces, six pouces, neuf pouces et demi, treize pouces, sous les charges successives et accumulées de 500, 1000, 1500 et 2000 livres, et rompit sous 2125 livres après avoir baissé jusqu'à seize pouces.

DIXIÈME EXPÉRIENCE.

Il me fallait deux pièces de douze pieds de longueur sur cinq pouces d'équarrissage, pour comparer leur force avec celle des pièces de vingt-quatre pieds de l'expérience précédente; j'ai choisi pour cela deux arbres qui étaient à la vérité un peu trop gros, mais que j'ai été obligé d'employer faute d'autres. Je les ai fait abattre le même jour avec huit autres arbres, savoir, deux de vingt-deux pieds, deux de vingt, et quatre de douze à treize pieds de hauteur. J'ai fait travailler le lendemain ces deux premiers arbres, et en ayant fait tirer deux solives de douze pieds de longueur sur cinq pouces d'équarrissage, j'ai été un peu surpris de trouver que l'une des solives pesait 157 livres, et que l'autre ne pesait que 138 livres. Je n'avais pas encore trouvé d'aussi grandes différences, même à beaucoup près, dans le poids de deux pièces semblables; je pensai d'abord, malgré l'examen que j'en avais fait, que l'une des pièces était trop forte et l'autre trop faible d'équarrissage; mais les ayant bien mesurées partout avec un troussequin de menuisier, et ensuite avec un compas courbe, je reconnus qu'elles étaient parfaitement égales; et comme elles étaient saines et sans aucun défaut, je ne laissai pas de les faire rompre toutes deux, pour

reconnaître ce que cette différence de poids produirait. On les chargea toutes deux de la même façon, c'est-à-dire d'un millier en cinq minutes. La plus pesante plia de $\frac{1}{4}$, $\frac{5}{4}$, $1 \frac{1}{2}$, $2 \frac{5}{4}$, 4, 5 pouces et demi dans les cinq, dix, quinze, vingt, vingt-cinq et trente minutes qu'on employa à la charger, et elle éclata sous la charge de 6030 livres, après avoir baissé jusqu'à treize pouces avant que de rompre absolument. La moins pesante des deux pièces plia de $\frac{4}{5}$, 1, 2, $3 \frac{1}{2}$, $5 \frac{1}{4}$, dans les cinq, dix, quinze, vingt et vingt-cinq minutes, et elle éclata sous la charge de 5225 livres, sous laquelle, au bout de sept à huit minutes, elle rompit entièrement. On voit que la différence est ici à peu près aussi grande dans les charges que dans les poids, et que la pièce légère était très-faible. Pour lever les doutes que j'avais sur cette expérience, je fis tout de suite travailler à un autre arbre de treize pieds de longueur, et j'en fis tirer une solive de douze pieds de longueur sur cinq pouces d'équarrissage. Elle se trouva peser 154 livres, et elle éclata après avoir plié de cinq pouces neuf lignes sous la charge de 6100 livres. Cela me fit voir que les pièces de douze pieds sur cinq pouces peuvent supporter environ 6000 livres, tandis que les pièces de vingt-quatre pieds ne portent que 2200; ce qui fait un poids beaucoup plus fort que le double de 2200 qu'elles auraient dû porter par la loi du levier. Il me restait, pour me satisfaire sur toutes les circonstances de cette expérience, à trouver pourquoi, dans un même terrain, il se trouve quelquefois des arbres dont le bois est différent en pesanteur et en résistance; j'allai, pour le découvrir, visiter le lieu, et ayant sondé le terrain auprès du tronc de l'arbre qui avait fourni la pièce légère, je reconnus qu'il y avait un peu d'humidité qui séjourrait au pied de cet arbre par la pente naturelle du lieu, et j'attribuai la faiblesse de ce bois au terrain humide où il avait crû: car je ne m'aperçus pas que la terre fût d'une qualité différente; et ayant sondé dans plusieurs endroits, je trouvai partout une terre semblable. On verra, par l'expérience suivante, que les différents terrains produisent des bois qui sont quelquefois de pesanteur et de force encore plus inégales.

ONZIÈME EXPÉRIENCE.

J'ai choisi, dans le même terrain où je prenais tous les arbres qui me servaient à faire mes expériences, un arbre à peu près de la même grosseur que ceux de l'expérience neuvième, et en même temps j'ai cherché un autre arbre à peu près semblable au premier dans un terrain différent. La terre est forte et mêlée de glaise dans le premier terrain, et dans le second ce n'est qu'un sable presque sans aucun mélange de terre. J'ai fait tirer de chacun de ces arbres une solive de vingt-deux pieds sur cinq pouces d'équarrissage. La première solive, qui venait du terrain fort, pesait 281 livres; l'autre qui venait du terrain sablonneux, ne pesait que 232 livres: ce qui fait une différence de près d'un sixième dans le poids. Ayant mis à l'épreuve la plus pesante de ces deux pièces, elle plia de onze pouces trois lignes avant que d'éclater, et elle baissa jusqu'à dix-neuf pouces avant que de rompre absolument;

elle supporta pendant dix-huit minutes une charge de 2975 livres : mais la seconde pièce, qui venait du terrain sablonneux, ne plia que de cinq pouces avant que d'éclater, et ne baissa que de huit pouces et demi dans son milieu, et elle rompit au bout de trois minutes sous la charge de 2350 livres; ce qui fait une différence de plus d'un cinquième dans la charge. Je rapporterai dans la suite quelques autres expériences à ce sujet. Mais revenons à notre échelle des résistances suivant les différentes longueurs.

DOUZIÈME EXPÉRIENCE.

De deux solives de vingt pieds de longueur sur cinq pouces d'équarrissage, prises dans le même terrain, et mises à l'épreuve le même jour, la première, qui pesait 263 livres supporta pendant dix minutes une charge de 3275 livres, et ne rompit qu'après avoir plié dans son milieu de seize pouces deux lignes; la seconde solive, qui pesait 259 livres, supporta pendant huit minutes une charge de 3175 livres, et rompit après avoir plié de vingt pouces et demi.

TREIZIÈME EXPÉRIENCE.

J'ai ensuite fait faire trois solives de dix pieds de longueur et du même équarrissage de cinq pouces. La première pesait 132 livres, et a rompu sous la charge de 7225 livres au bout de vingt minutes, et après avoir baissé de sept pouces et demi. La seconde pesait 130 livres; elle a rompu après vingt minutes sous la charge de 7050 livres; elle a baissé de six pouces neuf lignes. La troisième pesait 128 livres et demie; elle a rompu sous la charge de 7100 livres, après avoir baissé de huit pouces sept lignes; et cela au bout de dix-huit minutes.

En comparant cette expérience avec la précédente, on voit que les pièces de vingt pieds sur cinq pouces d'équarrissage, peuvent porter une charge de 3225 livres, et celles de dix pieds de longueur et du même équarrissage de cinq pouces une charge de 7125 livres, au lieu que, par les règles de la mécanique, elles n'auraient dû porter que 6450.

QUATORZIÈME EXPÉRIENCE.

Ayant mis à l'épreuve deux solives de dix-huit pieds de longueur sur cinq pouces d'équarrissage, j'ai trouvé que la première pesait 232 livres, et qu'elle a supporté pendant onze minutes une charge de 5750 livres, après avoir baissé de dix-sept pouces, et que la seconde, qui pesait 231 livres, a supporté une charge de 3650 livres pendant dix minutes, et n'a rompu qu'après avoir baissé de quinze pouces.

QUINZIÈME EXPÉRIENCE.

Ayant de même mis à l'épreuve trois solives de neuf pieds de longueur sur cinq

pouces d'équarrissage, j'ai trouvé que la première, qui pesait 118 livres, a porté pendant cinquante-huit minutes une charge de 8400 livres, après avoir plié, dans son milieu, de six pouces; la seconde, qui pesait 116 livres, a supporté pendant quarante-six minutes une charge de 8325 livres, après avoir plié, dans son milieu, de cinq pouces quatre lignes; et la troisième, qui pesait 115 livres, a supporté pendant quarante minutes une charge de 8200 livres, et elle a plié de cinq pouces dans son milieu.

Comparant cette expérience avec la précédente, on voit que les pièces de dix-huit pieds de longueur sur cinq pouces d'équarrissage portent 3700 livres, et que celles de neuf pieds portent 8308 livres $\frac{2}{3}$, au lieu qu'elles n'auraient dû porter, selon les règles du levier, que 7400 livres.

SEIZIÈME EXPÉRIENCE.

Enfin ayant mis à l'épreuve deux solives de seize pieds de longueur sur cinq pouces d'équarrissage, la première, qui pesait 209 livres, a porté pendant dix-sept minutes une charge de 4425 livres, et elle a rompu après avoir baissé de seize pouces; la seconde, qui pesait 205 livres, a porté pendant quinze minutes une charge de 4275 livres, et elle a rompu après avoir baissé de douze pouces et demi.

DIX-SEPTIÈME EXPÉRIENCE.

Et ayant mis à l'épreuve deux solives de huit pieds de longueur sur cinq pouces d'équarrissage, la première, qui pesait 104 livres, porta pendant quarante minutes une charge de 9900 livres, et rompit après avoir baissé de cinq pouces; la seconde, qui pesait 102 livres, porta pendant trente-neuf minutes une charge de 9675 livres, et rompit après avoir plié de quatre pouces sept lignes.

Comparant cette expérience avec la précédente, on voit que la charge moyenne des pièces de seize pieds de longueur sur cinq pouces d'équarrissage est 4350 livres, et que celle des pièces de huit pieds et du même équarrissage est 9787 $\frac{1}{4}$, au lieu que, par la règle du levier, elle devrait être de 8700 livres.

Il résulte de toutes ces expériences que la résistance du bois n'est point en raison inverse de sa longueur, comme on l'a cru jusqu'ici, mais que cette résistance décroît très-considérablement à mesure que la longueur des pièces augmente, ou, si l'on veut, qu'elle augmente beaucoup à mesure que cette longueur diminue. Il n'y a qu'à jeter les yeux sur la table ci-après pour s'en convaincre: on voit que la charge d'une pièce de dix pieds est le double et un neuvième de celle d'une pièce de vingt pieds; que la charge d'une pièce de neuf pieds est le double et environ le huitième de celle d'une pièce de dix-huit pieds; que la charge d'une pièce de huit pieds est le double et le huitième presque juste de celle d'une pièce de seize pieds; que la charge d'une pièce de sept pieds est le double et beaucoup plus d'un huitième de celle de quatorze pieds: de sorte qu'à mesure que la longueur des pièces

diminue, la résistance augmente, et cette augmentation de résistance croît de plus en plus.

On peut objecter ici que cette règle de l'augmentation de la résistance qui croît de plus en plus, à mesure que les pièces sont moins longues, ne s'observe pas au delà de la longueur de vingt pieds, et que les expériences rapportées ci-dessus sur des pièces de vingt-quatre et de vingt-huit pieds, prouvent que la résistance du bois augmente plus dans une pièce de quatorze pieds, comparée à une pièce de vingt-huit, que dans une pièce de sept pieds, comparée à une pièce de quatorze ; et que de même cette résistance augmente plus que la règle ne le demande dans une pièce de douze pieds, comparée à une pièce de vingt-quatre pieds : mais il n'y a rien là qui se contredise, et cela n'arrive ainsi que par un effet bien naturel ; c'est que la pièce de vingt-huit pieds et celle de vingt-quatre pieds, qui n'ont que cinq pouces d'équarrissage, sont trop disproportionnées dans leurs dimensions, et que le poids de la pièce même est une partie considérable du poids total qu'il faut pour la rompre ; car il ne faut que 1775 livres pour rompre une pièce de vingt-huit pieds, et cette pièce pèse 362 livres. On voit bien que le poids de la pièce devient, dans ce cas, une partie considérable de la charge qui la fait rompre ; et d'ailleurs ces longues pièces minces, pliant beaucoup avant de rompre, les plus petits défauts du bois, et surtout le fil tranché, contribuent beaucoup plus à la rupture.

Il serait aisé de faire voir qu'une pièce pourrait rompre par son propre poids, et que la longueur qu'il faudrait supposer à cette pièce, proportionnellement à sa grosseur, n'est pas, à beaucoup près, aussi grande qu'on pourrait l'imaginer. Par exemple, en partant du fait acquis par les expériences ci-dessus, que la charge d'une pièce de sept pieds de longueur sur cinq pouces d'équarrissage est de 11525, on conclurait tout de suite que la charge d'une pièce de quatorze pieds est de 5762 livres ; que celle d'une pièce de vingt-huit pieds est de 2881 ; que celle d'une pièce de cinquante-six pieds est de 1440 livres, c'est-à-dire la huitième partie de la charge de sept pieds, parce que la pièce de cinquante-six pieds est huit fois plus longue : cependant, bien loin qu'il fût besoin d'une charge de 1440 livres pour rompre une pièce de cinquante-six pieds sur cinq pouces seulement d'équarrissage, j'ai de bonnes raisons pour croire qu'elle pourrait rompre par son propre poids. Mais ce n'est pas ici le lieu de rapporter les recherches que j'ai faites à ce sujet, et je passe à une autre suite d'expériences sur des pièces de six pouces d'équarrissage, depuis huit pieds jusqu'à vingt pieds de longueur.

DIX-HUITIÈME EXPÉRIENCE.

J'ai fait rompre deux solives de vingt pieds de longueur sur six pouces d'équarrissage ; l'une de ces solives pesait 377 livres, et l'autre 375 : la plus pesante a rompu au bout de douze minutes sous la charge de 5025 livres, après avoir plié de dix-sept pouces ; la seconde, qui était la moins pesante, a rompu en onze minutes sous la charge de 4875 livres, après avoir plié de quatorze pouces.

J'ai ensuite mis à l'épreuve deux pièces de dix pieds de longueur sur le même équarrissage de six pouces : la première, qui pesait 188 livres, a supporté pendant quarante-six minutes une charge de 11475 livres, et n'a rompu qu'en se fendant jusqu'à l'une de ses extrémités ; elle a plié de huit pouces ; la seconde, qui pesait 186 livres, a supporté pendant quarante-quatre minutes une charge de 11025 livres ; elle a plié de six pouces avant que de rompre.

DIX-NEUVIÈME EXPÉRIENCE.

Ayant mis à l'épreuve deux solives de dix-huit pieds de longueur sur six pouces d'équarrissage, la première, qui pesait 334 livres, a porté pendant seize minutes une charge de 5625 livres : elle avait éclaté avant ce temps ; mais je ne pus apercevoir de rupture dans les fibres, de sorte qu'au bout de deux heures et demie, voyant qu'elle était toujours au même point, et qu'elle ne baissait plus dans son milieu où elle avait plié de douze pouces trois lignes, je voulus voir si elle pourrait se redresser, et je fis ôter peu à peu tous les poids dont elle était chargée : quand tous les poids furent enlevés, elle ne demeura courbe que de deux pouces, et le lendemain elle s'était redressée au point qu'il n'y avait que cinq lignes de courbure dans son milieu. Je la fis recharger tout de suite, et elle rompit au bout de quinze minutes sous une charge de 5475 livres, tandis qu'elle avait supporté, le jour précédent, une charge plus forte de 250 livres pendant deux heures et demie. Cette expérience s'accorde avec les précédentes, où l'on a vu qu'une pièce qui a supporté un grand fardeau pendant quelque temps, perd de sa force même sans avertir et sans éclater. Elle prouve aussi que le bois a un ressort qui se rétablit jusqu'à un certain point, mais que ce ressort étant bandé autant qu'il peut l'être sans rompre, il ne peut pas se rétablir parfaitement. La seconde solive, qui pesait 334 livres, supporta pendant quatorze minutes la charge de 5500 livres, et rompit après avoir plié de dix pouces.

Ensuite ayant éprouvé deux solives de neuf pieds de longueur sur six pouces d'équarrissage, la première, qui pesait 166 livres, supporta pendant cinquante-six minutes la charge de 13450 livres, et rompit après avoir plié de cinq pouces deux lignes ; la seconde, qui pesait 164 livres $\frac{1}{2}$, supporta pendant cinquante-une minutes une charge de 12850 livres, et rompit après avoir plié de cinq pouces.

VINGTIÈME EXPÉRIENCE.

J'ai fait rompre deux solives de seize pieds de longueur sur six pouces d'équarrissage : la première, qui pesait 294 livres, a supporté pendant vingt-six minutes une charge de 6250 livres, et elle a rompu après avoir plié de huit pouces ; la seconde, qui pesait 293 livres, a supporté pendant vingt-deux minutes une charge de 6475 livres, et elle a rompu après avoir plié de dix pouces.

Ensuite ayant mis à l'épreuve deux solives de huit pieds de longueur sur la

même équarrissage de six pouces, la première solive, qui pesait 149 livres, supporta pendant une heure vingt minutes une charge de 15700 livres, et rompit après avoir baissé de trois pouces sept lignes; la seconde solive, qui pesait 146 livres, porta pendant deux heures cinq minutes une charge de 15350 livres, et rompit après avoir plié, dans le milieu, de quatre pouces deux lignes.

VINGT-UNIÈME EXPÉRIENCE.

Ayant pris deux solives de quatorze pieds de longueur sur six pouces d'équarrissage, la première, qui pesait 255 livres, a supporté pendant quarante-six minutes la charge de 7450 livres, et elle a rompu après avoir plié dans le milieu de dix pouces; la seconde, qui ne pesait que 254 livres, a supporté pendant une heure quatorze minutes la charge de 7500 livres, et n'a rompu qu'après avoir plié de onze pouces quatre lignes.

Ensuite ayant mis à l'épreuve deux solives de sept pieds de longueur sur six pouces d'équarrissage, la première, qui pesait 128 livres, a supporté pendant deux heures dix minutes une charge de 19250 livres, et a rompu après avoir plié dans le milieu de deux pouces huit lignes; la seconde, qui pesait 126 livres $\frac{1}{2}$, a supporté pendant une heure quarante-huit minutes une charge de 18650 livres; elle a rompu après avoir plié de deux pouces.

VINGT-DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

Enfin ayant mis à l'épreuve deux solives de douze pieds de longueur sur six pouces d'équarrissage, la première, qui pesait 224 livres, a supporté pendant quarante-six minutes la charge de 9200 livres, et a rompu après avoir plié de sept pouces; la seconde, qui pesait 221 livres, a supporté pendant cinquante-trois minutes la charge de 9000 livres, et a rompu après avoir plié de cinq pouces dix lignes.

J'aurais bien voulu faire rompre des solives de six pieds de longueur, pour les comparer avec celles de douze pieds; mais il aurait fallu un nouvel équipage, parce que celui dont je me servais était trop large et ne pouvait passer entre les deux tréteaux sur lesquels portaient les deux extrémités de la pièce.

En comparant les résultats de toutes ces expériences, on voit que la charge d'une pièce de dix pieds de longueur sur six pouces d'équarrissage est le double et beaucoup plus d'un septième de celle d'une pièce de vingt pieds; que la charge d'une pièce de neuf pieds est le double et beaucoup plus d'un sixième de celle d'une pièce de dix-huit pieds; que la charge d'une pièce de huit pieds est le double et beaucoup plus d'un cinquième de celle d'une pièce de seize pieds; et enfin que la charge d'une pièce de sept pieds est le double et beaucoup plus d'un quart de celle d'une pièce de quatorze pieds sur six pouces d'équarrissage: ainsi l'augmentation de la résistance est beaucoup plus grande à proportion que dans les pièces de cinq pouces

d'équarrissage. Voyons maintenant les expériences que j'ai faites sur des pièces de sept pouces d'équarrissage.

VINGT-TROISIÈME EXPÉRIENCE.

J'ai fait rompre deux solives de vingt pieds de longueur sur sept pouces d'équarrissage : la première de ces deux solives, qui pesait 505 livres, a supporté pendant trente-sept minutes une charge de 8550 livres, et a rompu après avoir plié de douze pouces sept lignes; la seconde solive, qui pesait 500 livres, a supporté pendant vingt minutes une charge de 8000 livres, et a rompu après avoir plié de deux pouces.

Ensuite ayant mis à l'épreuve deux solives de dix pieds de longueur sur sept pouces d'équarrissage, la première, qui pesait 254 livres, a supporté pendant deux heures six minutes une charge de 19650 livres, et elle a rompu après avoir plié de deux pouces sept lignes avant que d'éclater, et a baissé de treize pouces avant que de rompre absolument; la seconde solive, qui pesait 252 livres, a supporté pendant une heure quarante-neuf minutes une charge de 19300 livres, et elle a rompu après avoir plié de trois pouces avant que d'éclater, et de neuf pouces avant que de rompre entièrement.

VINGT-QUATRIÈME EXPÉRIENCE.

J'ai fait rompre deux solives de dix-huit pieds de longueur sur sept pouces d'équarrissage : la première, qui pesait 454 livres, a supporté pendant une heure huit minutes une charge de 9450 livres, et elle a rompu après avoir plié de cinq pouces six lignes avant que d'éclater, et de douze pouces avant que de rompre ; la seconde, qui pesait 450 livres, a supporté pendant cinquante-quatre minutes une charge de 9400 livres, et elle a rompu après avoir plié de cinq pouces dix lignes avant que d'éclater, et ensuite de neuf pouces six lignes avant que de rompre absolument.

Ensuite ayant mis à l'épreuve deux solives de neuf pieds de longueur sur le même équarrissage de sept pouces, la première solive, qui pesait 227 livres, a supporté pendant une heure une charge de 22800 livres, et elle a rompu après avoir plié de trois pouces une ligne avant que d'éclater, et de cinq pouces six lignes avant que de rompre absolument; la seconde solive, qui pesait 225 livres, a supporté pendant deux heures dix-huit minutes une charge de 21900 livres, et elle a rompu après avoir plié de deux pouces onze lignes avant que d'éclater, et de cinq pouces deux lignes avant que de rompre entièrement.

VINGT-CINQUIÈME EXPÉRIENCE.

J'ai fait rompre deux solives de seize pieds de longueur sur sept pouces d'équarrissage : la première, qui pesait 406 livres, a supporté pendant quarante-sept minutes une charge de 11100 livres, et elle a rompu après avoir plié de quatre pouces

dix lignes avant que d'éclater, et de dix pouces avant que de rompre absolument; la seconde, qui pesait 403 livres, a supporté pendant cinquante-cinq minutes une charge de 10900 livres, et elle a rompu après avoir plié de cinq pouces trois lignes avant que d'éclater, et onze pouces cinq lignes avant que de rompre entièrement.

Ensuite ayant mis à l'épreuve deux solives de huit pieds de longueur sur le même équarrissage de sept pouces, la première, qui pesait 204 livres, a supporté pendant trois heures dix minutes une charge de 26150 livres, et elle a rompu après avoir plié de deux pouces neuf lignes avant que d'éclater, et de quatre pouces avant que de rompre entièrement; la seconde solive, qui pesait 201 livres $\frac{1}{2}$, a supporté pendant trois heures quatre minutes une charge de 25950 livres, elle a rompu après avoir plié de deux pouces six lignes avant que d'éclater, et de trois pouces neuf lignes avant que de rompre entièrement.

VINGT-SIXIÈME EXPÉRIENCE.

J'ai fait rompre deux solives de quatorze pieds de longueur sur sept pouces d'équarrissage : la première, qui pesait 351 livres, a supporté pendant quarante-une minutes une charge de 13600 livres, et elle a rompu après avoir plié de quatre pouces deux lignes avant que d'éclater, et de sept pouces trois lignes avant que de rompre; la seconde solive, qui pesait aussi 351 livres, a supporté pendant cinquante-huit minutes une charge de 12850 livres, et elle a rompu après avoir plié de trois pouces neuf lignes avant que d'éclater, et de huit pouces une ligne avant que de rompre absolument.

Ensuite ayant fait faire deux solives de sept pieds de longueur sur sept pouces d'équarrissage, et ayant mis la première à l'épreuve, elle était chargée de 28 milliers, lorsque tout à coup la machine écroula : c'était la boucle de fer qui avait cassé net dans ses deux branches, quoiqu'elle fût d'un bon fer carré de dix-huit lignes $\frac{2}{3}$ de grosseur; ce qui fait 348 lignes carrées pour chacune des branches, en tout 696 lignes de fer qui ont cassé sous ce poids de 28 milliers, qui tirait perpendiculairement. Cette boucle avait environ dix pouces de largeur sur treize pouces de hauteur, et elle était à peu près de la même grosseur partout. Je remarquai qu'elle avait cassé presque au milieu des branches perpendiculaires, et non pas dans les angles, où naturellement j'aurais pensé qu'elle aurait dû rompre. Je remarquai aussi, avec quelque surprise, qu'on pouvait conclure de cette expérience qu'une ligne carrée de fer ne devait porter que 40 livres; ce qui me parut si contraire à la vérité, que je me déterminai à faire quelques expériences sur la force du fer, que je rapporterai dans la suite.

Je n'ai pu venir à bout de faire rompre mes solives de sept pieds de longueur sur sept pouces d'équarrissage. Ces expériences ont été faites à ma campagne, où il me fut impossible de trouver du fer plus gros que celui que j'avais employé, et je fus obligé de me contenter de faire une autre boucle pareille à la précédente, avec laquelle j'ai fait le reste de mes expériences sur la force du bois.

VINGT-SEPTIÈME EXPÉRIENCE.

Ayant mis à l'épreuve deux solives de onze pieds de longueur sur sept pouces d'équarrissage, la première qui pesait 302 livres, a supporté pendant une heure deux minutes la charge de 16800 livres, et elle a rompu après avoir plié de deux pouces onze lignes avant que d'éclater, et de sept pouces six lignes avant que de rompre totalement; la seconde solive, qui pesait 301 livres, a supporté pendant cinquante-cinq minutes une charge de 15550 livres, et elle a rompu après avoir plié de trois pouces quatre lignes avant que d'éclater, et de sept pouces avant que de rompre entièrement.

En comparant toutes ces expériences sur des pièces de sept pouces d'équarrissage, je trouve que la charge d'une pièce de dix pieds de longueur est le double et plus d'un sixième de celle de vingt pieds; que la charge d'une pièce de neuf pieds est le double et près d'un cinquième de celle d'une pièce de dix-huit pieds; que la charge d'une pièce de huit pieds est le double et beaucoup plus d'un cinquième de celle d'une pièce de seize pieds : d'où l'on voit que non-seulement l'unité qui sert de mesure à l'augmentation de la résistance, et qui est ici le rapport entre la résistance d'une pièce de dix pieds, est le double de la résistance d'une pièce de vingt pieds; que non-seulement, dis-je, cette unité augmente, mais même que l'augmentation de la résistance accroît toujours à mesure que les pièces deviennent plus grosses. On doit observer ici que les différences proportionnelles des augmentations de la résistance des pièces de sept pouces sont moindres, en comparaison des augmentations de la résistance des pièces de six pouces, que celles-ci ne le sont en comparaison de celles de cinq pouces : mais cela doit être, comme on le verra, par la comparaison que nous ferons des résistances avec les épaisseurs des pièces.

Venons enfin à la dernière suite de mes expériences sur des pièces de huit pouces d'équarrissage.

VINGT-HUITIÈME EXPÉRIENCE.

J'ai fait rompre deux solives de vingt pieds de longueur sur huit pouces d'équarrissage : la première, qui pesait 664 livres, a supporté pendant quarante-sept minutes une charge de 11775 livres, et elle a rompu après avoir d'abord plié de six pouces et demi avant que d'éclater, et de onze pouces avant que de rompre absolument: la seconde solive, qui pesait 600 livres $\frac{1}{2}$, a supporté pendant quarante-quatre minutes une charge de 11200 livres, et elle a rompu après avoir plié de six pouces juste avant que d'éclater et de neuf pouces trois lignes avant que de rompre entièrement.

Ensuite, ayant mis à l'épreuve deux pièces de dix pieds de longueur sur huit pouces d'équarrissage, la première, qui pesait 331 livres, a supporté pendant trois

heures vingt minutes la charge énorme de 27800 livres, après avoir plié de trois pouces avant que d'éclater, et de cinq pouces neuf lignes avant que de rompre absolument; la seconde pièce, qui pesait 330 livres, a supporté pendant quatre heures cinq ou six minutes la charge de 27700 livres, et elle a rompu après avoir d'abord plié de deux pouces trois lignes avant que d'éclater, et de quatre pouces cinq lignes avant que de rompre. Ces deux pièces ont fait un bruit terrible en rompant; c'était comme autant de coups de pistolet à chaque éclat qu'elles faisaient, et ces expériences ont été les plus pénibles et les plus fortes que j'aie faites : il fallut user de mille précautions pour mettre les derniers poids, parce que je craignais que la boucle de fer ne cassât sous cette charge de 27 milliers, puisqu'il n'avait fallu que 28 milliers pour rompre une semblable boucle. J'avais mesuré la hauteur de cette boucle avant de faire ces deux expériences, afin de voir si le fer s'allongerait par le poids d'une charge si considérable et si approchante de celle qu'il fallait pour la faire rompre : mais ayant mesuré une seconde fois la boucle, et cela après les expériences faites, je n'ai pas trouvé la moindre différence; la boucle avait, comme auparavant, douze pouces et demi de longueur, et les angles étaient aussi droits qu'ils l'étaient avant l'épreuve.

Ayant mis à l'épreuve deux solives de dix-huit pieds de longueur sur huit pouces d'équarrissage; la première, qui pesait 594 livres, a supporté, pendant cinquante-quatre minutes la charge de 13500 livres, et elle a rompu après avoir plié de quatre pouces et demi avant que d'éclater, et de dix pouces deux lignes avant que de rompre; la seconde solive, qui pesait 593 livres, a supporté pendant quarante-huit minutes la charge de 19000 livres, et elle a rompu après avoir plié de quatre pouces une ligne avant que d'éclater, et de sept pouces neuf lignes avant que de rompre absolument.

VINGT-NEUVIÈME EXPÉRIENCE.

J'ai fait rompre deux solives de seize pieds de longueur sur huit pouces d'équarrissage; la première de ces solives, qui pesait 528 livres, a supporté pendant une heure huit minutes la charge de 16800 livres, et elle a plié de cinq pouces deux lignes avant que d'éclater, et de six pouces environ avant que de rompre; la seconde pièce, qui ne pesait que 524 livres, a supporté pendant cinquante-huit minutes une charge de 15950 livres, et elle a rompu après avoir plié de trois pouces neuf lignes avant que d'éclater, et de sept pouces cinq lignes avant que de rompre totalement.

Ensuite j'ai fait rompre deux solives de quatorze pieds de longueur sur huit pouces d'équarrissage : la première, qui pesait 461 livres, a supporté pendant une heure vingt-six minutes une charge de 20050 livres, et elle a rompu après avoir plié de trois pouces dix lignes avant que d'éclater, et de huit pouces et demi avant que de rompre absolument; la seconde solive, qui pesait 459 livres, a supporté pendant une heure et demie la charge de 19500 livres, et elle a rompu après avoir plié

de trois pouces deux lignes avant que d'éclater et de huit pouces avant que de rompre entièrement.

Enfin, ayant mis à l'épreuve deux solives de douze pieds de longueur sur huit pouces d'équarrissage, la première, qui pesait 397 livres, a supporté pendant deux heures cinq minutes la charge de 23900 livres, et elle a rompu après avoir plié de trois pouces juste avant que de rompre ; la seconde, qui pesait 395 livres et demie, a supporté pendant deux heures quarante-neuf minutes la charge de 23 mille livres et elle a rompu après avoir plié de deux pouces onze lignes avant que d'éclater, et de six pouces huit lignes avant que de rompre entièrement.

Voilà toutes les expériences que j'ai faites sur des pièces de huit pouces d'équarrissage. J'aurais désiré pouvoir faire rompre des pièces de neuf, de huit et de sept pieds de longueur, et de cette même grosseur de huit pouces : mais cela me fut impossible parce que je manquais des commodités nécessaires, et qu'il m'aurait fallu des équipages bien plus forts que ceux dont je me suis servi, et sur lesquels, comme on vient de le voir, on mettait près de vingt-huit milliers en équilibre ; car je présume qu'une pièce de sept pieds de longueur sur huit pouces d'équarrissage aurait porté plus de quarante-cinq milliers. On verra dans la suite si les conjectures que j'ai faites sur la résistance du bois, pour des dimensions que je n'ai pas éprouvées, sont justes ou non.

Tous les auteurs qui ont écrit sur la résistance des solides en général, et du bois en particulier, ont donné comme fondamentale la règle suivante : *La résistance est en raison inverse de la longueur, en raison directe de la largeur, et en raison doublée de la hauteur.* Cette règle est celle de Galilée, adoptée par tous les mathématiciens, et elle serait vraie pour les solides qui seraient absolument inflexibles, et qui rompraient tout à coup ; mais dans les solides élastiques, tels que le bois, il est aisé d'apercevoir que cette règle doit être modifiée à plusieurs égards. M. Bernouilli a fort bien observé que, dans la rupture des corps élastiques, une partie des fibres s'allonge, tandis que l'autre partie se raccourcit pour ainsi dire en refoulant sur elle-même. Voyez son Mémoire dans ceux de l'Académie, année 1705. On voit, par les expériences précédentes, que, dans les pièces de même grosseur, la règle de la résistance en raison inverse de la longueur s'observe d'autant moins que les pièces sont plus courtes. Il en est autrement de la règle de la résistance en raison directe de la largeur et du carré de la hauteur ; j'ai calculé la table septième à dessein de m'assurer de la variation de cette règle : on voit dans cette table les résultats des expériences, et au-dessous les produits que donne cette règle. J'ai pris pour unités les expériences faites sur les pièces de cinq pouces d'équarrissage, parce que j'en ai fait un plus grand nombre sur cette dimension que sur les autres. On peut observer dans cette table que plus les pièces sont courtes et plus la règle approche de la vérité, et que, dans les plus longues pièces, comme celles de dix-huit à vingt pieds, elle s'en éloigne. Cependant, à tout prendre, on peut se servir de la règle générale avec les modifications nécessaires pour calculer la résistance des pièces de bois plus grosses et plus longues que celles dont j'ai éprouvé la résistance ; car, en je-

tant les yeux sur cette même table, on voit un grand accord entre la règle et les expériences pour les différents grosseurs, et il règne un ordre assez constant dans les différences, par rapport aux longueurs et aux grosseurs, pour juger de la modification qu'on doit faire à cette règle.

TABLES DES EXPÉRIENCES SUR LA FORCE DU BOIS.

PREMIÈRE TABLE.

Pièce de quatre pouces d'équarrissage.

Longueur des PIÈCES.	POIDS des PIÈCES.		Charges.	TEMPS employé à charger les pièces.		FLÈCHES de la courbure des pièces lorsqu'elles commencent à rompre.		Longueur des PIÈCES.	POIDS DES PIÈCES.		Charges.	TEMPS employé à charger les pièces.		FLÈCHES de la courbure des pièces lorsqu'elles commencent à rompre	
	pieds.	livres.		livres.	heur.	minut.	pouc.		lign.	pieds.		livres.	livres.	heur.	minut.
7	60	5350	»	29	»	3	6	9	71	2950	»	12	5	6	
	56	5275							84	3625					15
8	68	4600	»	15	»	3	9	10	82	3600	»	15	6	6	
	63	4500							100	3050					»
9	77	4100	»	14	»	4	10	12	98	2925	»	»	7	»	

DEUXIÈME TABLE.

Pièces de cinq pouces d'équarrissage.

Longueur des PIÈCES.	POIDS des PIÈCES.		Charges.	TEMPS depuis le premier éclat jusqu'à la rupture.		FLÈCHES de la COURBURE avant que d'éclater.		Longueur des PIÈCES.	POIDS des PIÈCES.		Charges.	TEMPS depuis le premier éclat jusqu'à la rupture.		FLÈCHES de la COURBURE avant que d'éclater.	
	pieds.	livres.		livres.	heur.	minut.	pouc.		lign.	pieds.		livres.	livres.	heur.	minut.
7	94	11775	»	58	»	2	6	28	364	1800	»	17	18	»	
	88 1/2	11275							360	1750					17
8	104	9900	»	40	»	2	8	10	TROISIÈME TABLE.						
	102	9675							»	39	2	11	<i>Pièces de six pouces d'équarrissage.</i>		
9	118	8400	»	28	»	3	»	7					128	19250	1
	116	8325							»	28	3	3	8	126 1/2	
10	115	8200	»	26	»	3	6	8	149	15700	1	12	2	5	
	132	7225							»	21					3
12	130	7050	»	20	»	3	6	9	166	13450	»	56	2	6	
	128 1/2	7100							»	18					4
14	156	6050	»	30	»	5	6	10	188	11475	»	46	3	»	
	154	6100							»	30					5
16	178	5400	»	21	»	8	»	12	224	9200	»	31	4	»	
	176	5200							»	18					8
18	209	4425	»	17	»	8	1	14	255	7450	»	25	4	6	
	205	4275							»	15					8
20	232	3750	»	11	»	8	»	16	294	6250	»	20	5	6	
	231	3650							»	10					8
22	263	3275	»	10	»	8	10	18	334	5625	»	16	7	5	
	259	3175							»	8					10
24	281	2975	»	18	»	11	3	20	377	5025	»	12	9	6	
	310	2200							»	16					11
26	307	2125	»	15	»	13	6								

* On n'a pas pu observer la quantité dont les pièces de sept pieds ont plié dans leur milieu, à cause de l'épaisseur de la boucle.

QUATRIÈME TABLE.
Pièces de sept pouces d'équarrissage.

CINQUIÈME TABLE.
Pièces de huit pouces d'équarrissage.

Longueur des PIÈCES.	POIDS des PIÈCES.	Charges.	TEMPS depuis le premier éclat jusqu'à la rupture.		FLÈCHES de la COURBURE avant que d'éclater.		Longueur des PIÈCES.	POIDS des PIÈCES.	Charges.	TEMPS depuis le premier éclat jusqu'à la rupture.		FLÈCHES de la COURBURE avant que d'éclater.	
			livres.	livres.	heur.	minut.				pouc.	lign.	heur.	minut.
7	»	»	»	»	»	»		331	27800	2	50	3	»
8	204	26150	2	6	2	9	10	331	27700	2	58	2	3
	201 1/2	25950	2	13	2	6		12	397	23900	1	20	3
9	227	22800	1	40	3	4	14		395 1/2	23000	1	23	2
	225	21900	1	37	2	11		16	461	20050	1	6	3
10	254	19650	1	13	2	7	18		459	19500	1	2	3
	252	19300	1	16	3	»		20	528	16800	»	47	5
12	302	16800	1	3	2	11	14		524	15950	»	50	3
	301	15550	1	»	3	4		16	594	13500	»	32	4
14	351	13600	»	55	4	2	18		593	12900	»	30	4
	351	12850	»	48	3	9		20	664	11775	»	24	6
16	406	11100	»	41	4	10	14		660 1/2	12200	»	28	6
	403	10900	»	36	5	3							
18	454	9450	»	27	5	6							
	450	9400	»	22	5	10							
20	505	8550	»	15	7	10							
	500	8000	»	13	8	6							

SIXIÈME TABLE.

Charges moyennes de toutes les expériences précédentes

Longueur des PIÈCES.	GROSSEURS.				
	4 POUÇES.	5 POUÇES.	6 POUÇES.	7 POUÇES.	8 POUÇES.
7	5312	11525	18950	26050	27750
8	4550	9787 1/2	15525	22350	23450
9	4025	3308 1/3	13150	19475	19775
10	3612	7125	11250	16175	16375
12	2987 1/2	6075	9100	13225	13200
14		5300	7475	11000	11487 1/2
16		4350	6362 1/2	9215	
18		3700	5562 1/2	8375	
20		3225	4950		

SEPTIÈME TABLE.

Comparaison de la résistance du bois, trouvée par les expériences précédentes, et de la résistance du bois suivant la règle que cette résistance est comme la largeur de la pièce, multipliée par le carré de la hauteur, en supposant la même hauteur.

7.	5312..	11525.	18950	*32200	48100
					17649 1/5
	5901..		19915 2/5	31624 3/5	17198 2/5
8.	4550..	9787.	15525	26050	*39750
	5011 1/5.		16942 4/5	26856 9/10	40089 3/5
	4025..	8308 1/3..	13150	22350	*32800
9.	4253 13/15..		11356 4/5	22798 1/5	31031
	3612..	7125.	11250	19475	27750
10.	3648..		12312	19551	29181
	2987 1/2.	6075.	9100	16175	23450
12.	3110 2/5..		10497 3/5	16669 4/5	21883 1/5
		5100.	7475	13225	19775
14.			8812 4/5	13995 1/5	20889 3/5
		4350.	6362 1/4	11000	16375
16.			9516 3/5	11936 2/5	17817 3/5
		3700.	5562 1/2	9425	13200
18.			6393 3/5	10152 4/5	15155 4/5
		8225.	4950	8275	11487 1/2
20.			5572 4/5	8849 2/5	13209 3/5

(Les astérisques marquent que les expériences n'ont pas été faites.)

SECOND MEMOIRE

ARTICLE PREMIER.

MOYEN FACILE D'AUGMENTER LA SOLIDITÉ, LA FORCE ET LA DURÉE DU BOIS.

Il ne faut pour cela qu'écorcer l'arbre du haut en bas dans le temps de la sève, et le laisser sécher entièrement sur pied avant que de l'abattre. Cette préparation ne demande qu'une très-petite dépense : on va voir les précieux avantages qui en résultent.

Les choses aussi simples et aussi aisées à trouver que l'est celle-ci n'ont ordinairement, aux yeux des physiciens, qu'un mérite bien léger : mais leur utilité suffit pour les rendre dignes d'être présentées; et peut-être que l'exactitude et les soins que j'ai joints à mes recherches leur feront trouver grâce devant ceux mêmes qui ont le mauvais goût de n'estimer d'une découverte que la peine et le temps qu'elle a coûtés. J'avoue que je suis surpris de me trouver le premier à annoncer celle-ci, surtout depuis que j'ai lu ce que Vitruve et Evclin rapportent à cet égard. Le premier nous dit, dans son *Architecture*, qu'avant d'abattre les arbres il faut les cerner par le pied jusque dans le cœur du bois, et les laisser ainsi sécher sur pied; après quoi ils sont bien meilleurs pour le service, auquel on peut même les employer tout de suite. Le second rapporte, dans son *Traité des forêts*, que le docteur Plot assure, dans son *Histoire naturelle*, qu'autour de Haffon en Angleterre on écorce les gros arbres sur pied dans le temps de la sève, qu'on les laisse sécher jusqu'à l'hiver suivant, qu'on les coupe alors, qu'ils ne laissent pas que de vivre sans écorce, que le bois en devient bien plus dur, et qu'on se sert de l'aubier comme du cœur. Ces faits sont assez précis, et sont rapportés par des auteurs d'un assez grand crédit pour avoir mérité l'attention des physiciens et même des architectes; mais il y a tout lieu de croire qu'outre la négligence qui a pu les empêcher jusqu'ici de s'assurer de la vérité de ces faits, la crainte de contrevenir à l'ordonnance des eaux et forêts a pu retarder leur curiosité. Il est défendu, sous peine de grosses amendes, d'écorcer aucun arbre, et de le laisser sécher sur pied. Cette défense, qui d'ailleurs est fondée, a dû faire naître un préjugé contraire, qui sans doute aura fait regarder ce que nous venons de rapporter comme des faits faux, ou du moins hasardés, et je serais encore moi-même dans l'ignorance à cet égard, si les attentions de M. le comte de Maurepas pour les sciences ne m'eussent procuré la liberté de faire mes expériences, sans avoir à craindre de les payer trop cher.

Dans un bois taillis nouvellement abattu, et où j'avais fait réserver quelques beaux arbres, le 3 de mai 1733, j'ai fait écorcer sur pied quatre chênes d'environ trente à quarante pieds de hauteur, et de cinq à six pieds de pourtour. Ces arbres

étaient tous quatre très-vigoureux, bien en sève, et âgés d'environ soixante-dix ans. J'ai fait enlever l'écorce, depuis le sommet de la tige jusqu'au pied de l'arbre, avec une serpe. Cette opération est aisée, l'écorce se séparant très-facilement du corps de l'arbre dans le temps de la sève. Ces chênes étaient de l'espèce commune dans les forêts, qui porte le plus gros gland. Quand ils furent entièrement dépouillés de leur écorce, je fis abattre quatre autres chênes de la même espèce, dans le même terrain, et aussi semblables aux premiers que je pus les trouver. Mon dessein était d'en faire écorcer le même jour encore six, et en abattre six autres; mais je ne pus achever cette opération que le lendemain. De ces six chênes écorcés, il s'en trouva deux qui étaient beaucoup moins en sève que les quatre autres. Je fis conduire sous un hangar les six arbres abattus, pour les laisser sécher dans leur écorce jusqu'au temps que j'en aurais besoin pour les comparer avec ceux que j'avais fait dépouiller. Comme je m'imaginai que cette opération leur avait fait grand tort, et qu'elle devait produire un grand changement, j'allai plusieurs jours de suite visiter très-curieusement mes arbres écorcés; mais je n'aperçus aucune altération sensible pendant plus de deux mois. Enfin, le 10 de juillet, l'un de ces chênes, celui qui était le moins en sève dans le temps de l'écorcement, laissa voir les premiers symptômes de la maladie qui devait bientôt le détruire; ses feuilles commencèrent à jaunir du côté du midi, et bientôt jaunirent entièrement, séchèrent et tombèrent, de sorte qu'au 26 août il ne lui en restait pas une. Je le fis abattre le 30 du même mois. J'étais présent. Il était devenu si dur, que la cognée avait peine à entrer, et qu'elle cassa, sans que la maladresse du bûcheron me parût y avoir part. L'aubier semblait être plus dur que le cœur du bois, qui était encore humide et plein de sève.

Celui de mes arbres qui, dans le temps de l'écorcement, n'était pas plus en sève que le précédent, ne tarda guère à le suivre; ses feuilles commencèrent à changer de couleur au 13 de juillet, et il s'en défit entièrement avant le 10 de septembre. Comme je craignais d'avoir fait abattre trop tôt le premier, et que l'humidité que j'avais remarquée au dedans indiquait encore quelque reste de vie, je fis réserver celui-ci pour voir s'il pousserait des feuilles au printemps suivant.

Mes quatre autres chênes résistèrent vigoureusement; ils ne quittèrent leurs feuilles que quelques jours avant le temps ordinaire, et même l'un des quatre, dont la tête était légère et peu chargée de branches, ne les quitta qu'au temps juste de leur chute naturelle; mais je remarquai que les feuilles, et même quelques rejetons de tous quatre, s'étaient desséchés du côté du midi plusieurs jours auparavant.

Au printemps suivant, tous ces arbres devancèrent les autres, et n'attendirent pas le temps ordinaire du développement des feuilles pour en faire paraître; ils se couvrirent de verdure huit à dix jours avant la saison. Je prévis tout ce que cet effort devait leur coûter. J'observai les feuilles; leur accroissement fut assez prompt, mais bientôt arrêté, faute de nourriture suffisante. Cependant elles végurent; mais celui de mes arbres qui, l'année précédente, s'était dépouillé le premier, sentit aussi tout l'effet de l'état d'inanition et de sécheresse où il était réduit; ses feuilles se fanèrent bientôt, et tombèrent pendant les chaleurs de juillet 1734.

Je le fis abattre le 30 août, c'est-à-dire une année après celui qui l'avait précédé. Je jugeai qu'il était au moins aussi dur que l'autre, et beaucoup plus dur dans le cœur du bois, qui était à peine encore un peu humide. Je le fis conduire sous un hangar où l'autre était déjà avec les six arbres dans leur écorce auxquels je voulais les comparer.

Trois des quatre arbres qui me restaient quittèrent leurs feuilles au commencement de septembre; mais le chêne à tête légère les conserva plus longtemps, et il ne s'en défit entièrement qu'au 22 du même mois. Je le fis réserver pour l'année suivante, avec celui des trois autres qui me parut le moins malade, et je fis abattre les deux plus faibles en octobre 1734. Je laissai deux de ces arbres exposés à l'air et aux injures du temps, et je fis conduire l'autre sous le hangar. Ils furent trouvés très-durs à la cognée, et le cœur du bois était presque sec.

Au printemps 1735, le plus vigoureux de mes deux arbres réservés donna encore quelques signes de vie; les boutons se gonflèrent, mais les feuilles ne purent se développer : l'autre me parut tout à fait mort. En effet, l'ayant fait abattre au mois de mai, je reconnus qu'il n'avait plus d'humide radical, et je le trouvai d'une très-grande dureté, tant en dehors qu'en dedans. Je fis abattre le dernier quelque temps après, et je les fis conduire tous deux au hangar, pour être soumis avec les autres à un nouveau genre d'épreuve.

Pour mieux comparer la force du bois des arbres écorcés avec celle du bois ordinaire, j'eus soin de mettre ensemble chacun des six chênes que j'avais fait amener en grume, avec un chêne écorcé, de même grosseur à peu près; car j'avais déjà reconnu par expérience que le bois dans un arbre d'une certaine grosseur était plus pesant et plus fort que le bois d'un arbre plus petit, quoique de même âge. Je fis scier tous mes arbres par pièce de quatorze pieds de longueur; j'en marquai les centres au-dessus et au-dessous; je fis tracer aux deux bouts de chaque pièce un carré de six pouces et demi, et je fis scier et enlever les quatre faces, de sorte qu'il ne me resta de chacune de ces pièces qu'une solive de quatorze pieds de longueur sur six pouces très-juste d'équarrissage : je les fis travailler à la varlope et réduire avec beaucoup de précaution à cette mesure dans toute leur longueur, et j'en fis rompre quatre de chaque espèce, afin de reconnaître leur force et d'être bien assuré de la grande différence que j'y trouvai d'abord.

La solive tirée du corps de l'arbre qui avait péri le premier après l'écorcement pesait 242 livres; elle se trouva la moins forte de toutes, et rompit sous 7940 livres. Celle de l'arbre en écorce que je lui comparai, pesait 234 livres; elle rompit sous 7320 livres. La solive du second arbre écorcé pesait 249 livres; elle plia plus que la première, et rompit sous la charge de 8362 livres. Celle de l'arbre en écorce que je lui comparai, pesait 236 livres, elle rompit sous la charge de 7385 livres. La solive de l'arbre écorcé et laissé aux injures du temps, pesait 258 livres; elle plia encore plus que la seconde, et ne rompit que sous 8926 livres. Celle de l'arbre en écorce que je lui comparai, pesait 239 livres, et rompit sous 7420 livres. Enfin la solive de mon arbre à tête légère, que j'avais toujours jugé le meilleur, se trouva

en effet peser 263 livres, et porta avant que de rompre, 9046. L'arbre que je lui comparai, pesait 238 livres, et rompit sous 7500 livres.

Les deux autres arbres écorcés se trouvèrent défectueux dans leur milieu, où il se trouva quelques nœuds, de sorte que je ne voulus pas les faire rompre; mais les épreuves ci-dessus suffisent pour faire voir que le bois écorcé et séché sur pied est toujours plus pesant et considérablement plus fort que le bois gardé dans son écorce. Ce que je vais rapporter ne laissera aucun doute sur ce fait.

Du haut de la tige de mon arbre écorcé et laissé aux injures de l'air, j'ai fait tirer une solive de six pieds de longueur et de cinq pouces d'équarrissage. Il se trouva qu'à l'une des faces il y avait un petit abreuvoir, mais qui ne pénétrait guère que d'un demi-pouce, et à la face opposée une tache large d'un pouce, d'un bois plus brun que le reste. Comme ces défauts ne me parurent pas considérables, je la fis peser et charger; elle pesait 75 livres. On la chargea, en une heure cinq minutes, de 8500 livres, après quoi elle craqua assez violemment. Je crus qu'elle allait cesser quelque temps après avoir craqué, comme cela arrivait toujours; mais ayant eu la patience d'attendre trois heures, et voyant qu'elle ne baissait ni ne pliait, je continuai à la faire charger, et au bout d'une autre heure elle rompit enfin, après avoir craqué pendant une demi-heure, sous la charge de 12745 livres. Je n'ai rapporté le détail de cette épreuve que pour faire voir que cette solive aurait porté davantage, sans les petits défauts qu'elle avait à deux de ses faces.

Une solive toute pareille, tirée du pied d'un des arbres en écorce, ne se trouva peser que 72 livres; elle était très-saine et sans aucun défaut. On la chargea en une heure trente-huit minutes; après quoi elle craqua très-légèrement, et continua de craquer de quart d'heure en quart d'heure pendant trois heures entières, et rompit au bout de ce temps sous la charge de 11889 livres.

Cette expérience est très-avantageuse au bois écorcé; car elle prouve que le bois du dessus de la tige d'un arbre écorcé, même avec des défauts assez considérables, s'est trouvé plus pesant et plus fort que le bois tiré du pied d'un autre arbre non écorcé, qui d'ailleurs n'avait aucun défaut: mais ce qui suit est encore plus favorable.

De l'aubier d'un de mes arbres écorcés, j'ai fait tirer plusieurs barreaux de trois pieds de longueur sur un pouce d'équarrissage. entre lesquels j'en ai choisi cinq des plus parfaits pour les rompre. Le premier pesait 23 onces $\frac{7}{2}$, et rompit sous 287 livres; le second pesait 23 onces $\frac{6}{2}$, et rompit sous 291 livres $\frac{1}{2}$; le troisième pesait 23 onces $\frac{4}{2}$, et rompit sous 275 livres; le quatrième pesait 23 onces $\frac{28}{2}$, et rompit sous 291 livres; et le cinquième pesait 23 onces $\frac{14}{2}$, et rompit sous 291 livres $\frac{1}{2}$. Le poids moyen est à peu près 23 onces $\frac{11}{2}$, et la charge moyenne à peu près 287 livres. Ayant fait les mêmes épreuves sur plusieurs barreaux d'aubier d'un des chênes en écorce, le poids moyen se trouva de 23 onces $\frac{2}{2}$, et la charge moyenne de 248 livres; et ensuite ayant fait aussi la même chose sur plusieurs barreaux de cœur du même chêne écorcé, le poids moyen s'est trouvé de 25 onces $\frac{10}{2}$, et la charge moyenne de 256 livres.

Ceci prouve que l'aubier du bois écorcé est non-seulement plus fort que l'aubier ordinaire, mais même beaucoup plus que le cœur de chêne non écorcé, quoiqu'il soit moins pesant que ce dernier.

Pour en être plus sûr encore, j'ai fait tirer de l'aubier d'un autre de mes arbres écorcés, plusieurs petites solives de deux pieds de longueur sur un pouce et demi d'équarrissage, entre lesquelles je ne pus en trouver que trois d'assez parfaites pour les soumettre à l'épreuve. La première rompit sous 1294 livres; la seconde, sous 1219 livres, la troisième, sous 1247 livres, c'est-à-dire au poids moyen, sous 1253 livres : mais de plusieurs solives semblables, que je tirai de l'aubier d'un autre arbre en écorce, le poids moyen de la charge ne se trouva que de 997 livres; ce qui fait une différence encore plus grande que dans l'expérience précédente.

De l'aubier d'un autre arbre écorcé et séché sur pied, j'ai fait encore tirer plusieurs barreaux de deux pieds de longueur sur un pouce d'équarrissage, parmi lesquels j'en ai choisi six qui, au poids moyen, ont rompu sous la charge de 501 livres, et il n'a fallu que 353 livres au poids moyen pour rompre plusieurs solives d'aubier d'un arbre en écorce qui portait la même longueur et le même équarrissage, et même il n'a fallu que 379 livres au poids moyen pour rompre plusieurs solives de cœur de chêne en écorce.

Enfin de l'aubier d'un de mes arbres écorcés j'ai fait tirer plusieurs barreaux d'un pied de longueur sur un pouce d'équarrissage, parmi lesquels j'en ai trouvé dix-sept assez parfaits pour être mis à l'épreuve. Ils pesaient 7 onces $\frac{29}{32}$ au poids moyen, et il a fallu, pour les rompre, la charge de 798 livres; mais le poids moyen de plusieurs barreaux d'aubier d'un de mes arbres en écorce n'était que de 6 onces $\frac{28}{32}$, et la charge moyenne qu'il a fallu pour les rompre de 629 livres, et la charge moyenne pour rompre de semblables barreaux de cœur de chêne en écorce par huit différentes épreuves, s'est trouvée de 751 livres. L'aubier des arbres écorcés et séchés sur pied est donc considérablement plus pesant que l'aubier des bois ordinaires, et beaucoup plus fort que le cœur même du meilleur bois. Je ne dois pas oublier de dire que j'ai remarqué, en faisant toutes ces épreuves, que la partie extérieure de l'aubier était celle qui résistait davantage, en sorte qu'il fallait constamment une plus grande charge pour rompre un barreau d'aubier pris à la dernière circonférence de l'arbre écorcé, que pour rompre un pareil barreau pris au-dedans. Cela est tout à fait contraire à ce qui arrive dans les arbres traités à l'ordinaire, dont le bois est plus léger et plus faible à mesure qu'il est le plus près de la circonférence. J'ai déterminé la proportion de cette diminution en pesant à la balance hydrostatique des morceaux du centre des arbres, des morceaux de la circonférence du bois parfait, et des morceaux d'aubier : mais ce n'est pas ici le lieu d'en rapporter le détail : je me contenterai de dire que, dans les arbres écorcés, la diminution de solidité du centre de l'arbre à la circonférence n'est pas, à beaucoup près, aussi sensible, et qu'elle ne l'est même point du tout dans l'aubier.

Les expériences que nous venons de rapporter sont trop multipliées pour qu'on puisse douter du fait qu'elles concourent à établir : il est donc très-certain que le

bois des arbres écorcés et séchés sur pied est plus dur, plus solide, plus pesant et plus fort que le bois des arbres abattus dans leur écorce; et de là je pense qu'on peut conclure qu'il est aussi plus durable. Des expériences immédiates sur la durée du bois seraient encore plus concluantes : mais notre propre durée est si courte, qu'il ne serait pas raisonnable de les tenter. Il en est ici comme de l'âge des souches, et en général comme d'un très-grand nombre de vérités importantes que la brièveté de notre vie semble nous dérober à jamais : il faudrait laisser à la postérité des expériences commencées ; il faudrait la mieux traiter que l'on ne nous a traités nous-mêmes : car le peu de traditions physiques que nous ont laissé nos ancêtres devient inutile par le défaut d'exactitude ou par le peu d'intelligence des auteurs, et plus encore par les faits hasardés ou faux qu'ils n'ont pas eu honte de nous transmettre.

La cause physique de cette augmentation de solidité et de force dans le bois écorcé sur pied se présente d'elle-même : il suffit de savoir que les arbres augmentent en grosseur par des couches additionnelles de nouveau bois qui se forment à toutes les séves entre l'écorce et le bois ancien. Nos arbres écorcés ne forment point de ces nouvelles couches ; et, quoiqu'ils vivent après l'écorcement, ils ne peuvent grossir. La substance destinée à former le nouveau bois se trouve donc arrêtée et contrainte de se fixer dans tous les vides de l'aubier et du cœur même de l'arbre : ce qui en augmente nécessairement la solidité, et doit par conséquent augmenter la force du bois ; car j'ai trouvé, par plusieurs épreuves, que le bois le plus pesant est aussi le plus fort.

Je ne crois pas que l'explication de cet effet ait besoin d'être plus détaillée : mais, à cause de quelques circonstances particulières qu'il reste à faire entendre, je vais donner le résultat de quelques autres expériences qui ont rapport à cette matière.

Le 18 décembre, j'ai fait enlever des ceintures d'écorce de trois pouces de largeur, à trois pieds au-dessus de terre, à plusieurs chênes de différents âges, en sorte que l'aubier paraissait à nu et entièrement découvert. J'interceptais par ce moyen le cours de la séve qui devait passer par l'écorce et le bois : cependant, au printemps suivant, ces arbres poussèrent des feuilles comme les autres, et ils leur ressemblaient en tout ; je n'y trouvai même rien de remarquable qu'au 22 de mai ; j'aperçus alors de petits bourrelets d'environ une ligne de hauteur au-dessus de la ceinture, qui sortaient d'entre l'écorce et l'aubier tout autour de ces arbres. Au-dessous de cette ceinture, il ne paraissait et il ne parut jamais rien. Pendant l'été, ces bourrelets augmentèrent d'un pouce en descendant et en s'appliquant sur l'aubier. Les jeunes arbres formèrent des bourrelets plus étendus que les vieux et tous conservèrent leurs feuilles, qui ne tombèrent que dans le temps ordinaire de leur chute. Au printemps suivant, elles reparurent un peu avant celles des autres arbres : je crus remarquer que les bourrelets se gonflèrent un peu, mais ils ne s'étendirent plus. Les feuilles résistèrent aux ardeurs de l'été, et ne tombèrent que quelques jours avant les autres. Au troisième printemps, mes arbres se parèrent encore de verdure et devancèrent les autres : mais les plus jeunes, ou plutôt les

plus petits, ne la conservèrent pas longtemps, les sécheresses de juillet les dépouillèrent; les plus gros arbres ne perdirent leurs feuilles qu'en automne, et j'en ai eu deux qui en avaient encore après le quatrième printemps : mais tous ont péri à la troisième ou dans cette quatrième année depuis l'enlèvement de leur écorce. J'ai essayé la force du bois de ces arbres; elle m'a paru plus grande que celle des bois abattus à l'ordinaire : mais la différence qui, dans les bois entièrement écorcés, est de plus d'un quart, n'est pas à beaucoup près aussi considérable ici, et même n'est pas assez sensible pour que je rapporte les épreuves que j'ai faites à ce sujet. Et en effet ces arbres n'avaient pas laissé que de grossir au-dessus de la ceinture; ces bourrelets n'étaient qu'une expansion du *liber* qui s'était formé entre le bois et l'écorce: ainsi la sève, qui, dans les arbres entièrement écorcés, se trouvait contrainte de se fixer dans les pores du bois et d'en augmenter la solidité, suivit ici sa route ordinaire, et ne déposa qu'une petite partie de sa substance dans l'intérieur de l'arbre; le reste fut employé à la formation de ce bois imparfait dont les bourrelets faisaient l'appendice et la nourriture de l'écorce, qui vécut aussi longtemps que l'arbre même. Au-dessous de la ceinture, l'écorce vécut aussi; mais il ne se forma ni bourrelets ni nouveau bois : l'action des feuilles et des parties supérieures de l'arbre pompait trop puissamment la sève pour qu'elle pût se porter vers l'écorce de la partie inférieure; et j'imagine que cette écorce du pied de l'arbre a plutôt tiré sa nourriture de l'humidité de l'air que de celle de la sève que les vaisseaux latéraux de l'aubier pouvaient lui fournir.

J'ai fait les mêmes épreuves sur plusieurs espèces d'arbres fruitiers : c'est un moyen sûr de hâter leur production; ils fleurissent quelquefois trois semaines avant les autres, et donnent des fruits hâtifs et assez bons la première année. J'ai même eu des fruits sur un poirier dont j'avais enlevé non-seulement l'écorce, mais même tout l'aubier; et ces fruits prématurés étaient aussi bons que les autres. J'ai aussi fait écorcer du haut en bas de gros pommiers et des pruniers vigoureux. Cette opération a fait mourir, dès la première année, les plus petits de ces arbres; mais les gros ont quelquefois résisté pendant deux ou trois ans : ils se couvraient, avant la saison, d'une prodigieuse quantité de fleurs, mais le fruit qui leur succédait ne venait jamais en maturité, jamais même à une grosseur considérable. J'ai aussi essayé de rétablir l'écorce des arbres, qui ne leur est que trop souvent enlevée par différents accidents, et je n'ai pas travaillé sans succès : mais cette matière est toute différente de celle que nous traitons ici, et demande un détail particulier. Je me suis servi des idées que ces expériences m'ont fait naître, pour mettre à fruit des arbres gourmands et qui poussaient trop vigoureusement en bois. J'ai fait le premier essai sur un cognassier, le 3 avril; j'ai enlevé en spirale l'écorce de deux branches de cet arbre : ces deux seules branches donnèrent des fruits, le reste de l'arbre poussa trop vigoureusement et demeura stérile. Au lieu d'enlever l'écorce, j'ai quelquefois serré la branche ou le tronc de l'arbre avec une petite corde ou de la filasse; l'effet était le même, et j'avais le plaisir de recueillir des fruits sur ces arbres stériles depuis longtemps. L'arbre en grossissant ne rompt pas le lien qui

le serre : il se forme seulement deux bourrelets, le plus gros au-dessus et le moindre au-dessous de la petite corde ; et souvent, dès la première ou la seconde année, elle se trouve recouverte et incorporée à la substance même de l'arbre.

De quelque façon qu'on intercepte donc la sève, on est sûr de hâter les productions des arbres, surtout l'épanouissement des fleurs et la production des fruits. Je ne donnerai pas l'explication de ce fait ; on la trouvera dans la *Statique des végétaux*. Cette interception de la sève dureit aussi le bois, de quelque façon qu'on la fasse ; et plus elle est grande, plus le bois devient dur. Dans les arbres entièrement écorcés, l'aubier ne devient si dur que parce qu'étant plus poreux que le bois parfait, il tire la sève avec plus de force et en plus grande quantité. L'aubier extérieur la pompe plus puissamment que l'aubier intérieur ; tout le corps de l'arbre tire jusqu'à ce que les tuyaux capillaires se trouvent remplis et obstrués. Il faut une plus grande quantité de parties fixes de la sève pour remplir la capacité des larges pores de l'aubier que pour achever d'occuper les petits interstices du bois parfait : mais tout se remplit à peu près également ; et c'est ce qui fait que dans ces arbres la diminution de la pesanteur et de la force du bois, depuis le centre à la circonférence, est bien moins considérable que dans les arbres revêtus de leur écorce ; et ceci prouve en même temps que l'aubier de ces arbres écorcés ne doit plus être regardé comme imparfait, puisqu'il a acquis en une année ou deux, par l'écorcement, la solidité et la force qu'autrement il n'aurait acquise qu'en douze ou quinze ans ; car il faut à peu près ce temps dans les meilleurs terrains pour transformer l'aubier en bois parfait. On ne sera donc pas contraint de retrancher l'aubier comme on l'a toujours fait jusqu'ici, et de le rejeter : on emploiera les arbres dans toute leur grosseur ; ce qui fait une différence prodigieuse, puisque l'on aura souvent quatre solives dans un pied d'arbre duquel on n'aurait pu en tirer que deux : un arbre de quarante ans pourra servir à tous les usages auxquels on emploie un arbre de soixante ans ; en un mot, cette pratique aisée donne le double avantage d'augmenter non-seulement la force et la solidité, mais encore le volume du bois.

Mais, dira-t-on, pourquoi l'ordonnance a-t-elle défendu l'écorcement avec tant de sévérité ? n'y aurait-il pas quelque inconvénient à le permettre, et cette opération ne fait-elle pas périr les souches ? Il est vrai qu'elle leur fait tort : mais ce tort est bien moindre qu'on ne l'imagine, et d'ailleurs il n'est que pour les jeunes souches, et n'est sensible que dans les taillis. Les vues de l'ordonnance sont justes à cet égard, et sa sévérité sage : les marchands de bois font écorcer les jeunes chênes dans les taillis, pour vendre l'écorce, qui s'emploie à tanner les cuirs ; c'est là le seul motif de l'écorcement. Comme il est plus aisé d'enlever l'écorce lorsque l'arbre est sur pied qu'après qu'il est abattu, et que de cette façon un plus petit nombre d'ouvriers peut faire la même quantité d'écorces, l'usage d'écorcer sur pied se serait rétabli souvent, sans la rigueur des lois : or, pour un très-léger avantage, pour une façon un peu moins chère d'enlever l'écorce, on faisait un tort considérable aux souches. Dans un canton que j'ai fait écorcer et sécher sur pied,

j'en ai compté plusieurs qui ne repoussaient plus, quantité d'autres qui repoussaient plus faiblement que les souches ordinaires : leur langueur a même été durable ; car, après trois ou quatre ans, j'ai vu leurs rejetons ne pas égaler la moitié de la hauteur des rejetons ordinaires de même âge. La défense d'écorcer sur pied est donc fondée en raison ; il conviendrait seulement de faire quelques exceptions à cette règle trop générale. Il en est tout autrement des futaies que des taillis : il faudrait permettre d'écorcer les baliveaux et tous les arbres de service ; car on sait que les futaies abattues ne repoussent presque rien ; que plus un arbre est vieux lorsqu'on l'abat, moins sa souche épuisée peut produire. Ainsi, soit qu'on écorce ou non, les souches des arbres de service produisent peu lorsqu'on aura attendu le temps de la vieillesse de ces arbres pour les abattre. A l'égard des arbres de moyen âge qui laissent ordinairement à leur souche la force de reproduire, l'écorcement ne la détruit pas ; car, ayant observé les souches de mes six arbres écorcés et séchés sur pied, j'ai eu le plaisir d'en voir quatre couverts d'un assez grand nombre de rejetons : les deux autres n'ont poussé que faiblement ; et ces deux souches sont précisément celles des deux arbres qui, dans le temps de l'écorcement, étaient moins en sève que les autres. Trois ans après l'écorcement, tous ces rejetons avaient trois à quatre pieds de hauteur ; et je ne doute pas qu'ils ne se fussent élevés bien plus haut si le taillis qui les environne, et qui les a devancés, ne les eût privés des influences de l'air libre, si nécessaire à l'accroissement de toutes les plantes.

Ainsi l'écorcement ne fait pas autant de mal aux souches qu'on le pourrait croire. Cette crainte ne doit pas empêcher l'établissement de cet usage facile et très-avantageux : mais il faut le restreindre aux arbres destinés pour le service, et il faut choisir le temps de la plus grande sève pour faire cette opération ; car alors les canaux sont plus ouverts, la force de succion est plus grande, les liqueurs coulent plus aisément, passent plus librement, et par conséquent les tuyaux capillaires conservent plus longtemps leur puissance d'attraction, et tous les canaux ne se ferment que longtemps après l'écorcement : au lieu que, dans les arbres écorcés avant la sève, le chemin des liqueurs ne se trouve pas frayé, et, la route la plus commode se trouvant rompue avant que d'avoir servi, la sève ne peut se faire passage aussi facilement ; la plus grande partie des canaux ne s'ouvre pas pour la recevoir, son action pour y pénétrer est impuissante, et ces tuyaux sevrés de nourriture sont obstrués faute de tension : les autres ne s'ouvrent jamais autant qu'ils l'auraient fait dans l'état naturel de l'arbre ; et à l'arrivée de la sève, ils ne présentent que de petits orifices qui, à la vérité, doivent pomper avec beaucoup de force, mais qui doivent toujours être plus tôt remplis et obstrués que les tuyaux ouverts et distendus des arbres que la sève a humectés et préparés avant l'écorcement : c'est ce qui a fait que, dans nos expériences, les deux arbres qui n'étaient pas aussi en sève que les autres ont péri les premiers, et que leurs souches n'ont pas eu la force de reproduire. Il faut donc attendre le temps de la plus grande sève pour écorcer : on gagnera encore à cette attention une facilité très-grande de faire

cette opération, qui, dans un autre temps, ne laisserait pas d'être assez longue, et qui, dans cette saison de la sève, devient un très-petit ouvrage, puisqu'un seul homme, monté au-dessus d'un grand arbre, peut l'écorcer du haut en bas en moins de deux heures. Je n'ai pas eu occasion de faire les mêmes épreuves sur d'autres bois que le chêne, mais je ne doute pas que l'écorcement et le desséchement sur pied ne rendent tous les bois, de quelque espèce qu'ils soient plus compactes et plus fermes.

ARTICLE II.

EXPÉRIENCES SUR LE DESSÈCHEMENT DU BOIS A L'AIR, ET SUR SON IMBIBITION DANS L'EAU.

PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

Pour reconnaître le temps et la gradation du desséchement.

Le 22 mai 1733, j'ai fait abattre un chêne âgé d'environ quatre-vingt-dix ans; je l'ai fait scier et équarrir tout de suite, et j'en ai fait tirer un bloc en forme de parallépipède de quatorze pouces deux lignes et demie de hauteur, de huit pouces deux lignes d'épaisseur, et neuf pouces cinq lignes de largeur. Je m'étais trouvé réduit à ces mesures, parce que je ne voulais me servir que du bois parfait qu'on appelle *le cœur*, et que j'avais fait enlever exactement tout l'aubier ou bois blanc. Ce morceau de cœur de chêne pesait d'abord 45 livres 10 onces; ce qui revient à très-peu près à 72 livres 3 onces le pied cube.

TABLE DU DESSÈCHEMENT DE CE MORCEAU DE BOIS.

NOTA. — Il était sous un hangar à l'abri du soleil.

ANNÉES MOIS ET JOURS.	POIDS DU BOIS.	ANNÉES MOIS ET JOURS.	POIDS DU BOIS.	ANNÉES MOIS ET JOURS.	POIDS DU BOIS.
1733.	liv. onc.	1734.	liv. onc.	1735.	liv. onc.
Mai, 23.	. 45 10	Janv., 12, variable..	. 35 3 1/4	Sept., 26.	. 32 1 1/2
24.	. 45 1	26, gelée.	. 35 1 1/2	Oct., 26.	. 32 1
25.	. 44 10	Fév., 9, pluie.	. 35 1 1/4	Nov., 26.	. 32 3
26.	. 44 5	23, vent.	. 35 3/4	Déc., 26.	. 32 5 1/2
27.	. 44 1/4	Mars, 9, temps doux.	. 34 15 3/4	1736.	
28.	. 43 11 3/4	23, pluie.	. 34 15 1/4	Fév. 26.	. 32 1
29.	. 43 7 3/4	Avril, 26.	. 34 10	Mai, 27.	. 32
30.	. 43 4	Mai, 26.	. 34 7	août, 26.	. 31 13
Juin, 2.	. 42 11	Juin, 26.	. 33 14	1737.	
6.	. 42 1	Juil., 26.	. 33 6 1/2	Fév., 26.	. 31 10 1/2
10.	. 41 6	août, 26.	. 33	1738.	
14.	. 40 14	Sept., 26.	. 32 11	Id 27.	. 31 7
18.	. 40 7	Oct., 26.	. 32 7	1739.	
26.	. 39 15	Nov., 26.	. 32 11	Id., 26.	. 31 5 1/4
Juil., 4.	. 39 8	Déc., 26.	. 32 12 1/2	1740.	
16.	. 38 12	1735.		Id., 25.	. 31 3
26.	. 38 6	Janv., 26.	. 32 12	1741.	
août, 26.	. 37 3	Fév., 26.	. 32 12 1/2	Id., 26.	. 31 1 1/2
Sept., 26.	. 36 1	Mars, 26.	. 32 13	1742.	
Oct 26, temps sec.	. 35 5	Avril, 26.	. 32 8	Id., 26.	. 31 1
Nov., 3, sec.	. 35 4 1/4	Mai, 26.	. 32 7	1743.	
17, pluie.	. 35 4	Juin, 26.	. 32 6	Id., 26.	. 31 1
Déc., 1 ^{er} , pluie.	. 35 4	Juil., 26.	. 32 4	1744.	
15, gelée.	. 35 3 1/4	août, 26.	. 32 1/4	Id., 26.	. 31 1 1/4
29, humide..	. 35 3 1/4				

Cette table contient, comme l'on voit, la quantité et la proportion du dessèchement pendant dix années consécutives. Dès la septième année, le dessèchement était entier. Ce morceau de bois qui pesait d'abord 45 livres 10 onces, a perdu en se desséchant 14 livres 8 onces, c'est-à-dire près d'un tiers de son poids. On peut remarquer qu'il a fallu sept ans pour son dessèchement entier, mais qu'en onze jours il a été sec au quart, et qu'en deux mois il a été à moitié sec, puisqu'au 2 juin il avait déjà perdu 3 livres 9 onces, et qu'au 26 juillet 1733 il avait déjà perdu 7 livres 4 onces, et qu'enfin il était aux trois quarts sec au bout de dix mois. On doit observer aussi que, dès que ce morceau a été sec aux deux tiers ou environ, il repompait autant et même plus d'humidité qu'il n'en exhalait.

DEUXIÈME EXPÉRIENCE

Pour comparer le temps et la gradation du dessèchement.

Le 22 mai 1734, j'ai fait seier dans le tronc du même arbre qui m'avait servi à l'expérience précédente un bloc dont j'ai fait tirer un morceau tout pareil au premier, et qu'on a réduit exactement aux mêmes dimensions. Ce tronc d'arbre était depuis un an, c'est-à-dire depuis le 22 mai 1733, exposé aux injures de l'air; on l'avait laissé dans son écorce; et pour l'empêcher de pourrir on avait eu soin de retourner le tronc de temps en temps. Ce second morceau de bois a été pris tout au près et au-dessous du premier.

TABLE DU DESSÈCHEMENT DE CE MORCEAU.

ANNÉES MOIS ET JOURS.	POIDS DU BOIS.	ANNÉES MOIS ET JOURS.	POIDS DU BOIS.	ANNÉES MOIS ET JOURS.	POIDS DU BOIS.
1734.	liv. onc.	1734.	liv. onc.	1736.	liv. onc.
Mai, 23, à 8 h. du mat.	42 8	Sept., 26.	35 10	Mai, 26.	32 6
24, <i>Id.</i>	42	Oct., 26.	35 1 1/4	Août, 26.	32 1/2
22, à 8 h. du soir.	41 12 1/2	Nov., 26.	35 3 1/4	1737.	
25, à 8 h. du mat.	41 10 1/2	Déc., 26.	35 4 1/2	Fév., 26.	32
23, <i>Id.</i>	41 6	1735.		1738.	
27.	41 3 1/4	Janv., 26.	35 2 1/4	<i>Id.</i> 26.	31 13 1/2
28.	40 15 1/4	Fév., 26.	35 1	1739.	
29.	40 13 1/4	Mars, 26.	35 1/4	<i>Id.</i> , 26.	31 10 1/4
30.	40 1	Avril, 26.	34 11	1740.	
Juin, 2.	40 7	Mai, 26.	34 5	<i>Id.</i> , 26.	31 8
6.	40 1 1/4	Juin, 26.	34 1	1741.	
10.	39 10 1/4	Juil., 26.	33 11	<i>Id.</i> , 26.	31 6
14.	39 5 1/4	Août, 26.	32 2 1/2	1742.	
18.	39 1 1/4	Sept., 26.	32 14	<i>Id.</i> , 26.	31 5
26.	38 12	Oct., 26.	32 14 1/2	1743.	
Juil., 4.	37 15 3/4	Nov., 26.	32 15 1/4	<i>Id.</i> , 26.	31 4 1/8
16.	37 7	Déc., 26.	33 1/4	1744.	
26.	37 3 3/4	1736.		<i>Id.</i> , 26.	31 4
Août, 26.	36 6 1/4	Fév., 26.	32 13		

En comparant cette table avec la première, on voit qu'en une année entière le bois en grume ne s'est pas plus desséché que le bois travaillé ne s'est desséché en

onze jours. On voit de plus qu'il a fallu huit ans pour l'entier desséchement de ce morceau de bois qui avait été conservé en grume et dans son écorce pendant un an; au lieu que le bois travaillé d'abord s'est trouvé entièrement sec au bout de sept ans. Je suppose que ce morceau de bois pesait autant et peut-être un peu plus que le premier, et cela lorsqu'il était en grume et que l'arbre venait d'être abattu, le 23 mai 1733, c'est-à-dire qu'il pesait 45 livres 10 ou 12 onces. Cette supposition est fondée, parce qu'on a coupé et travaillé ce morceau de bois de la même façon et exactement sur les mêmes dimensions, et qu'au bout de dix années, et après son desséchement entier, il s'est trouvé ne différer du premier que de trois onces; ce qui est une bien petite différence, et que j'attribue à la solidité ou densité du premier morceau, parce que le second avait été pris immédiatement au-dessous du premier, du côté du pied de l'arbre. Or, on sait que plus on approche du pied de l'arbre, plus le bois a de densité. A l'égard du desséchement de ce morceau de bois, depuis qu'il a été travaillé, on voit qu'il a fallu sept ans pour le dessécher entièrement comme le premier morceau, qu'il a fallu vingt jours pour dessécher au quart ce second morceau, deux mois et demi environ pour le dessécher à moitié, et treize mois pour le dessécher aux trois quarts. Enfin, on voit qu'il s'est réduit, comme le premier morceau aux deux tiers environ de sa pesanteur.

Il faut remarquer que cet arbre était en sève lorsqu'on le coupa le 23 mai 1733, et que, par conséquent, la quantité de la sève se trouve, par cette expérience, être un tiers de la pesanteur du bois, et qu'ainsi il n'y a dans le bois que deux tiers de parties solides et ligneuses et un tiers de parties liquides, et peut-être moins, comme on le verra par la suite de ces expériences. Ce desséchement et cette perte considérable de pesanteur n'ont rien changé au volume; les deux morceaux de bois ont encore les mêmes dimensions, et je n'y ai remarqué ni raccourcissement ni rétrécissement: ainsi la sève est logée dans les interstices des parties ligneuses; et ces interstices restent vides et les mêmes après l'évaporation des parties humides qu'ils contiennent.

On n'a point observé que ce bois, quoique coupé en pleine sève, ait été piqué des vers; il est très-sain, et les deux morceaux ne sont gercés ni l'un ni l'autre.

TROISIÈME EXPÉRIENCE.

Pour reconnaître si le desséchement se fait proportionnellement aux surfaces.

Le 8 avril 1733, j'ai fait enlever par un menuisier un petit morceau de bois blanc ou aubier d'un chêne qui venait d'être abattu: et tandis qu'on le façonnait en forme de parallépipède, un autre menuisier en façonnait un autre morceau en forme de petites planches d'égale épaisseur. Sept de ces petites planches se trouvèrent peser autant que le premier morceau, et la superficie de ce morceau était à celle des planches comme 10 est à 34, à peu près.

TABLE DE LA PROPORTION DU DESSÈCHEMENT.

NOTA. — Les pesanteurs ont été prises par le moyen d'une balance qui penchait à un quart de grain.

ANNÉE, MOIS ET JOURS.	POIDS du seul morceau.	POIDS des sept morceaux.	ANNÉE, MOIS ET JOURS.	POIDS du seul morceau.	POIDS des sept morceaux.	ANNÉE, MOIS ET JOURS.	POIDS du seul morceau.	POIDS des sept morceaux.
1734, Avril.	grains.	grains.	1734, Avril.	grains.	grains.	1734, Mai.	grains.	grains.
8 à 2 h. du s.	2189..	2189	22, variable.	1564..	1481	29, vent et		
8 à 10 h. du s.	2130..	1981	23, chaud.	1556..	1485	pluie..	1503..	1466
9 à 10 h. du s.	2070..	1851	24.	1550 1/2	1486	Juin.		
10, <i>Id.</i>	1973..	1712	25, sec..	1543..	1482	6, pluie..	1517..	1489
11.	1887..	1628	26, <i>Id.</i>	1532 1/2	1479	Juillet.		
12.	1825..	1589	27, <i>Id.</i>	1518 1/2	1458	46, beau.	1507..	1479
13, tems sec.	1778 1/2	1565	28, <i>Id.</i>	1509..	1449 1/2	Août.		
14, sec..	1741..	1540 1/2	29, vent.	1504..	1447 1/2	6, sec..	1500..	1468
15, <i>Id.</i>	1708..	1525 1/2	30, pluie..	1504..	1441	10, <i>Id.</i>	1489..	1461
16, <i>Id.</i>	1684..	1518	Mai.			12, <i>Id.</i>	1479..	1450
17, <i>Id.</i>	1656 1/2	1505 1/2	1 ^{er} , humide..	1507..	1468	14, <i>Id.</i>	1470..	1448
18, <i>Id.</i>	1630..	1502	5, pluie..	1512..	1478	15, <i>Id.</i>	1461..	1460 1/2
19, couvert..	1608 1/2	1497 1/2	9, beau..	1510 1/2	1475	16, pluie	1464..	1468
20, humide..	1590..	1493	13, humide..	1511..	1476	17, beau..	1463..	1450
21.	1576..	1486	21, beau.	1504 1/2	1465			

Avant que d'examiner ce qui résulte de cette expérience, il faut observer qu'il fallait quatre cent quatre-vingt douze des grains dont je me suis servi pour faire une once; et que le pied cube de ce bois qui était de l'aubier, pesait à peu près 66 livres, que le morceau dont je me suis servi contenait à peu près sept pouces cubiques, et chaque petit morceau un pouce, et que les surfaces étaient comme 10 est à 34. En consultant la table, on voit que le dessèchement dans les huit premières heures est pour le morceau seul, de 59 grains, et pour les sept morceaux, de 208 grains. Ainsi la proportion du dessèchement est plus grande que celle des surfaces, car le morceau perdant 59, les sept morceaux n'auraient dû perdre que $200 \frac{3}{5}$. Ensuite on voit que, depuis dix heures du soir jusqu'à sept heures du matin, le morceau seul a perdu 60 grains, et que les sept morceaux en ont perdu 130; et que, par conséquent, le dessèchement, qui d'abord était trop grand proportionnellement aux surfaces, est maintenant trop petit, parce qu'il aurait fallu, pour que la proportion fût juste, que, le morceau seul perdant 60, les sept morceaux eussent perdu 204, au lieu qu'ils n'ont perdu que 130.

En comparant le terme suivant, c'est-à-dire le quatrième de la table, on voit que cette proportion diminue très-considérablement, en sorte que les sept morceaux ne perdent que très-peu en comparaison de leur surface; et, dès le cinquième terme, il se trouve que le morceau seul perd plus que les sept morceaux, puisque son dessèchement est de 93 grains, et que celui des sept morceaux n'est que de 84 grains. Ainsi, le dessèchement se fait ici d'abord dans une proportion un peu plus grande que celle des surfaces, ensuite dans une proportion plus petite; et enfin, il devient plus grand où la surface est la plus petite. On voit qu'il n'a fallu que cinq jours pour dessécher les sept morceaux, au point que le morceau seul perdait plus ensuite que les sept morceaux.

On voit aussi qu'il n'a fallu que vingt-un jours aux sept morceaux pour se dessécher entièrement, puisqu'au 29 avril ils ne pesaient plus que 1447 grains $\frac{1}{2}$, ce qui est le plus grand degré de légèreté qu'ils aient acquis; et qu'en moins de vingt-quatre heures ils étaient à moitié secs, au lieu que le morceau seul ne s'est entièrement desséché qu'en quatre mois et sept jours, puisque c'est au 15 août que se trouve sa plus grande légèreté, son poids n'étant alors que de 1461 grains, et qu'en trois fois vingt-quatre heures, il était à moitié sec. On voit aussi, que les sept morceaux ont perdu, par le desséchement, plus d'un tiers de leur pesanteur, et le morceau seul à très-peu près le tiers.

QUATRIÈME EXPÉRIENCE

Sur le même sujet que la précédente.

Le 9 avril 1734, j'ai fait prendre dans le tronc d'un chêne qui avait été coupé et abattu trois jours auparavant, un morceau de bois en forme de cylindre, dont j'avais déterminé la grosseur en mettant la pointe du compas dans le centre des couches annuelles, afin d'avoir la partie la plus solide de cet arbre, qui avait plus de soixante ans. J'ai fait seier en deux ce cylindre pour avoir deux cylindres égaux, et j'ai fait seier de la même façon en trois l'un de ces cylindres. La superficie des trois morceaux cylindriques était à la superficie du cylindre, dont ils n'avaient que le tiers de la hauteur, comme 43 est à 27, et le poids était égal; en sorte que le cylindre seul pesait, aussi bien que les trois cylindres, 28 onces $\frac{1}{10}$, et ils auraient pesé environ une livre 14 onces si on les eût travaillés le jour même que l'arbre a été abattu.

TABLE DU DESSÉCHEMENT DE CES MORCEAUX DE BOIS.

ANNÉE, MOIS ET JOURS.	POIDS du seul morceau.	POIDS des trois morceaux.	ANNÉE, MOIS ET JOURS.	POIDS du seul morceau.	POIDS des trois morceaux.	ANNÉE, MOIS ET JOURS.	POIDS du seul morceau.	POIDS des trois morceaux.
1734. Avril.	onces.	onces.	1734. Avril.	onces.	onces.	1734. Juin.	onces.	onces.
9 à 10 h. du m.	28 13/16	28 13/16	26.	24 7/32	22 23/32	2.	21 18/32	20 11/32
10 à 6 h. du m.	28 10/16	28 6/16	27.	24	21 11/32	6.	21 18/32	20 14/32
11, Id.	28 4/16	27 13/16	28.	23 25/32	22 6/32	14.	21 13/32	20 13/32
12.	27 15/16	27 6/16	29.	23 22/32	22 1/32	26.	21 7/32	20 14/32
13.	27 10/16	26 15/16	30 ..	23 17/32	21 25/32	Juillet.		
14.	27 4/16	26 7/16	Mai.			26.	21 26/32	20 10/32
15.	26 31/32	26 1/32	1 ^{er} ..	23 15/32	21 25/32	août.		
16.	26 22/32	25 20/32	2.	23 11/32	21 23/32	26.	20 25/32	20 9/32
17.	26 10/32	25 6/32	3.	23 11/32	21 19/32	Septembre.		
18.	26	24 21/32	5.	23 8/32	21 17/32	26.	20 20/32	20 8/32
19.	25 24/32	24 11/32	9.	22 28/32	21 7/32	Octobre.		
20.	25 17/32	23 4/32	13.	22 21/32	21 1/32	26.	20 28/32	20 19/32
21.	25 3/32	25 25/32	17.	22 16/32	20 25/32	Novembre.		
22.	24 29/32	23 18/32	21.	22 2/32	20 19/32	26.	21 3/32	20 30/32
23.	24 25/32	23 8/32	25.	21 29/32	20 16/32	Décembre.		
24.	24 19/32	23 6/32	29.	21 23/32	20 13/32	26.	21 2/32	20 30/32
25.	24 14/32	22 31/32						

On voit par cette expérience, comparée avec la précédente, que le bois du centre ou cœur de chêne ne se dessèche pas tout à fait autant que l'aubier, en supposant même que les morceaux eussent pesé 30 onces au lieu de 28 $\frac{1}{16}$, et cela à cause du desséchement qui s'est fait pendant trois jours, depuis le 6 avril qu'on a abattu l'arbre dont ces morceaux ont été tirés jusqu'au 9 du même mois, jour auquel ils ont été tirés du centre de l'arbre et travaillés. Mais en partant de 28 onces $\frac{1}{16}$, ce qui était leur poids réel, on voit que la proportion du desséchement est d'abord beaucoup plus grande que celle des surfaces, car le morceau seul ne perd le premier jour que $\frac{5}{16}$ d'once, et les trois morceaux perdent $\frac{7}{16}$, au lieu qu'ils n'auraient dû perdre que $\frac{4}{16} + \frac{5}{9} \times 16$. En prenant le desséchement du second jour on voit que le morceau seul a perdu $\frac{4}{16}$, et les trois morceaux $\frac{9}{16}$, et que par conséquent il est à très-peu près dans la même proportion avec les surfaces qu'il était le jour précédent, et la différence est en diminution. Mais dès le troisième jour, le desséchement est en moindre proportion que celle des surfaces; car les surfaces étant 27 et 43, les desséchements seraient comme 5 et 7 $\frac{2}{7}$, s'ils étaient en même proportion; au lieu que les desséchements sont comme 5 et 7, ou $\frac{1}{16}$ et $\frac{7}{16}$. Ainsi, dès le troisième jour, le desséchement, qui d'abord s'était fait dans une plus grande proportion que celle des surfaces, devient plus petit, et au douzième jour le desséchement des trois morceaux est égal à celui du morceau seul; et ensuite les trois morceaux continuent à perdre moins que le morceau seul. Ainsi le desséchement se fait comme dans l'expérience précédente, d'abord dans une plus grande raison que celle des surfaces, ensuite dans une moindre proportion; et enfin il devient absolument moindre pour la surface plus grande. L'expérience suivante confirmera encore cette espèce de règle sur le desséchement du bois.

CINQUIÈME EXPÉRIENCE.

J'ai pris dans le même arbre qui m'avait servi à l'expérience précédente deux morceaux cylindriques de cœur de chêne, tous deux de quatre pouces deux lignes de diamètre, et d'un pouce quatre lignes d'épaisseur. J'ai divisé l'un de ces morceaux en huit parties par huit rayons tirés du centre, et j'ai fait fendre ce morceau en huit, selon la direction de ces rayons. Suivant ces mesures la superficie des huit morceaux est à très-peu près double de celle du seul morceau, et ce morceau seul, aussi bien que les huit morceaux, pesaient chacun 11 onces $\frac{1}{16}$, ce qui revient à très-peu près à 70 livres le pied cube. Voici la table de leur desséchement. On doit observer, comme dans l'expérience précédente, qu'il y avait trois jours que l'arbre dont j'ai tiré ces morceaux de bois était abattu, et que par conséquent la quantité totale du desséchement doit être augmentée de quelque chose.

TABLE DU DESSÈCHEMENT D'UN MORCEAU DE BOIS ET DE HUIT MORCEAUX

DESQUELS LA SUPERFICIE ÉTAIT DOUBLE DE CELLE DU PREMIER MORCEAU,
LE POIDS ÉTANT LE MÊME.

ANNÉE, MOIS ET JOURS.	POIDS du seul morceau.	POIDS des huit morceaux.	ANNÉE, MOIS ET JOURS.	POIDS du seul morceau.	POIDS des huit morceaux.	ANNÉE, MOIS ET JOURS.	POIDS du seul morceau.	POIDS des huit morceaux.
1734. Avril.	onces.	onces.	1734. Avril.	onces.	onces.	1734. Mai.	onces.	onces.
9 à 8 h. du s.	11 11/16	11	25.	9 7/32	8 17/32	29. . .	8 5/32	8 4/32
10 à 6 h. du m.	11 19/32	11 11/16	26.	9 5/32	8 11/32	Juin.		
11 même heure	11 11/32	11 14/32	27.	9 1/32	8 12/32	6.	8 6/32	8 6/32
12.	11 4/32	11 23/32	28.	8 30/32	8 9/32	26.	8 5/32	8 7/32
13.	10 30/32	10 14/32	29.	8 29/32	8 7/32	Juillet.		
14.	10 25/32	10 5/32	30.	8 27/32	8 7/32	26.	8 4/32	8 5/32
15.	10 19/32	9 28/32	Mai.			Août.		
16.	10 13/32	9 19/32	1 ^{er}	8 26/32	8 26/32	26.	8 3/32	8 5/32
17.	10 7/32	9 11/32	2.	8 25/32	8 7/32	Septembre.		
18.	10 1/32	9 7/32	3.	8 21/32	8 7/32	26.	8 3/32	8 5/32
19.	9 26/32	9 1/32	5.	8 21/32	8 7/32	Octobre.		
20.	9 24/32	8 21/32	9.	8 19/32	8 7/32	26.	8 5/32	8 9/32
21.	9 26/32	8 29/32	13.	8 16/32	8 7/32	Novembre.		
22.	9 11/32	8 23/32	17.	8 13/32	8 6/32	26.	8 7/32	8 13/32
23.	9 17/32	8 21/32	21.	8 9/32	8 7/32	Décembre.		
24 à 6 h. du m.	9 10/32	8 19/32	25.	8 7/32	8 4/32	26	8 7/32	9 13/32

On voit ici, comme dans les expériences précédentes, que la proportion du dessèchement est d'abord beaucoup plus grande que celle des surfaces, ensuite moindre, puis beaucoup moindre, et enfin que la plus petite surface vient bientôt à perdre plus que la grande.

On peut observer aussi, par les derniers termes de cette table, qu'après le dessèchement entier, au 25 août, ces morceaux de bois ont augmenté de pesanteur par l'humidité des mois de septembre, octobre et novembre, et que cette augmentation s'est faite proportionnellement aux surfaces.

SIXIÈME EXPÉRIENCE

Pour comparer le dessèchement du bois parfait, qu'on appelle LE CŒUR, avec le dessèchement du bois imparfait, qu'on appelle L'AUBIER.

Le 1^{er} avril 1734 j'ai fait tirer d'un corps du chêne abattu la veille, deux parallépipèdes, l'un de cœur et l'autre d'aubier, qui pesaient tous deux 6 onces $\frac{1}{4}$: ils étaient de même figure; mais le morceau d'aubier était d'environ un quinzième plus gros que le morceau de cœur, parce que la densité du cœur de chêne nouvellement abattu est à très-peu près d'une quinzième partie plus grande que la densité de l'aubier.

TABLE DU DESSÈCHEMENT DE CES MORCEAUX DE BOIS.

ANNÉE, MOIS ET JOURS.	POIDS du cœur de chêne.	POIDS du morceau d'aubier.	ANNÉE, MOIS ET JOURS.	POIDS du cœur de chêne.	POIDS du morceau d'aubier.	ANNÉE, MOIS ET JOURS.	POIDS du cœur de chêne.	POIDS du morceau d'aubier.
1734. Avril.	onces.	onces.	1734. Avril.	onces.	onces.	1734. Mai.	onces.	onces.
1 ^{er} à midi.	6 1/4	6 1/4	19.	5 14/64	4 46/64	25. . .	4 35/64	4 10/64
2.	6 3/32	6 1/32	20.	5 10/64	4 44/64	Juin.		
3.	6 1/32	5 30/32	21.	5 6/64	4 40/64	2.	4 32/64	4 8/64
4.	5 31/32	5 26/32	22.	5 4/64	4 36/64	10.	4 32/64	4 8/64
5.	5 29/32	5 22/32	23.	5	4 34/64	26. . .	4 32/64	4 8/64
6.	5 28/32	5 20/32	24.	5 63/64	4 32/64	Juillet.		
7.	5 25/32	5 15/32	25.	4 62/64	4 30/64	26. . .	4 32/64	4 8/64
8.	5 22/32	5 9/32	26.	4 59/64	4 28/64	Août.		
9.	5 18/32	5 5/32	27.	4 58/64	4 28/64	26. . .	4 31/64	4 7/64
10.	5 17/32	5 3/32	28.	4 54/64	4 24/64	Septembre.		
11.	5 16/32	5 3/64	29.	4 52/64	4 26/64	26. . .	4 30/64	4 6/64
12.	5 15/32	5	30.	4 50/64	4 20/64	Octobre.		
13.	5 29/64	4 63/64	Mai.			26.	4 34/64	4 10/64
14.	5 26/64	4 60/64	1 ^{er} ..	4 50/64	4 20/64	Novembre.		
15.	5 25/64	4 58/64	5.	4 46/64	4 18/64	26.	4 37/64	4 15/64
16.	5 24/64	4 56/64	9.	4 45/64	4 13/64	Décembre.		
17.	5 20/64	4 52/64	13.	4 42/64	4 14/64	26.	4 37/64	4 14/64
18.	5 18/64	4 50/64	17.	4 40/64	4 12/64			

On voit, par cette table, que sur 6 onces $\frac{1}{4}$ la quantité totale du dessèchement du morceau de cœur de chêne est 1 once $\frac{25}{32}$, et que la quantité totale du dessèchement du morceau d'aubier est de 2 onces $\frac{5}{32}$; de sorte que ces quantités sont entre elles comme 57 est à 69, et comme $14 \frac{1}{4}$ est à $16 \frac{1}{4}$; ce qui n'est pas fort différent de la proportion de densité du cœur et de l'aubier, qui est de 15 à 14. Cela prouve que le bois le plus dense est aussi celui qui se dessèche le moins. J'ai fait d'autres expériences qui confirment ce fait. Un morceau cylindrique d'alizier, qui pesait 15 onces $\frac{1}{2}$ le 1^{er} avril 1734, ne pesait plus que 10 onces $\frac{1}{2}$ le 26 septembre suivant, et par conséquent ce morceau avait perdu plus d'un tiers de son poids. Un morceau cylindrique de bouleau qui pesait 7 onces $\frac{1}{2}$ le même jour 1^{er} avril, ne pesait plus que 4 onces $\frac{2}{3}$ le 26 septembre suivant. Ces bois sont plus légers que le chêne, et perdent aussi un peu plus par le dessèchement; mais la différence n'est pas grande, et on peut prendre pour règle générale de la quantité du dessèchement dans les bois de toute espèce, la diminution d'un tiers de leur pesanteur, en comptant du jour que le bois a été abattu.

On voit encore, par l'expérience précédente, que l'aubier se dessèche d'abord beaucoup plus promptement que le cœur de chêne; car l'aubier était déjà à la moitié de son dessèchement au bout de sept jours, et il a fallu vingt-quatre jours au morceau de cœur pour se dessécher à moitié; et par une table que je ne donne pas ici pour ne pas grossir ce mémoire, je vois que l'alizier avait en huit jours acquis la moitié de son dessèchement, et le bouleau en sept jours: d'où l'on doit conclure que la quantité qui s'évapore par le dessèchement, dans les différentes

espèces de bois, est à peu près proportionnelle à leur densité; mais que le temps nécessaire pour que les bois acquièrent un certain degré de dessèchement, par exemple celui qui est nécessaire pour qu'on les puisse travailler aisément; que ce temps, dis-je, est bien plus long pour les bois pesants que pour les bois légers, quoiqu'ils arrivent à perdre à peu près également un tiers et plus de leur pesanteur.

SEPTIÈME EXPÉRIENCE.

Le 26 février 1744, j'ai fait exposer au soleil les deux morceaux de bois qui m'ont servi aux deux premières expériences, et que j'ai gardés pendant vingt ans. Le plus ancien de ces morceaux, c'est-à-dire celui qui a servi à la première expérience sur le dessèchement, pesait, le 26 février 1744, 31 livres 1 once 2 gros; et l'autre, c'est-à-dire celui qui avait servi à la seconde expérience, pesait le même jour, 26 février 1744, 31 livres 4 onces: ils avaient d'abord été desséchés à l'air pendant dix ans; ensuite ayant été exposés au soleil depuis le 26 février jusqu'au 8 mars, et toujours garantis de la pluie, ils se desséchèrent encore, et ne pesaient plus, le premier, que 30 livres 3 onces 4 gros, et le second 30 livres 6 onces 2 gros. Pour les dessécher encore davantage, je les fis mettre tous deux dans un four chauffé à 47 degrés au-dessus de la congélation; il était neuf heures quarante minutes du matin: on les a tirés du four deux heures après, c'est-à-dire à onze heures quarante minutes, on les a mesurés exactement, leurs dimensions n'avaient pas changé sensiblement. J'ai seulement remarqué qu'il s'était fait des gerçures sur les quatre faces les plus longues, qui les rendaient d'une demi-ligne ou d'une ligne plus larges; mais la hauteur était absolument la même. On les a pesés en sortant du four; le morceau de la première expérience ne pesait plus que 29 livres 6 onces 7 gros, et celui de la seconde 29 livres 6 onces. Dans le moment même je les ai fait jeter dans un grand vaisseau rempli d'eau, et on a chargé chaque morceau d'une pierre pour les assujettir au fond du vaisseau.

TABLE DE L'IMBIBITION DE CES DEUX MORCEAUX DE BOIS,
 QUI ÉTAIENT ENTIÈREMENT DESSÉCHÉS
 LORSQU'ON LES A PLONGÉS DANS L'EAU.

ANNÉE, MOIS ET JOURS.	TEMPS durant lequel les bois ont resté au four et à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.			ANNÉE, MOIS ET JOURS	TEMPS durant lequel les bois ont resté au four et à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.		
		1 ^{er}	2 ^e	liv. onc. gr.			1 ^{er}	2 ^e	liv. onc. gr.
1774. Mars. 8		1 ^{er}	2 ^e	liv. onc. gr. 30 5 4 30 6 2	1744. Mars. 14	12 heures.	1 ^{er}	2 ^e	liv. onc. gr. 36 3 1 36 15 1
9.	Mis au four* à 4 h. 40 m. et tirés à 11 h. 40 m.; ils pesaient.	1	2	29 6 7 29 6 7	15	12 »	1	2	36 4 6 37 » 7
9.	Jetés dans l'eau à 11 h. 40 m. et tirés à midi 40 m.	1	2	32 » 2 32 12 »	15.	12 »	1	2	36 6 2 37 2 2
9.	4 h.	1	2	32 8 6 33 4 6	16.	12 »	1	2	36 8 1 37 3 4
9..	1 »	1	2	32 13 6 33 9 1	16	12 »	1	2	36 9 » 37 5 3
9	1 »	1	2	33 1 3 33 13 1	17	12 »	1	2	36 10 2 37 6 »
9	1 »	1	2	33 3 4 34 » »	17	12 »	1	2	36 11 2 37 7 3
9	1 »	1	2	33 6 » 34 1 7	18	12 »	1	2	36 12 6 37 8 4
9	1 »	1	2	33 6 » 34 1 7	18.	12 »	1	2	36 13 2 37 9 4
9	1h.15 m.	1	2	33 8 » 34 4 2	19	12 »	1	2	36 14 7 37 10 7
9	1 45	1	2	33 9 1 34 5 2	19	12 »	1	2	37 » 2 37 12 2
9	1 55	1	2	33 16 4 34 6 6	20	12 »	1	2	37 1 1 37 13 6
9	1 55	1	2	33 11 4 34 7 2	20	12 »	1	2	37 2 » 37 14 3
9	1 »	1	2	32 13 2 34 8 7	21	12 »	1	2	37 3 7 37 35 2
9	Ils pesaient	1	2	33 13 6 34 10 2	21	12 »	1	2	37 3 6 38 » 7
10	11 »	1	2	34 6 6 35 2 6	22	12 »	1	2	37 4 5 38 1 4
10	12 »	1	2	34 11 2 35 7 5	22	12 »	1	2	37 5 2 38 2 4
11	12 »	1	2	35 » » 35 12 1	23	24 »	1	2	37 6 4 38 3 2
11	12 »	1	2	35 3 1 35 14 1	24	24 »	1	2	37 7 7 38 5 »
12	12 »	1	2	35 6 5 36 2 6	25	24 »	1	2	37 9 2 38 6 6
12	12 »	1	2	35 9 3 36 5 3	26	24 »	1	2	37 10 3 38 7 5
13	12 »	1	2	35 11 6 36 7 6	27	24 »	1	2	37 11 3 38 8 7
13	12 »	1	2	35 14 2 36 10 1	28	24 »	1	2	37 12 2 38 10 »
14	12 »	1	2	36 1 2 36 13 1	29	24 »	1	2	37 13 1 38 10 3

* Le thermomètre a monté à 47 degrés; il était au degré de la congélation.

ANNÉE, MOIS ET JOURS.	TEMPS durant lequel les bois ont resté au four et à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.			ANNÉE, MOIS ET JOURS	TEMPS durant lequel les bois ont resté au four et à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.		
		liv.	onc.	gr.			liv.	onc.	gr.
1774.					1774.				
Mars. 30	24 h.	1 ^{er} 37	13	6	Avril. 28, pluie	24 h.	1 ^{er} 39	4	1
		2 ^e 38	11	3			2 ^e 40	1	»
31.	24 »	1	37	14	29, beau	24 »	1	39	4
		2	38	11			2	40	1
Avril. 1 ^{er} .	24 »	1	37	14	30, sec	24 »	1	39	5
		2	38	12			2	40	1
2	24 »	1	38	»	Mai. 1 ^{er} beau	24 »	1	39	6
		2	38	13			2	40	2
3.	24 »	1	38	»	2, chaud.	24 »	1	39	6
		2	38	14			2	40	4
4	24 »	1	38	1	3, beau	24 »	1	39	6
		2	38	14			2	40	3
5	24 »	1	38	1	4, beau	24 »	1	39	7
		2	38	15			2	40	4
6, pluie	24 »	1	38	3	5, beau	24 »	1	39	7
		2	39	»			2	40	4
7, pluie	24 »	1	38	3	6, vent.	24 »	1	39	7
		2	39	1			2	40	4
8, pluie	24 »	1	38	3	7, pluie	24 »	1	39	7
		2	39	1			2	40	5
9, pluie	24 »	1	38	4	8, pluie	24 »	1	39	8
		2	39	1			2	40	5
10, pluie	24 »	1	38	5	9, beau	24 »	1	39	9
		2	39	2			2	40	6
11, pluie	24 »	1	38	6	11, vent.	2 jours.	1	39	9
		2	39	3			2	40	5
12, froid.	24 »	1	38	7	13, vent.	2 »	1	39	9
		2	39	5			2	40	5
13, sec	24 »	1	38	8	15, vent.	2 »	1	39	9
		2	39	6			2	40	5
14, froid.	24 »	1	38	9	17, pluie	2 »	1	39	10
		2	39	6			2	40	6
15, pluie	24 »	1	38	10	19, pluie.	2 »	1	39	11
		2	39	7			2	40	7
16, vent.	24 »	1	38	10	21, tonnerre.	2 »	1	39	12
		2	39	7			2	40	8
17, pluie	24 »	1	38	11	23, beau.	2 »	1	39	13
		2	39	8			2	40	9
18, beau	24 »	1	38	12	25, pluie	2 »	1	39	11
		2	39	9			2	40	10
19, pluie	24 »	1	38	13	27, beau	2 »	1	40	1
		2	39	9			2	40	12
20, pluie	24 »	1	38	13	29, beau	2 »	1	40	2
		2	39	10			2	40	12
21, beau.	24 »	1	38	14	31, beau	2 »	1	40	1
		2	39	11			2	40	12
22, beau.	24 »	1	38	14	Juin. 2, sec	2 »	1	40	2
		2	39	11			2	40	13
23, vent.	24 »	1	38	15	4, pluie.	2 »	1	40	4
		2	39	12			2	40	11
24, pluie	24 »	1	39	»	6, sec	2 »	1	40	5
		2	39	13			2	40	14
25, pluie	24 »	1	39	1	8, sec.	2 »	1	45	5
		2	39	13			2	40	11
26, sec	24 »	1	39	1	10, sec.	2 »	1	40	5
		2	39	14			2	40	»
27, vent.	24 »	1	39	3	12.	2 »	1	40	6
		2	39	15			2	41	»

ANNÉE, MOIS ET JOURS.	TEMPS durant lequel les bois ont resté au four et à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.			ANNÉE, MOIS ET JOURS	TEMPS durant lequel les bois ont resté au four et à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.		
		liv.	onc.	gr.			liv.	onc.	gr.
1714.					1744.				
Juin. 14, chaud.	2 jours.	1 ^{er} 40	7	2	Sept. 10, variable.	4 h.	1 ^{er} 42	3	5
		2 ^e 41	1	»			2 ^e 42	10	5
16, pluie.	2 »	1 40	8	3	14, beau.	4 »	1 42	5	3
		2 41	1	5			2 42	11	4
18, couvert.	2 »	1 40	10	1	18, chaud.	4 »	1 42	5	4
		2 41	2	7			2 42	12	»
20, pluie.	2 »	1 40	10	4	22, beau.	4 »	1 42	4	7
		2 41	3	5			2 42	11	6
22, couvert.	2 »	1 40	11	5	26, chaud.	4 »	1 42	5	4
		2 41	5	3			2 42	12	2
24, chaud.	2 »	1 40	11	7	30, beau.	4 »	1 42	6	7
		2 41	5	»			2 42	13	1
26, sec.	2 »	1 40	13	»	Oct. 4, vent.	4 »	1 42	7	4
		2 41	6	2			2 42	14	2
28, sec.	2 »	1 40	13	3	8, pluie.	4 »	1 42	7	5
		2 41	6	5			2 42	14	2
30, sec.	2 »	1 40	14	6	12, pluie.	4 »	1 42	9	»
		2 41	6	7			2 42	15	»
Juill. 2, chaud.	2 »	1 40	14	»	16, pluie.	4 »	1 42	9	6
		2 41	7	»			2 43	»	3
4, pluie.	2 »	1 40	15	3	20, pluie.	4 »	1 42	10	2
		2 41	8	5			2 43	1	3
6, pluie.	2 »	1 41	»	4	24, pluie.	4 »	1 42	12	»
		2 41	8	7			2 43	2	4
8, vent.	2 »	1 41	1	»	28, gelée.	4 »	1 42	12	2
		2 41	10	»			2 43	3	»
Le 10, on les a changés de cuvier, deux cercles s'étant brisés.					Nov. 1 ^{er} beau.	4 »	1 42	12	6
12, pluie.	4 »	1 41	2	6			2 43	3	2
		2 41	10	6	5, pluie.	4 »	1 43	13	2
16, pluie.	4 »	1 41	4	1			2 43	4	»
		2 41	12	»	9, beau.	4 »	1 43	14	»
20, pluie.	4 »	1 41	5	»			2 43	4	6
		2 41	13	»	13, beau.	4 »	1 43	14	4
24, couvert.	4 »	1 41	6	6			2 43	5	2
		2 41	4	5	17, pluie.	4 »	1 43	15	2
28, beau.	4 »	1 41	8	4			2 43	5	6
		2 42	»	»	21, variable.	4 »	1 43	»	2
Août. 1 ^{er} vent.	4 »	1 41	9	4			2 43	6	2
		2 42	1	»	25, beau.	4 »	1 43	1	»
5, couvert.	4 »	1 41	10	»			2 43	7	»
		2 42	2	3	29, neig., gel.	4 »	1 43	2	»
9, chaleur.	4 »	1 41	11	4			2 43	8	»
		2 42	3	2	Déc. 3, dégel.	4 »	1 43	2	2
13, pluie.	4 »	1 41	12	1			2 43	8	2
		2 42	3	7	7, variable.	4 »	1 43	2	6
17, vent.	4 »	1 41	12	7			2 43	8	4
		2 42	5	3	11, gelée.	4 »	1 43	3	»
21, pluie.	4 »	1 41	13	5			2 43	9	»
		2 42	5	4	15, pl., neig.	4 »	1 43	2	6
25, variable.	4 »	1 41	14	7			2 43	9	6
		2 42	6	7	19, pluie, br.	4 »	1 43	3	4
29, beau.	4 »	1 42	»	4			2 43	9	4
		2 42	7	2	23, pl., neig.	8 »	1 43	3	5
Sept. 2, beau.	4 »	1 42	1	»			2 43	10	»
		2 42	8	»	31, neig., dég.	8 »	1 43	5	»
6, beau.	4 »	1 42	2	4	1745.		2 43	10	6
		2 42	9	2	Janv. 8, br., pl.	8 »	1 43	5	4
							2 43	11	2

ANNÉE, MOIS ET JOURS.	TEMPS durant lequel les bois ont resté au four et à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.			ANNÉE, MOIS ET JOURS	TEMPS durant lequel les bois ont resté au four et à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.		
		liv.	onc.	gr.			liv.	onc.	gr.
1745.					1745.				
Janv. 16, gelée .	8 jours.	1 ^{er} 43	7	2	Juill. 11, variable.	8 jours.	1 ^{er} 44	4	6
		2 ^e 43	13	6			2 ^e 44	11	2
21, gelée, dé- gel (1)..	8 »	1 43	7	3	19, pluie, ch.	8 »	1 44	5	5
Fév. 1 ^{er} . neige .	8 »	2 43	14	»			2 44	13	»
		1 43	7	7	27, beau .	8 »	1 44	6	6
9, pluie .	8 »	2 43	15	4			2 44	12	»
		1 43	8	3	Août. 4, pluie .	8 »	1 44	7	4
17, pl., vent et gelée .	8 »	2 43	15	4			2 44	13	4
27, beau .	8 »	1 43	8	3	12, pluie .	8 »	1 44	8	3
		2 44	»	»			2 44	14	2
Mars. 5, beau (2), gelée. .	8 »	1 43	9	6	20, pluie. .	8 »	1 44	9	»
		2 44	1	»			2 44	15	1
13, gelée .	8 »	1 43	11	4	28, pluie, b.	8 »	1 44	10	1
		2 44	4	»			2 45	1	»
21, vent. .	8 »	1 43	12	2	Sept. 5, beau. .	16 »	1 44	10	4
		2 44	5	»			2 45	2	4
29, beau. .	8 »	1 43	4	»	21, beau .	16 »	1 44	11	6
		2 44	3	1			2 45	4	1
Avril. 6, sec .	8 »	1 43	11	»	Oct. 7, sec . .	16 »	1 44	13	1
		2 44	3	2			2 45	5	7
14, sec .	8 »	1 43	13	4	23, beau .	16 »	1 44	15	6
		2 44	5	»			2 45	6	1
22, pluie .	8 »	1 43	13	»	Nov. 8, variable .	16 »	1 45	1	4
		2 44	6	»			2 45	8	2
30, beau .	8 »	1 43	13	2	24, humide..	16 »	1 45	4	»
		2 44	5	3			2 45	9	»
Mai. 8, pl. (3). .	8 »	1 43	14	3	Déc. 10, gelée .	16 »	1 45	4	6
		2 44	7	2			2 45	10	1
16, beau, pl.	8 »	1 43	15	»	26, humide..	16 »	1 45	5	»
		2 44	7	»			2 45	10	4
24, chaud, pl.	8 »	1 44	1	»	1746.		1 45	4	4
		2 44	8	1	Janv. 11, variable	16 »	2 45	9	»
Juin. 1, froid, gib.	8 »	1 44	2	3			2 45	9	»
		2 44	8	7	27, gel pl.	16 »	1 45	6	8
9, frais, ch.	8 »	1 44	3	»			2 45	12	»
		2 44	9	4	Fév. 12, pl., long.	16 »	1 45	6	4
17, frais, vent	8 »	1 44	2	»			2 45	12	»
		2 44	9	7	28, dégel .	16 »	1 45	8	»
25, pl., vent.	8 »	1 44	3	4			2 45	12	4
		2 44	11	1	Mars. 16, gel., dig	16 »	1 45	9	»
Juill. 3, pluie, ch.	8 »	1 44	3	4			2 45	13	»
		2 44	11	1	Avril. 1 ^{er} , vent ,	16 »	2 45	13	»
							1 45	9	»
					17, sec .	16 »	2 45	13	»
							1 45	9	»
					Mai. 3, variable .	16 »	2 45	14	»
							1 45	10	»
					19, sec et ch.	16 »	2 46	»	»
							1 45	10	»
					Juin. 4, pluie .	16 »	2 46	»	»
							1 45	9	4
					20, variable .	16 »	2 46	14	2
							1 45	10	6
					Juill. 6, var., ch.	16 »	2 46	»	»
							1 45	10	5
					22, sec .	16 »	2 46	»	1
							1 45	10	5
					Août. 7 humide. .	16 »	2 46	12	»
							1 45	12	»
							2 46	»	7

(1) Le baquet était entièrement gelé; il n'y avait qu'une pointe d'eau qui ne fût point glacée. On avait changé les bois deux jours auparavant pour reliaer le baquet.

(2) Les bois étaient si fort serrés par la glace, qu'il a fallu y jeter de l'eau chaude. Ils ont passé la nuit dans la cuisine auprès de la cheminée, et ils ont été pesés douze heures après l'eau chaude mise dans ce cuvier.

(3) Il est visible ici que c'est la vicissitude du temps qui détermine le plus ou le moins d'augmentation, après un pareil nombre de jours. Les bois ont considérablement augmenté cette fois, parce que, les deux jours qui ont précédé celui qu'on les a pesés, il a fait une pluie continuelle par un vent du couchant, et le lendemain il a encore continué de pleuvoir un peu, et ensuite un temps couvert et humide.

EXPÉRIENCES SUR LES VÉGÉTAUX.

ANNÉE, MOIS ET JOURS.	TEMPS durant lequel les bois ont resté au four et à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.			ANNÉE, MOIS ET JOURS	TEMPS durant lequel les bois ont resté au four et à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.		
		liv.	onc.	gr.			liv.	onc.	gr.
1746.					1748.				
Août. 23, chaud. .	16 jours.	1 ^{er} 45	15	3	Janv. 27, gelée .	30 jours.	1 ^{er} 47	»	»
		2 ^e 46	2	5			2 ^e 47	2	»
Sept. 8, pluie .	16 »	1 45	15	6	Fév. 27, dégel et	30 »	1 47	1	»
		2 46	3	»	doux .		2 47	2	4
24, sec .	16 »	1 46	»	6	Mars. 27, froid. .	30 »	1 47	»	4
		2 46	3	6			2 47	4	»
Oct. 10, humide..	16 »	1 46	1	3	Avril. 27, froid, pl.	30 »	1 47	2	»
		2 46	4	3			2 47	3	»
26, beau .	16 »	1 46	1	»	Mai. 27, sec et fr..	30 »	1 47	2	»
		2 46	5	»			2 47	4	»
Nov. 11, variable.	16 »	1 46	2	»	Juin. 27, sec .	30 »	1 46	14	»
		2 46	6	»			2 47	1	»
27, frimas. .	16 »	1 46	3	1	Juill. 27, ch., pluie.	30 »	1 46	16	2
		2 46	6	6			2 47	2	1
Déc. 13, humide..	16 »	1 46	4	4	Août. 27, chaud. .	30 »	1 47	2	»
		2 46	7	4			2 47	4	»
29, humide..	16 »	1 46	3	»	Sept. 27, pluvieux.	30 »	1 47	3	»
		2 46	7	»			2 47	5	5
1747.		1 46	3	»	Oct. 27, humide..	30 »	1 47	7	3
Janv. 14, gelée .	16 »	2 46	8	»			2 47	7	4
		1 46	2	»	Nov. 27, gelée .	30 »	1 47	4	1
30, humide..	16 »	2 46	7	»			2 47	7	4
		1 46	1	2	Déc. 27, pl., vent	30 »	1 47	4	4
Fév. 13, tempête..	16 »	2 46	6	»			2 47	6	7
		1 46	3	»	1749.		1 47	6	4
Mars. 3, dégel .	16 »	2 46	8	»	Janv. 27, pluvieux.	30 »	2 47	7	4
		1 46	2	8			1 47	6	»
19, froid. .	16 »	2 46	8	8	Fév. 27, pluie .	30 »	2 47	8	2
		1 46	5	1			1 47	8	»
Avril. 4, pluie. .	16 »	2 46	9	5	Mars. 27, pluvieux.	30 »	2 47	4	»
		1 46	4	7			1 47	7	»
20, sec. .	16 »	2 46	8	1	Avril. 27, vent. .	30 »	2 47	9	»
		1 46	6	4			1 47	6	»
Mai. 6, tempête.	16 »	2 46	9	4	Mai. 27, chaud.. .	30 »	2 47	8	»
		1 46	7	5			1 47	6	4
22, variable.	16 »	2 46	9	»	Juin. 27, variable .	30 »	2 47	8	»
		1 46	8	2			1 47	7	2
Juin. 7, pluvieux.	16 »	2 46	10	3	Juill. 27, variable .	30 »	2 47	8	2
		1 46	9	1			1 47	10	»
23, temps pl.	16 »	2 46	12	1	Août. 27, pluvieux.	30 »	2 47	11	»
		1 46	10	»			1 47	8	»
Juill. 9, variable .	16 »	2 46	13	»	Sept. 27, sec .	30 »	2 47	10	»
		1 46	12	»			1 47	6	»
25, ch. et h	16 »	2 46	14	4	Oct. 27, sec. .	30 »	2 47	7	»
		1 46	11	»			1 47	12	»
Août. 10, chaud, pl.	16 »	2 46	13	2	Nov. 27, pluvieux.	30 »	2 48	»	»
		1 46	12	»			1 47	14	»
26, ch., pl. .	16 »	2 46	15	»	Déc. 27, gel., dég.	30 »	2 47	15	»
		1 46	11	»	1750.		1 47	15	»
Sept. 11, sec .	16 »	2 46	13	»	Janv. 27, humide..	30 »	2 47	15	4
		1 46	11	»			1 47	15	4
27, pluvieux	16 »	2 46	13	4	Fév. 27, variable.	30 »	2 47	15	6
		1 46	12	»			1 47	14	»
Oct. 27, beau .	30 »	2 46	15	»	Mars. 27, beau .	30 »	2 48	2	»
		1 46	14	»			1 47	12	4
Nov. 27, brumineux	30 »	2 47	»	4	Avril. 27, sec .	30 »	2 47	13	4
pend. 8 j.		1 46	15	»			1 47	14	»
Déc. 27, pluvieux.	30 »	2 47	1	7	Mai. 27, pluvieux.	30 »	2 47	15	»

ANNÉE, MOIS ET JOURS	TEMPS durant lequel les bois ont resté au four et à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.			ANNÉE, MOIS ET JOURS.	TEMPS durant lequel les bois ont resté au four et à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.			
		liv.	onc.	gr.			liv.	onc.	gr.	
1750.										
Juin. 27, bruineux	30 jours.	1 ^{er}	47	13	4	1751.	1 ^{er}	48	8	»
		2 ^e	47	13	4	Juin. 27, chaud . .	2 ^e	48	12	»
Juill. 27, chaud. .	30 »	1	47	13	»		1	48	7	»
		2	47	14	»	Août. 27, tempête .	2	48	8	»
Août. 27, pluvieux.	30 »	1	48	»	»		1	49	»	»
		2	48	»	»	Oct. 27, pluvieux.	2	49	»	»
Sept. 27, sec . .	30 »	1	48	1	»		1	48	10	»
		2	48	1	»	Déc. 27, gelée .	2	48	10	»
Oct. 27, beau .	30 »	1	48	1	»	1752.	1	48	9	»
		2	48	1	»	Fév. 27, variable .	2	48	11	»
Nov. 27, pluvieux.	30 »	1	48	2	»		1	48	6	»
1751 (1).		2	48	2	»	Avril. 27, sec .	2	48	6	»
Janv. 27, pluvieux.	30 »	1	48	10	»		1	48	8	»
		2	48	13	»	Juin. 27, ch., pluie.	2	48	8	»
Fév. 27, gelée .	30 »	1	48	9	»		1	48	10	»
		2	48	10	»	Août. 27, variable.	2	48	10	»
Mars. 27, pluvieux.	30 »	1	48	13	»		1	48	10	4
		2	48	14	»	Oct. 27, beau .	2	48	11	4
Avril. 27, pluie .	30 »	1	48	13	»		1	48	11	»
		2	48	14	»	Déc. 27, pluvieux.	2	48	12	»
Mai. 27, variable .	30 »	1	48	13	»	1753.	1	48	10	4
		2	48	13	»	Fév. 27, humide .	2	48	11	6
							1	48	11	4
						Avril 27, pluvieux.	2	48	12	»

(1) On a oublié de peser les deux morceaux de bois dans le mois de décembre.

On voit par cette expérience, qui a duré vingt ans :

1° Qu'après le dessèchement à l'air pendant dix ans, et ensuite au soleil et au feu pendant dix jours, le bois de chêne parvenu au dernier degré de son dessèchement, perd plus d'un tiers de son poids lorsqu'on le travaille tout vert, et moins d'un tiers lorsqu'on le garde dans son écorce pendant un an avant de le travailler : car le morceau de la première expérience s'est, en dix ans, réduit de 45 livres 10 onces à 29 livres 6 onces 7 gros ; et le morceau de la seconde expérience s'est réduit, en neuf ans, de 42 livres 8 onces à 29 livres 6 onces.

2° Que le bois, gardé dans son écorce avant d'être travaillé, prend plus promptement et plus abondamment l'eau, et par conséquent l'humidité de l'air, que le bois travaillé tout vert : car le premier morceau, qui pesait 29 livres 6 onces 7 gros lorsqu'on l'a mis dans l'eau, n'a pris en une heure que 2 livres 8 onces 3 gros, tandis que le second morceau, qui pesait 29 livres 6 onces, a pris dans le même temps 3 livres 6 onces. Cette différence dans la plus prompte et la plus abondante imbibition s'est soutenue très-longtemps ; car, au bout de vingt-quatre heures de séjour dans l'eau, le premier morceau n'avait pris que 4 livres 15 onces 7 gros, tandis que le second a pris dans le même temps 5 livres 4 onces 6 gros. Au bout de huit jours, le premier morceau n'avait pris que 7 livres 1 once 2 gros, tandis que le second a pris dans le même temps 7 livres 12 onces 2 gros. Au bout d'un mois, le premier morceau n'avait pris que 8 livres 12 onces, tandis que le second a pris dans le

même temps 9 livres 11 onces 2 gros. Au bout de trois mois de séjour dans l'eau, le premier morceau n'avait pris que 10 livres 14 onces 1 gros, tandis que le second a pris dans le même temps 11 livres 8 onces 5 gros. Enfin ce n'a été qu'au bout de quatre ans sept mois que les deux morceaux se sont trouvés à très peu près égaux en pesanteur.

3° Qu'il a fallu vingt mois pour que ces morceaux de bois, d'abord desséchés jusqu'au dernier degré, aient repris dans l'eau autant d'humidité qu'ils en avaient sur pied et au moment qu'on venait d'abattre l'arbre dont ils ont été tirés; car, au bout de ces vingt mois de séjour dans l'eau, ils pesaient 45 livres quelques onces, à peu près autant que quand on les a travaillés.

4° Qu'après avoir pris pendant vingt mois de séjour dans l'eau autant d'humidité qu'ils en avaient d'abord, ces bois ont continué à pomper l'eau pendant cinq ans: car, au mois d'octobre 1751, ils pesaient tous deux également 49 livres. Ainsi le bois plongé dans l'eau tire non-seulement autant d'humidité qu'il contenait de sève, mais encore près d'un quart au delà; et la différence en poids de l'entier desséchement à la pleine imbibition est de 30 à 50, ou de 3 à 5 environ. Un morceau de bois bien sec, qui ne pèse que 3 livres, en pèsera 5 lorsqu'il aura séjourné pendant plusieurs années dans l'eau.

5° Lorsque l'imbibition du bois dans l'eau est plénière, le bois suit au fond de l'eau les vicissitudes de l'atmosphère: il se trouve toujours plus pesant lorsqu'il pleut, et plus léger lorsqu'il fait beau, comme on le voit par les pesées de ces bois dans les dernières années des expériences, en 1751, 1752 et 1753; en sorte qu'on pourrait dire, avec juste raison, qu'il fait plus humide dans l'eau lorsqu'il pleut que quand il fait beau temps.

HUITIÈME EXPÉRIENCE

Pour reconnaître la différence de l'imbibition des bois, dont la solidité est plus ou moins grande.

Le 2 avril 1755, j'ai fait prendre dans un chêne âgé de soixante ans, qui venait d'être abattu, trois petits cylindres, l'un dans le centre de l'arbre, le second à la circonférence du bois parfait, et l'autre dans l'aubier. Ces trois cylindres pesaient chacun 985 grains. Je les ai mis dans un vase rempli d'eau douce tous trois en même temps, et je les ai pesés tous les jours pendant un mois, pour voir dans quelle proportion se faisait leur imbibition.

TABLE DE L'IMBIBITION DE CES CYLINDRES DE BOIS.

DATES DES PESÉES.			POIDS DES TROIS CYLINDRES.		
			COEUR.	Circonférence du cœur.	COEUR.
			grains.	grains.	grains.
1735.	Avril.	le 2.	985	985	985
»	»	3, à 6 heures du matin.	1011	1016	1065
»	»	4.	1021	1027	1065
»	»	5, pluie.	1023	1034	1073 1/2
»	»	6, humide	1030	1040	1081
»	»	7, humide.	1035	1044	1083
»	»	8, pluie.	1036	1048	1088 1/2
»	»	9, humide.	1037	1051	1090
»	»	10, couvert.	1039	1055	1092 1/2
»	»	11, sec.	1040	1056	1084
»	»	12, sec.	1042	1059	1078
»	»	13, sec. .	1045	1061	1078 1/2
»	»	14, couvert.	1048 1/4	1064	1079 1/2
»	»	15, sec. .	1050 3/4	1065	1078
»	»	16, chaud.	1051	1066	1074
»	»	17, chaud. .	1051 1/2	1067	1072
»	»	18, sec.	1052	1068	1073
»	»	19, sec.	1053	1069	1071
»	»	20, couvert.	1056	1072	1072
»	»	21, pluie.	1057	1073	1079
»	»	22, couvert	1057 1/2	1075 1/2	1078 1/2
»	»	23, couvert.	1058	1077	1074 1/2
»	»	24, sec.	1059	1078 1/2	1074
»	»	25, sec.	1060	1079	1074
»	»	29, sec. . .	1065	1087	1074 1/2
»	Mai.	5, chaud.	1068 1/2	1091	1071
»	»	9, sec. . .	1072	1093	1071
»	»	13, chaud. .	1073	1095 1/2	1070
»	»	21, pluie.	1075	1101	1070
»	»	25, pluie.	1077 1/2	1103 1/2	1084
»	Juin.	2, sec. . .	1078	1103 1/2	1071
»	»	10, humide.	1082	1108	1078 1/2
»	»	18, sec.	1080	1105	1061
»	Juillet. .	6, pluie.	1088	1109	1069
»	»	15, pluie.	1096	1112	1077
»	»	25, pluie.	1113	1126	1098
»	août. . .	25, sec.	1112	1122	1065
»	Septembre	25, pluie.	1120	1126	1092
»	Octobre.	25, pluie.	1128	1130	1124

Cette expérience présente quelque chose de fort singulier. On voit que, pendant le premier jour, l'aubier, qui est le moins solide des trois morceaux, tire 80 grains pesant d'eau, tandis que le morceau de la circonférence du cœur n'en tire que 31, le morceau du centre 26, et que, le lendemain, ce morceau même d'aubier cesse de tirer de l'eau; en sorte que, pendant vingt-quatre heures entières, son poids n'a pas augmenté d'un seul grain, tandis que les deux autres morceaux continuent à tirer de l'eau et à augmenter de poids; et en jetant les yeux sur la table de l'imbibition de ces trois morceaux, on voit que celui du centre et celui de la circonférence prennent des augmentations de pesanteur depuis le 2 avril jusqu'au 10 juin, au lieu que le morceau d'aubier augmente et diminue de pesanteur par des variations fort

irrégulières. Il a été mis dans l'eau le 1^{er} avril à midi ; le ciel était couvert, et l'air humide : ce morceau pesait, comme les deux autres, 985 grains. Le lendemain, à dix heures du matin, il pesait 1065 grains. Ainsi, en dix-huit heures, il avait augmenté de 80 grains, c'est-à-dire environ $\frac{1}{2}$ de son poids total. Il était naturel de penser qu'il continuerait à augmenter de poids : cependant, au bout de dix-huit heures, il a cessé tout d'un coup de tirer de l'eau, et il s'est passé vingt-quatre heures sans qu'il ait augmenté ; ensuite ce morceau d'aubier a repris de l'eau, et a continué d'en tirer pendant six jours, en sorte qu'au 10 avril il avait tiré 107 grains $\frac{1}{2}$ d'eau : mais les jours suivants, le 11 et le 12, il a reperdu 14 grains $\frac{1}{2}$; ce qui fait plus de la moitié de ce qu'il avait tiré les six jours précédents. Il a demeuré presque stationnaire et au même point pendant les trois jours suivants, les 13, 14 et 15, après quoi il a continué à rendre l'eau qu'il a tirée ; en sorte que, le 19 de ce mois, il se trouve qu'il avait rendu 21 grains $\frac{1}{2}$ depuis le 10. Il a diminué encore plus aux 13 et 21 du mois suivant, et encore plus au 18 juin, car il se trouve qu'il a perdu 28 grains $\frac{1}{2}$ depuis le 10 avril. Après cela, il a augmenté pendant le mois de juillet, et, au 25 de ce mois, il s'est trouvé avoir tiré en total 113 grains pesant d'eau. Pendant le mois d'août, il en a repris 33 grains ; et enfin il a augmenté, en septembre et surtout en octobre, si considérablement que, le 25 de ce dernier mois, il avait tiré en total 139 grains. Une expérience que j'avais faite dans une autre vue a confirmé celle-ci ; je vais rapporter le détail pour en faire la comparaison.

J'avais fait faire quatre petits cylindres d'aubier de l'arbre dont j'avais tiré les petits morceaux de bois qui m'ont servi à l'expérience rapportée ci-dessus. Je les avais fait travailler le 8 avril, et je les avais mis dans le même vase. Deux de ces petits cylindres avaient été coupés dans le côté de l'arbre qui était exposé au nord lorsqu'il était sur pied, et les deux autres petits cylindres avaient été pris dans le côté de l'arbre qui était exposé au midi. Mon but, dans cette expérience, était de savoir si le bois de la partie de l'arbre qui était exposée au midi est plus ou moins solide que le bois qui est exposé au nord. Voici la proportion de leur imbibition.

TABLE DE L'IMBIBITION DE CES QUATRE CYLINDRES.

DATES des PESÉES.	POIDS des MORCEAUX DU NORD.		POIDS des MORCEAUX DU SUD.		DATES des PESÉES.	POIDS des MORCEAUX DU NORD.		POIDS des MORCEAUX DU SUD.	
	L'un.	L'autre.	L'un.	L'autre.		L'un.	L'autre.	L'un.	L'autre.
1735					1735.				
Avril. 8	64	64	64	64	Avril. 21	78 $\frac{1}{4}$	77	75	75
» 9	76 $\frac{1}{4}$	76	73 $\frac{1}{2}$	73 $\frac{1}{2}$	» 25	77	76	74	74
» 10	76 $\frac{1}{2}$	76	73 $\frac{3}{4}$	73 $\frac{1}{3}$	» 29	77 $\frac{1}{2}$	76 $\frac{1}{2}$	74 $\frac{1}{4}$	74
» 11	76 $\frac{3}{4}$	76	74	74	Mai. 5	77 $\frac{1}{2}$	76 $\frac{1}{2}$	74	74
» 12	77	76	74	74	» 13	77 $\frac{3}{4}$	77 $\frac{1}{2}$	74	74
» 13	77 $\frac{3}{4}$	76 $\frac{1}{2}$	74 $\frac{1}{2}$	74 $\frac{1}{2}$	» 28	78	77	75	75
» 14	76 $\frac{3}{4}$	76 $\frac{1}{4}$	75	74 $\frac{1}{2}$	Juin. 30	78	76 $\frac{3}{4}$	75	75
» 15	77 $\frac{1}{4}$	77	75 $\frac{1}{4}$	75 $\frac{1}{4}$	Juillet. 25	80 $\frac{1}{2}$	80	78 $\frac{1}{2}$	78
» 16	77	76 $\frac{1}{4}$	71 $\frac{1}{2}$	94 $\frac{1}{2}$	Août. 25	76 $\frac{3}{4}$	76 $\frac{1}{4}$	74 $\frac{3}{4}$	74
» 17	76 $\frac{1}{2}$	76	74 $\frac{1}{4}$	73 $\frac{3}{4}$	Sept. 25	80 $\frac{3}{4}$	80 $\frac{1}{4}$	79 $\frac{1}{2}$	79 $\frac{1}{4}$
» 18	77	76 $\frac{1}{4}$	74 $\frac{1}{4}$	73 $\frac{3}{4}$	Octob 25	84 $\frac{1}{4}$	84	83	83
» 19	77	76	74	73 $\frac{3}{4}$					

Cette expérience s'accorde avec l'autre, et on voit que ces quatre morceaux d'aubier augmentent et diminuent de poids les mêmes jours que le morceau d'aubier de l'autre expérience augmente ou diminue, et que par conséquent il y a une cause générale qui produit ces variations.

On sera encore bien plus convaincu de ce fait après avoir jeté les yeux sur la table suivante.

Le 11 avril de la même année j'ai pris un morceau d'aubier du même arbre, qui pesait, avant que d'avoir été mis dans l'eau, 7 onces 3 gros. Voici la proportion de son imbibition.

ANNÉE, MOIS ET JOURS.			POIDS DU MORCEAU.	ANNÉE, MOIS ET JOURS.			POIDS DU MORCEAU.
			onces.				onces.
1735.	Avril.	11	2 24/36	1735.	Avril.	21	7 56/64
»	»	12	7 50/64	»	»	25	7 56/64
»	»	13	7 56/64	»	Mai.	5	7 56/64
»	»	14	7 56/64	»	»	25	7 58/64
»	»	15	7 59/64	»	Juin.	25	7 58/64
»	»	16	7 58/64	»	Juillet.	25	7 6/64
»	»	17	7 50/64	»	Août.	25	7 58/64
»	»	18	7 54/64	»	Septembre.	25	7 60/64
»	»	19	7 55/64	»	Octobre.	25	8 8/64

Cette expérience confirme encore les autres, et on ne peut pas douter, à la vue de ces tables, des variations singulières qui arrivent au bois que l'on a plongé dans l'eau.

On voit, en effet, que tous ces morceaux de bois ont augmenté considérablement au 25 juillet, qu'ils ont tous diminué considérablement au 25 août, et qu'ensuite ils ont augmenté encore bien plus considérablement aux mois de septembre et d'octobre.

Il est donc très-certain que le bois plongé dans l'eau en tire et rejette alternativement dans une proportion dont les quantités sont très-considérables par rapport au total de l'imbibition.

Ce fait, après que je l'eus absolument vérifié, m'étonna. J'imaginai d'abord que ces variations pouvaient dépendre de la pesanteur de l'air; je pensai que l'air étant plus pesant dans le temps qu'il fait sec et chaud, l'eau chargée alors d'un plus grand poids devait pénétrer dans les pores du bois avec une force plus grande; et qu'au contraire, lorsque l'air est plus léger, l'eau qui y était entrée par la force du plus grand poids de l'atmosphère pouvait en ressortir: mais cette explication ne va pas avec les observations; car il paraît au contraire, par les tables précédentes, que le bois dans l'eau augmente toujours de poids dans les temps de pluie, et diminue considérablement dans les temps secs et chauds, et c'est ce qui me fit proposer, quelques années après, à M. Dalibard de faire ces ex-

périences sur le bois plongé dans l'eau, en comparant les variations de la pesanteur du bois avec les mouvements du baromètre, du thermomètre et de l'hygromètre; ce qu'il a exécuté avec succès et publié dans le premier volume des *Mémoires étrangers*, imprimés par ordre de l'Académie.

NEUVIÈME EXPÉRIENCE

Sur l'imbibition du bois vert.

Le 9 avril 1735, j'ai pris dans le centre d'un chêne abattu le même jour, âgé d'environ soixante ans, un morceau de bois cylindrique qui pesait 11 onces; je l'ai mis tout de suite dans un vase plein d'eau, que j'ai eu soin de tenir toujours rempli à la même hauteur.

TABLE DE L'IMBIBITION DE CE MORCEAU DE CŒUR DE CHÊNE (1).

ANNÉE, MOIS ET JOURS.			POIDS du cœur de chêne.	ANNÉE, MOIS ET JOURS.			POIDS du cœur de chêne.
			onces.				onces.
1735.	Avril.	9	11	1735.	Avril..	22	11 36/64
»	»	10	11 16/64	»	»	25	11 37/64
»	»	11	11 24/64	»	»	29	11 40/64
»	»	12	11 26/64	»	Mai.	5	11 42/64
»	»	13	11 28/64	»	»	13	11 46/64
»	»	14	11 29/64	»	»	29	11 54/64
»	»	15	11 32/64	»	Juin.	14	11 58/64
»	»	16	11 34/64	»	»	30	11 58/64
»	»	17	11 34/64	»	Juillet.	25	11 60/64
»	»	18	11 34/64	»	Août. . .	25	11 60/64*
»	»	19	11 34/64	»	Septembre. .	25	12
»	»	20	11 34/64	»	Octobre.	25	12 6/64
»	»	21	11 35/64				

* On voit que, dans les temps auxquels les aubiers des expériences précédentes diminuent au lieu d'augmenter de pesanteur dans l'eau, le bois de cœur de chêne n'augmente ni ne diminue.

Il paraît, par cette expérience, qu'il y a dans le bois une matière grasse que l'eau dissout fort aisément; il paraît qu'il y a des parties de fer dans cette matière grasse, qui donnent la couleur noire.

On voit que le bois qui vient d'être coupé n'augmente pas beaucoup en pesanteur dans l'eau, puisqu'en six mois l'augmentation n'est ici que d'une douzième partie de la pesanteur totale.

(1) L'eau, quoique changée très-souvent, prenait une couleur noire peu de temps après que le bois y était plongé; quelquefois cette eau était recouverte d'une espèce de pellicule huileuse, et le bois a toujours été gluant jusqu'au 29 avril, quoique l'eau se soit clarifiée quelques jours auparavant.

DIXIÈME EXPÉRIENCE

Sur l'imbibition du bois sec, tant dans l'eau douce que dans l'eau salée.

Le 22 avril 1735, j'ai pris dans une solive de chêne, travaillée plus de vingt ans auparavant, et qui avait toujours été à couvert, deux petits parallépipèdes d'un pouce d'équarrissage sur deux pouces de hauteur. J'avais auparavant fait fondre dans une quantité de 15 onces d'eau une once de sel marin. Après avoir posé les morceaux de bois dont je viens de parler et avoir écrit leur poids, qui était de 450 grains chacun, j'ai mis l'un de ces morceaux dans l'eau salée, et l'autre dans une égale quantité d'eau commune.

Chaque morceau pesait, avant que d'être dans l'eau, 450 grains; ils ont été mis à cinq heures du soir, et on les a laissés surnager librement.

TABLE DE L'IMBIBITION DE CES DEUX MORCEAUX DE BOIS.

ANNÉE, MOIS ET JOURS.	POIDS du bois imbibé d'eau douce.	POIDS du bois imbibé d'eau salée.	ANNÉE, MOIS ET JOURS.	POIDS du bois imbibé d'eau douce.	POIDS du bois imbibé d'eau salée.
1735. Avril.	grains.	grains.	1735 Mai.	grains.	grains.
22, à 7 h. du soir. .	485	481	13.	667	607
à 10 h. du soir. .	495	487	17.	682	616
23, à 6 h. du matin. .	506 1/2	495	21.	684	625
à 6 h. du soir. .	521 1/2	502	29.	704	630
24, à 6 h. du matin. .	531 1/2	509 1/2	Juin.		
25, même heure. . .	547	517 1/2*	6.	712 1/2	610
26.	560	528	14.	732	618
27, à 6 h. du matin. .	573	533	30.	753 1/2	663 1/2
28.	582	539 1/2	Juillet.		
29.	589 1/2	545 1/2	25.	770	701
30.	598	549	Août.		
Mai.			25.	782 1/2	736
1 ^{er}	603	551	Septembre.		
2.	609 1/2	553 1/2	25.	788 1/2	756 1/2
5.	628	585	Octobre.		
9.	648 1/2	597	25.	796 1/2	760

* Il s'était formé de petits cristaux de sel tout autour du morceau, un peu au-dessous de la ligne de l'eau dans laquelle il surnageait.

J'ai observé, dans le cours de cette expérience, que le bois devient plus glissant et plus huileux dans l'eau douce que dans l'eau salée; l'eau douce devient aussi plus noire. Il se forme dans l'eau salée de petits cristaux qui s'attachent au bois sur la surface supérieure, c'est-à-dire sur la surface qui est la plus voisine de l'air. Je n'ai jamais vu de cristaux sur la surface inférieure. On voit par cette expérience que le bois tire l'eau douce en plus grande quantité que l'eau salée. On en sera convaincu en jetant les yeux sur les tables suivantes.

EXPÉRIENCES SUR LES VÉGÉTAUX.

Le même jour, 22 avril, j'ai pris dans la même solive six morceaux de bois d'un pouce d'équarrissage qui pesaient chacun 430 grains; j'en ai mis trois dans 45 onces d'eau salée de 3 onces de sel, et j'ai mis les trois autres dans 45 onces d'eau douce et dans des vases semblables. Je les avais numérotés : 1, 2, 3 étaient dans l'eau salée; et les numéros 4, 5, 6 étaient dans l'eau douce.

TABLE DE L'IMBIBITION DE CES SIX MORCEAUX.

NOTA. — Avant d'avoir été mis dans l'eau, ils pesaient tous 430 grains; on les a mis dans l'eau à cinq heures et demie du soir,

ANNÉE, MOIS ET JOURS des pesées.	POIDS des numéros 1, 2, 3.	POIDS des numéros 4, 5, 6.	ANNÉE, MOIS ET JOURS des pesées.	POIDS des numéros 1, 2, 3.	POIDS des numéros 4, 5, 6.
	grains.	grains.		grains.	grains.
1735.			1735.		
Avril. 22, à 6 h 1/2.	450 449 1/2 448 1/2 453	454 452 451 450	Mai. 2, à 6 h. du s.	530 1/2 529 519 1/2 567	582 577 575 600
à 7 h. 1/2.	452 451 456	458 455 1/2 463	5..	564 555 573	594 593 621 1/2
à 8 h 1/2.	455 453 458	462 459 1/2 466	9..	570 561 1/2 581	613 1/2 606 634 1/2
à 9 h. 1/2.	457 455 467	465 462 479 1/2	13..	578 570 589	632 1/2 624 1/2 653
22, à 6 h du m.	464 463 475	476 1/2 475 494 1/2	17..	582 575 597	648 637 670
à 6 h. du s.	474 571 482	491 488 505 1/2	21..	584 583 619 1/2	655 649 682
24, même h.	480 479 490 3/4	503 501 518 1/2	29.	618 612 622	667 664 694
25.	486 1/2 485 1/2 501	516 513 532	Juin. 6..	620 1/2 613 628	680 679 1/2 703
26..	497 495 507 1/2	529 527 1/2 545	14.	627 620 645	696 691 1/2 724
27..	504 499 1/2 514	540 539 555	30..	642 634 663 1/2	715 713 1/2 737 3/4
28..	509 505 1/2 517	552 551 560 1/2	Juill. 25..	657 648 688	731 1/2 729 747
29..	513 507 522	557 1/2 555 1/2 571	Août. 25..	694 686 718	742 736 752
30..	520 1/2 412 1/2 527	568 567 575	Sept. 25..	711 704 723	748 740 757 1/2
Mai. 1 ^{er} ..	525 515	571 1/2 570	Octobre.	713 1/2 707 1/2	751 742

Il résulte de cette expérience et de toutes les précédentes :

1^o Que le bois de chêne perd environ un tiers de son poids par le dessèchement,

et que les bois moins solides que le chêne perdent plus d'un tiers de leur poids ;

2° Qu'il faut sept ans au moins pour dessécher des solives de 8 à 9 pouces de grosseur, et que par conséquent il faudrait beaucoup plus du double du temps, c'est-à-dire plus de quinze ans, pour dessécher une poutre de 16 à 18 pouces d'équarrissage ;

3° Que le bois abattu et gardé dans son écorce se dessèche si lentement, que le temps qu'on le garde dans son écorce est en pure perte pour le desséchement, et que par conséquent il faut équarrir les bois peu de temps après qu'ils auront été abattus ;

4° Que quand le bois est parvenu aux deux tiers de son desséchement il commence à repomper l'humidité de l'air, et qu'il faut par conséquent conserver dans des lieux fermés les bois secs qu'on veut employer à la menuiserie ;

5° Que le desséchement du bois ne diminue pas sensiblement son volume, et que la quantité de la sève est le tiers de celle des parties solides de l'arbre ;

6° Que le bois de chêne abattu en pleine sève, s'il est sans aubier, n'est pas plus sujet aux vers que le bois de chêne abattu dans toute autre saison ;

7° Que le desséchement du bois est d'abord en raison plus grande que celle des surfaces, et ensuite en moindre raison ; que le desséchement total d'un morceau de bois de volume égal, et de surface double d'un autre, se fait en deux ou trois fois moins de temps ; que le desséchement total de bois à volume égal et surface triple se fait en cinq ou six fois environ moins de temps ;

8° Que l'augmentation de pesanteur que le bois sec acquiert en repompant l'humidité de l'air, est proportionnelle à la surface ;

9° Que le desséchement des bois est proportionnel à leur légèreté, en sorte que l'aubier se dessèche plus que le cœur de chêne, dans la raison de sa densité relative, qui est à peu près de $\frac{1}{13}$ moindre que celle du cœur ;

10° Que quand le bois est entièrement desséché à l'ombre, la quantité dont on peut encore le dessécher en l'exposant au soleil, et ensuite dans un four échauffé à 47 degrés, ne sera guère que d'une dix-septième ou dix-huitième partie du poids total du bois, et que par conséquent ce desséchement artificiel est coûteux et inutile ;

11° Que les bois secs et légers, lorsqu'ils sont plongés dans l'eau, s'en remplissent en très-peu de temps, qu'il ne faut, par exemple, qu'un jour à un petit morceau d'aubier pour se remplir d'eau, au lieu qu'il faut vingt jours à un pareil morceau de cœur de chêne ;

12° Que le bois de cœur de chêne n'augmente que d'une douzième partie de son poids total, lorsqu'on l'a plongé dans l'eau au moment qu'on vient de le couper, et qu'il faut même un très-long temps pour qu'il augmente de cette douzième partie en pesanteur ;

13° Que le bois plongé dans l'eau douce la tire plus promptement et plus abondamment que le bois plongé dans l'eau salée ne tire l'eau salée ;

14° Que le bois plongé dans l'eau s'imbibe bien plus promptement qu'il ne se

dessèche à l'air, puisqu'il n'a fallu que douze jours aux morceaux des deux premières expériences pour reprendre dans l'eau la moitié de toute l'humidité qu'ils avaient perdue par le dessèchement en sept ans, et qu'en vingt-deux mois ils se sont chargés d'autant d'humidité qu'ils en avaient jamais eu, en sorte qu'au bout de ces vingt-deux mois de séjour dans l'eau, ils pesaient autant que quand on les avait coupés douze ans auparavant;

15° Enfin que, quand les bois sont entièrement remplis d'eau, ils éprouvent au fond de l'eau des variations relatives à celles de l'atmosphère, et qui se reconnaissent à la variation de leur pesanteur, et quoiqu'on ne sache pas bien à quoi correspondent ces variations, on voit cependant en général que le bois plongé dans l'eau est plus humide, lorsque l'air est humide, et moins humide lorsque l'air est sec, puisqu'il pèse constamment plus dans les temps de pluie que dans les beaux temps.

ARTICLE III.

SUR LA CONSERVATION ET LE RÉTABLISSEMENT DES FORÊTS.

Le bois, qui était autrefois très-commun en France, maintenant suffit à peine aux usages indispensables, et nous sommes menacés pour l'avenir d'en manquer absolument. Ce serait une vraie perte pour l'État d'être obligé d'avoir recours à ses voisins, et de tirer de chez eux, à grands frais, ce que nos soins et quelque légère économie peuvent nous procurer; mais il faut s'y prendre à temps, il faut commencer dès aujourd'hui : car si notre indolence dure, si l'envie pressante que nous avons de jouir continue à augmenter notre indifférence pour la postérité, enfin si la police des bois n'est pas réformée, il est à craindre que les forêts, cette partie la plus noble du domaine de nos rois, ne deviennent des terres incultes, et que le bois de service, dans lequel consiste une partie des forces maritimes de l'État, ne se trouve consommé et détruit sans espérance prochaine de renouvellement.

Ceux qui sont opposés à la conservation des bois se plaignent eux-mêmes de leur dépérissement : mais ce n'est pas assez de se plaindre d'un mal qu'on ressent déjà, et qui ne peut qu'augmenter avec le temps, il en faut chercher le remède; et tout bon citoyen doit donner au public les expériences et les réflexions qu'il peut avoir faites à cet égard. Tel a toujours été le principal objet de l'Académie : l'utilité publique est le but de ses travaux. Ces raisons ont engagé feu M. de Réaumur à nous donner, en 1721, de bonnes remarques sur l'état des bois du royaume. Il pose des faits incontestables, il offre des vues saines, et il indique des expériences qui feront honneur à ceux qui les exécuteront. Engagé par les mêmes motifs, et me trouvant à portée des bois, je les ai observés avec une attention particulière; et enfin, animé par les ordres de M. le comte de Maurepas, j'ai fait plusieurs expé-

riences sur ce sujet. Des vues d'utilité particulière autant que de curiosité de physicien, m'ont porté à faire exploiter mes bois taillis sous mes yeux ; j'ai fait des pépinières d'arbres forestiers ; j'ai semé et planté plusieurs cantons de bois ; et, ayant fait toutes ces épreuves en grand, je suis en état de rendre compte du peu de succès de plusieurs pratiques qui réussissaient en petit, et que les auteurs d'agriculture avaient recommandées. Il en est ici comme de tous les autres arts : le modèle qui réussit le mieux en petit, souvent ne peut s'exécuter en grand.

Tous nos projets sur les bois doivent se réduire à tâcher de conserver ceux qui nous restent, et à renouveler une partie de ceux que nous avons détruits. Commençons par examiner les moyens de conservation, après quoi nous viendrons à ceux de renouvellement.

Les bois de service du royaume consistent dans les forêts qui appartiennent à sa majesté, dans les réserves des ecclésiastiques et des gens de mainmorte, et enfin dans les baliveaux que l'ordonnance oblige de laisser dans tous les bois.

On sait, par une expérience déjà trop longue, que le bois des baliveaux n'est pas de bonne qualité, et que d'ailleurs ces baliveaux font tort aux taillis. J'ai observé fort souvent les effets de la gelée du printemps dans deux cantons de bois taillis voisins l'un de l'autre. On avait conservé dans l'un tous les baliveaux de quatre coupes successives ; dans l'autre on n'avait conservé que les baliveaux de la dernière coupe. J'ai reconnu que la gelée avait fait un si grand tort au taillis surchargé de baliveaux, que l'autre taillis l'a devancé de cinq ans sur douze. L'exposition était la même ; j'ai sondé le terrain en différents endroits, il était semblable. Ainsi je ne puis attribuer cette différence qu'à l'ombre et à l'humidité que les baliveaux jetaient sur le taillis, et à l'obstacle qu'ils formaient au dessèchement de cette humidité, en interrompant l'action du vent et du soleil.

Les arbres qui poussent vigoureusement en bois produisent rarement beaucoup de fruit, les baliveaux se chargent d'une grande quantité de glands, et annoncent par là leur faiblesse. On imaginerait que ce gland devrait repeupler et garnir les bois : mais cela se réduit à bien peu de chose ; car de plusieurs millions de ces graines qui tombent au pied des arbres, à peine en voit-on lever quelques centaines, et ce petit nombre est bientôt étouffé par l'ombre continuelle et le manque d'air, ou supprimé par le *dégouttement* de l'arbre et par la gelée qui est toujours plus vive près de la surface de la terre, ou enfin détruit par les obstacles que ces jeunes plantes trouvent dans un terrain traversé d'une infinité de racines et d'herbes de toute espèce. On voit, à la vérité, quelques arbres de brin dans les taillis : ces arbres viennent de graines ; car le chêne ne se multiplie pas par rejetons au loin, et ne pousse pas de la racine : mais ces arbres de brin sont ordinairement dans les endroits clairs des bois, loin des gros baliveaux, et sont dus aux mulots ou aux oiseaux, qui, en transportant les glands, en sèment une grande quantité. J'ai su mettre à profit ces graines que les oiseaux laissent tomber. J'avais observé dans un champ qui, depuis trois ou quatre ans, était demeuré sans culture, qu'autour de quelques petits buissons qui s'y trouvaient fort loin les uns des autres

plusieurs petits chênes avaient paru tout d'un coup ; je reconnus bientôt par mes yeux que cette plantation appartenait à des geais qui, en sortant des bois, venaient d'habitude se placer sur ces buissons pour manger leur gland et en laissaient tomber la plus grande partie, qu'ils ne se donnaient jamais la peine de ramasser. Dans un terrain que j'ai planté dans la suite, j'ai eu soin d'y mettre de petits buissons ; les oiseaux s'en sont emparés, et ont garni les environs d'une grande quantité de jeunes chênes.

Il faut qu'il y ait déjà du temps qu'on ait commencé à s'apercevoir du dépérissement des bois, puisque autrefois nos rois ont donné des ordres pour leur conservation. La plus utile de ces ordonnances est celle qui établit dans les bois des ecclésiastiques et gens de mainmorte la réserve du quart pour croître en futaie ; elle est ancienne, et a été donnée pour la première fois en 1373, confirmée en 1597, et cependant demeurée sans exécution jusqu'à l'année 1669. Nous devons souhaiter qu'on ne se relâche point à cet égard. Ces réserves sont un fonds, un bien réel pour l'État, un bien de bonne nature : car elles ne sont pas sujettes aux défauts des baliveaux : rien n'a été mieux imaginé, et on en aurait bien senti les avantages, si jusqu'à présent le crédit, plutôt que le besoin, n'en eût pas disposé. On prévient cet abus en supprimant l'usage arbitraire des permissions, et en établissant un temps fixe pour la coupe des réserves : ce temps serait plus ou moins long, selon la qualité du terrain, ou plutôt selon la profondeur du sol ; car cette attention est absolument nécessaire. On pourrait donc régler les coupes à cinquante ans dans un terrain de deux pieds et demi de profondeur, à soixante-dix ans dans un terrain de trois pieds et demi, et à cent ans dans un terrain de quatre pieds et demi et au delà de profondeur. Je donne ces termes d'après les observations que j'ai faites, au moyen d'une tarière haute de cinq pieds, avec laquelle j'ai sondé quantité de terrains où j'ai examiné en même temps la hauteur, la grosseur et l'âge des arbres ; cela se trouvera assez juste pour les terres fortes pétrissables. Dans les terres légères et sablonneuses, on pourrait fixer les coupes à quarante, soixante et quatre-vingts ans ; on perdrait à attendre plus longtemps, et il vaudrait infiniment mieux garder du bois de service dans des magasins, que de le laisser sur pied dans les forêts, où il ne peut manquer de s'altérer après un certain âge.

Dans quelques provinces maritimes du royaume, comme dans la Bretagne, près d'Anceis, il y a des terrains de communes qui n'ont jamais été cultivés, et qui, sans être en nature de bois, sont couverts d'une infinité de plantes inutiles, comme de fougères, de genêts et de bruyères, mais qui sont en même temps plantés d'une assez grande quantité de chênes isolés. Ces arbres, souvent gâtés par l'abrutissement du bétail, ne s'élèvent pas ; ils se courbent, ils se tortillent et ils portent une mauvaise figure dont cependant on tire quelque avantage, car ils peuvent fournir un grand nombre de pièces courbes pour la marine, et par cette raison ils méritent d'être conservés. Cependant on dégrade tous les jours ces espèces de plantations naturelles ; les seigneurs donnent ou vendent aux paysans la liberté de cou-

per dans ces communes ; et il est à craindre que ces magasins de bois courbés ne soient bientôt épuisés. Cette perte serait considérable ; car les bois courbes de bonne qualité, tels que sont ceux dont je viens de parler, sont fort rares. J'ai cherché les moyens de faire des bois courbes, et j'ai sur cela des expériences commencées qui pourront réussir, et que je vais rapporter en deux mots. Dans un taillis, j'ai fait couper à différentes hauteurs, savoir : à deux, quatre, six, huit, dix et douze pieds au-dessus de terre, les tiges de plusieurs jeunes arbres, et quatre années ensuite j'ai fait couper le sommet des jeunes branches que ces arbres étêtés ont produites ; la figure de ces arbres est devenue, par cette double opération, si irrégulière, qu'il n'est pas possible de la décrire, et je suis persuadé qu'un jour ils fourniront du bois courbe. Cette façon de courber le bois serait bien plus simple et bien plus aisée à pratiquer que celle de charger d'un poids ou d'assujettir par une corde la tête des jeunes arbres, comme quelques gens l'ont proposé (1).

Tous ceux qui connaissent un peu les bois savent que la gelée du printemps est le fléau des taillis ; c'est elle qui, dans les endroits bas et dans les petits vallons, supprime continuellement les jeunes rejetons, et empêche le bois de s'élever : en un mot, elle fait au bois un aussi grand tort qu'à toutes les autres productions de la terre ; et si ce tort a jusqu'ici été moins connu, moins sensible, c'est que la jouissance d'un taillis étant éloignée, le propriétaire y fait moins d'attention, et se console plus aisément de la perte qu'il fait : cependant cette perte n'en est pas moins réelle, puisqu'elle recule son revenu de plusieurs années. J'ai tâché de prévenir, autant qu'il est possible, les mauvais effets de la gelée, en étudiant la façon dont elle agit ; et j'ai fait sur cela des expériences qui m'ont appris que la gelée agit bien plus violemment à l'exposition du midi qu'à l'exposition du nord ; qu'elle fait tout périr à l'abri du vent, tandis qu'elle épargne tout dans les endroits où il peut passer librement. Cette observation, qui est constante, fournit un moyen de préserver de la gelée quelques endroits des taillis, au moins pendant les deux ou trois premières années, qui sont le temps critique, et où elle les attaque avec plus d'avantage. Ce moyen consiste à observer, quand on les abat, de commencer la coupe du côté du nord. Il est aisé d'y obliger les marchands de bois en mettant cette clause dans leur marché, et je me suis déjà très-bien trouvé d'avoir pris cette précaution pour quelques-uns de mes taillis.

Un père de famille, un homme rangé, qui se trouve propriétaire d'une quantité un peu considérable de bois taillis, commence par les faire arpenfer, borner, diviser et mettre en coupe réglée ; il s'imagine que c'est là le plus haut point d'économie : tous les ans il vend le même nombre d'arpents ; de cette façon, ses bois deviennent un revenu annuel. Il se sait bon gré de cette règle, et c'est cette apparence d'ordre qui a fait prendre faveur aux coupes réglées. Cependant il s'en faut bien que ce soit là le moyen de tirer de ses taillis tout le profit qu'on en pourrait

(1) Ces jeunes arbres que j'avais fait étêter en 1734, et dont on avait encore coupé la principale branche en 1737, m'ont fourni, en 1769, plusieurs courbes très-bonnes, et dont je me suis servi pour les roues des marteaux et des soufflets de mes forges.

obtenir. Ces coupes réglées ne sont bonnes que pour ceux qui ont des terres éloignées qu'ils ne peuvent visiter : la coupe réglée de leur bois est une espèce de ferme ; ils comptent sur le produit, et le reçoivent sans se donner aucun soin. Cela doit convenir à grand nombre de gens ; mais pour ceux dont l'habitation se trouve fixée à la campagne, et même pour ceux qui y vont passer un certain temps toutes les années, il leur est facile de mieux ordonner les coupes de leurs bois taillis. En général, on peut assurer que, dans les bons terrains, on gagnera à les attendre, et que, dans les terrains où il n'y a pas de fond, il faut les couper fort jeunes ; mais il serait à souhaiter qu'on pût donner de la précision à cette règle, et déterminer au juste l'âge où l'on doit couper les taillis. Cet âge est celui où l'accroissement du bois commence à diminuer. Dans les premières années, le bois croît de plus en plus, c'est-à-dire que la production de la seconde année est plus considérable que celle de la première année ; l'accroissement de la troisième année est plus grand que celui de la seconde : ainsi l'accroissement du bois augmente jusqu'à un certain âge, après quoi il diminue. C'est ce point, ce *maximum*, qu'il faut saisir pour tirer de son taillis tout l'avantage et tout le profit possible. Mais comment le reconnaître ? comment s'assurer de cet instant ? Il n'y a que des expériences faites en grand, des expériences longues et pénibles, des expériences telles que M. de Réaumur les a indiquées, qui puissent nous apprendre l'âge où les bois commencent à croître de moins en moins. Ces expériences consistent à couper et peser tous les ans le produit de quelques arpents de bois, pour comparer l'augmentation annuelle, et reconnaître, au bout de plusieurs années, l'âge où elle commence à diminuer.

J'ai fait plusieurs autres remarques sur la conservation des bois, et sur les changements qu'on devrait faire aux règlements des forêts, que je supprime, comme n'ayant aucun rapport avec des matières de physique ; mais je ne dois pas passer sous silence ni cesser de recommander le moyen que j'ai trouvé d'augmenter la force et la solidité du bois de service, et que j'ai rapporté dans le premier article de ce mémoire. Rien n'est plus simple ; car il ne s'agit que d'écorcer les arbres, et les laisser ainsi sécher et mûrir sur pied avant que de les abattre. L'aubier devient, par cette opération, aussi dur que le cœur de chêne ; il augmente considérablement de force et de densité, comme je m'en suis assuré par un grand nombre d'expériences, et les souches de ces arbres écorcés et séchés sur pied ne laissent pas que de repousser et de produire des rejetons. Ainsi il n'y a pas le moindre inconvénient à établir cette pratique, qui, en augmentant la force et la durée du bois mis en œuvre, doit en diminuer la consommation, et par conséquent doit être mise au nombre des moyens de conserver les bois. Venons maintenant à ceux qu'on doit employer pour les renouveler.

Cet objet n'est pas moins important que le premier. Combien y a-t-il dans le royaume de terres inutiles, de landes, de bruyères, de communes qui sont absolument stériles ! La Bretagne, le Poitou, la Guienne, la Bourgogne, la Champagne et plusieurs autres provinces, ne contiennent que trop de ces terres inutiles. Quel

avantage pour l'État si on pouvait les mettre en valeur ! La plupart de ces terrains étaient autrefois en nature de bois, comme je l'ai remarqué dans plusieurs de ces cantons déserts, où l'on trouve encore quelques vieilles souches presque entièrement pourries. Il est à croire qu'on a peu à peu dégradé les bois de ces terrains, comme on dégrade aujourd'hui les communes de Bretagne, et que, par la succession des temps, on les a absolument dégarnis. Nous pouvons donc raisonnablement espérer de rétablir ce que nous avons détruit. On n'a pas de regret à voir des rochers nus, des montagnes couvertes de glace, ne rien produire ; mais comment peut-on s'accoutumer à souffrir au milieu des meilleures provinces d'un royaume, de bonnes terres en friche, des contrées entières mortes pour l'État ? Je dis de bonnes terres, parce que j'en ai vu et j'en ai fait défricher qui non-seulement étaient de qualité à produire de bon bois, mais même des grains de toute espèce. Il ne s'agirait donc que de semer ou de planter ces terrains : mais il faudrait que cela pût se faire sans grande dépense ; ce qui ne laisse pas que d'avoir quelques difficultés, comme on jugera par le détail que je vais faire.

Comme je souhaitais de m'instruire à fond sur la manière de semer et de planter des bois, après avoir lu le peu que nos auteurs d'agriculture disent sur cette matière, je me suis attaché à quelques auteurs anglais, comme Evelin, Miller, etc., qui me paraissaient être plus au fait, et parler d'après l'expérience. J'ai voulu d'abord suivre leurs méthodes en tout point, et j'ai planté et semé des bois à leur façon ; mais je n'ai pas été longtemps sans m'apercevoir que cette façon était ruineuse, et qu'en suivant leurs conseils, les bois, avant que d'être en âge, m'auraient coûté dix fois plus que leur valeur. J'ai reconnu alors que toutes leurs expériences avaient été faites en petit dans des jardins, dans des pépinières, ou tout au plus dans quelques pares, où l'on pouvait cultiver et soigner de jeunes arbres ; mais ce n'est point ce qu'on cherche quand on veut planter des bois : on a bien de la peine à se résoudre à la première dépense nécessaire ; comment ne se refuserait-on pas à toutes les autres, comme celles de la culture, de l'entretien, qui d'ailleurs deviennent immenses lorsqu'on plante de grands cantons ! J'ai donc été obligé d'abandonner ces auteurs et leurs méthodes, et de chercher à m'instruire par d'autres moyens ; et j'ai tenté une grande quantité de façons différentes, dont la plupart, je l'avouerai, ont été sans succès, mais qui du moins m'ont appris des faits, et m'ont mis sur la voie de réussir.

Pour travailler, j'avais toutes les facilités qu'on peut souhaiter, des terrains de toute espèce en friche et cultivés, une grande quantité de bois taillis et des pépinières d'arbres forestiers, où je trouvais tous les jeunes plants dont j'avais besoin. Enfin, j'ai commencé par vouloir mettre en nature de bois un espace de terrain de quatre-vingts arpents, dont il y en avait environ vingt en friche, et soixante en terres labourables, produisant tous les ans du froment et d'autres grains, même assez abondamment. Comme mon terrain était naturellement divisé en deux parties presque égales par une haie de bois taillis, que l'une des moitiés était d'un niveau fort uni, et que la terre me paraissait être partout de même qualité, quoique

de profondeur assez inégale, je pensai que je pourrais profiter de ces circonstances pour commencer une expérience dont le résultat est fort éloigné, mais qui sera fort utile; c'est de savoir dans le même terrain, la différence que produit sur un bois l'inégalité de profondeur du sol, afin de déterminer, plus juste que je ne l'ai fait ci-devant, à quel âge on doit couper le bois de futaie. Quoique j'aie commencé fort jeune, je n'espère pas que je puisse me satisfaire pleinement à cet égard, même en me supposant une fort longue vie; mais j'aurai au moins le plaisir d'observer quelque chose de nouveau tous les ans : pourquoi ne pas laisser à la postérité des expériences commencées ? J'ai donc fait diviser mon terrain par quart d'arpent, et à chaque angle, j'ai fait sonder la profondeur avec ma tarière; j'ai rapporté sur un plan tous les points où j'ai sondé, avec la note de la profondeur du terrain et de la quantité de la pierre qui se trouvait au-dessous, dont la mèche de la tarière ramenait toujours des échantillons : et de cette façon, j'ai le plan de la superficie et du fond de ma plantation; plan qu'il sera aisé quelque jour de comparer avec la production (1).

Après cette opération préliminaire, j'ai partagé mon terrain en plusieurs cantons, que j'ai fait travailler différemment. Dans l'un j'ai fait donner trois labours à la charrue; dans un autre, deux labours; dans un troisième, un labour seulement; dans d'autres, j'ai fait planter les glands à la pioche, et sans avoir labouré; dans d'autres, j'ai fait simplement jeter des glands, ou je les ai fait placer à la main dans l'herbe; dans d'autres, j'ai planté de petits arbres que j'ai tirés de mes bois; dans d'autres, des arbres de même espèce, tirés de mes pépinières; j'en ai fait semer et planter quelques-uns à un pouce de profondeur, quelques autres à six pouces; dans d'autres, j'ai semé des glands que j'avais auparavant fait tremper dans différentes liqueurs, comme dans l'eau pure, dans la lie de vin, dans l'eau qui s'était égouttée d'un fumier, dans de l'eau salée. Enfin, dans plusieurs cantons, j'ai semé des glands avec de l'avoine; dans plusieurs autres, j'en ai semé que j'avais fait germer auparavant dans de la terre. Je vais rapporter en peu de mots le résultat de toutes ces épreuves, et de plusieurs autres que je supprime ici pour ne pas rendre cette énumération trop longue.

La nature du terrain où j'ai fait ces essais m'a paru semblable dans toute son étendue; c'est une terre fort pétrissable, un tant soit peu mêlée de glaise, retenant l'eau longtemps, et se séchant assez difficilement, formant par la gelée et par la sécheresse une espèce de croûte avec plusieurs petites fentes à sa surface, produisant naturellement une grande quantité d'hièble dans les endroits cultivés, et de geniè-

(1) Cette opération ayant été faite en 1734, et le bois semé la même année, on a recépé les jeunes plants en 1738 pour leur donner plus de vigueur. Vingt ans après, c'est-à-dire en 1758, ils formaient un bois dont les arbres avaient communément 8 à 9 pouces de tour au pied du tronc. On a coupé ce bois la même année, c'est-à-dire vingt-quatre ans après l'avoir semé. Le produit n'a pas été tout à fait moitié du produit d'un bois ancien de pareil âge dans le même terrain: mais aujourd'hui, en 1774, ce même bois, qui n'a que seize ans, est aussi garni, et produira tout autant que les bois anciennement plantés; et malgré l'inégalité de la profondeur du terrain, qui varie depuis 1 pied et demi jusqu'à 4 pieds et demi, on ne s'aperçoit d'aucune différence dans la grosseur des baliveaux réservés dans les taillis.

vre dans les endroits en friche. Ce terrain est environné de tous côtés de bois d'une belle venue. J'ai fait semer avec soin tous les glands un à un et à un pied de distance les uns des autres, de sorte qu'il en est entré environ douze mesures ou boisseaux de Paris dans chaque arpent. Je crois qu'il est nécessaire de rapporter ces faits pour qu'on puisse juger plus sainement de ceux qui doivent suivre.

L'année d'après, j'ai observé avec grande attention l'état de ma plantation, et j'ai reconnu que dans le canton dont j'espérais le plus, et que j'avais fait labourer trois fois et semer avant l'hiver, la plus grande partie des glands n'avaient pas levé; les pluies de l'hiver avaient tellement battu et corroyé la terre, qu'ils n'avaient pu percer : le petit nombre de ceux qui avaient pu trouver issue n'avaient paru que fort tard, environ à la fin de juin; ils étaient faibles, effilés : la feuille était jaunâtre, languissante, et ils étaient si loin les uns des autres, le canton était si peu garni, que j'eus quelques regrets aux soins qu'ils avaient coûtés. Le canton qui n'avait eu que deux labours, et qui avait aussi été semé pendant l'hiver, ressemblait assez au premier; cependant, il y avait un assez grand nombre de jeunes chênes, parce que, la terre étant moins divisée par le labour, la pluie n'avait pu la battre autant que celle du premier canton. Le troisième, qui n'avait eu qu'un seul labour, était, par la même raison, un peu mieux peuplé que le second; mais cependant il l'était si mal, que plus des trois quarts de mes glands avaient encore manqué.

Cette épreuve me fit connaître que, dans les terrains forts et mêlés de glaise, il ne faut pas labourer et semer avant l'hiver : j'en fus entièrement convaincu en jetant les yeux sur les autres cantons. Ceux que j'avais fait labourer et semer au printemps étaient bien mieux garnis : mais ce qui me surprit, c'est que les endroits où j'avais fait planter le gland à la pioche, sans aucune culture précédente, étaient considérablement plus peuplés que les autres; ceux même où l'on n'avait fait que cacher les glands sous l'herbe étaient assez bien fournis, quoique les mulots, les pigeons ramiers et d'autres animaux en eussent emporté une grande quantité. Les cantons où les glands avaient été semés à six pouces de profondeur se trouvèrent beaucoup moins garnis que ceux où on les avait fait semer à un pouce ou deux de profondeur. Dans un petit canton où j'en avais fait semer à un pied de profondeur, il n'en parut pas un, quoique dans un endroit où j'en avais fait mettre à neuf pouces il y en eût levé plusieurs. Ceux qui avaient été trempés pendant huit jours dans la lie de vin et dans l'égout du fumier sortirent de terre plus tôt que les autres. Presque tous les arbres gros et petits que j'avais fait tirer de mes taillis ont péri à la première ou à la seconde année, tandis que ceux que j'avais tirés de mes pépinières ont presque tous réussi. Mais ce qui me donna le plus de satisfaction, ce fut le canton où j'avais fait planter au printemps les glands que j'avais fait auparavant germer dans la terre; il n'en avait presque point manqué : à la vérité, ils ont levé plus tard que les autres; ce que j'attribue à ce qu'en les transportant ainsi tous germés, on cassa la radicule de plusieurs de ces glands.

Les années suivantes n'ont apporté aucun changement à ce qui s'est annoncé dès la première année. Les jeunes chênes du canton labouré trois fois sont demeurés

toujours un peu au-dessous des autres : ainsi je crois pouvoir assurer que, pour semer une terre forte et glaiseuse, il faut conserver le gland pendant l'hiver dans la terre, en faisant un lit de deux poudres de glands sur un lit de terre d'un demi-pied, puis un lit de terre et un lit de glands toujours alternativement, et enfin en couvrant le magasin d'un pied de terre pour que la gelée ne puisse y pénétrer. On en tirera le gland au commencement de mars, et on le plantera à un pied de distance. Ces glands qui ont germé sont déjà autant de jeunes chênes, et le succès d'une plantation faite de cette façon n'est pas douteux ; la dépense même n'est pas considérable, car il ne faut qu'un seul labour. Si l'on pouvait se garantir des mulots et des oiseaux, on réussirait tout de même et sans aucune dépense, en mettant en automne le gland sous l'herbe ; car il perce et s'enfonce de lui-même et réussit à merveille sans aucune culture dans les friches dont le gazon est fin, serré et bien garni, ce qui indique presque toujours un terrain ferme et glaiseux.

Comme je pense que la meilleure façon de semer du bois dans un terrain fort et mêlé de glaise est de faire germer les glands dans la terre, il est bon de rassurer sur le petit inconvénient dont j'ai parlé. On transporte le gland germé dans des mannequins, des corbeilles, des paniers, et on ne peut éviter de rompre la racine de plusieurs de ces glands ; mais cela ne leur fait d'autre mal que de retarder leur sortie de terre de quinze jours ou trois semaines, ce qui même n'est pas un mal, parce qu'on évite par là celui que la gelée des matinées de mai fait aux graines qui ont levé de bonne heure, et qui est bien plus considérable. J'ai pris des glands germés auxquels j'ai coupé le tiers, la moitié, les trois quarts et même toute la racine ; je les ai semés dans un jardin où je pouvais les observer à toute heure ; ils ont tous levé ; mais les plus mutilés ont levé les derniers. J'ai semé d'autres glands germés auxquels, outre la racine, j'avais encore ôté l'un des lobes ; ils ont encore levé : mais si l'on retranche les deux lobes, ou si l'on coupe la plume, qui est la partie essentielle de l'embryon végétal, ils périssent également.

Dans l'autre moitié de mon terrain, dont je n'ai pas encore parlé, il y a un canton dont la terre est bien moins forte que celle que j'ai décrite, et où elle est même mêlée de quelques pierres à un pied de profondeur ; c'était un champ qui rapportait beaucoup de grain, et qui avait été bien cultivé. Je le fis labourer avant l'hiver ; et aux mois de novembre, décembre et février, j'y plantai une collection nombreuse de toutes les espèces d'arbres des forêts, que je fis arracher dans mes bois taillis de toute grandeur, depuis trois pieds jusqu'à dix et douze de hauteur. Une grande partie de ces arbres n'a pas repris ; et de ceux qui ont poussé à la première sève, un grand nombre a péri pendant les chaleurs du mois d'août, plusieurs ont péri à la seconde, et encore d'autres la troisième et la quatrième année : de sorte que de tous ces arbres, quoique plantés et arrachés avec soin, et même avec des précautions peu communes, il ne m'est resté que des merisiers, des aliziers, des cormiers, des frênes et des ormes ; encore les aliziers et les frênes sont-ils languissants, ils n'ont pas augmenté d'un pied de hauteur en cinq ans ; les

cormiers sont plus vigoureux ; mais les merisiers et les ormes sont ceux qui de tous ont le mieux réussi. Cette terre se couvrit pendant l'été d'une prodigieuse quantité de mauvaises herbes, dont les racines détruisirent plusieurs de mes arbres. Je fis semer aussi dans ce canton des glands germés ; les mauvaises herbes en étouffèrent une grande partie. Ainsi je crois que, dans les bons terrains, qui sont d'une nature moyenne entre les terres fortes et les terres légères, il convient de semer de l'avoine avec les glands, pour prévenir la naissance des mauvaises herbes, dont la plupart sont vivaces, et qui font beaucoup plus de tort aux jeunes chênes que l'avoine, qui cesse de pousser des racines au mois de juillet. Cette observation est sûre ; car, dans le même terrain, les glands que j'avais fait semer avec l'avoine avaient mieux réussi que les autres. Dans le reste de mon terrain, j'ai fait planter de jeunes chênes, de l'ormille et d'autres jeunes plants tirés de mes pépinières, qui ont bien réussi : ainsi je crois pouvoir conclure, avec connaissance de cause, que c'est perdre de l'argent et du temps que de faire arracher de jeunes arbres dans les bois pour les transporter dans des endroits où on est obligé de les abandonner et de les laisser sans culture, et que quand on veut faire des plantations considérables d'autres arbres que de chêne ou de hêtre, dont les graines sont fortes, et surmontent presque tous les obstacles, il faut des pépinières où l'on puisse élever et soigner les jeunes arbres pendant les deux premières années ; après quoi on les pourra planter avec succès pour faire du bois.

M'étant donc instruit à mes dépens en faisant cette plantation, j'entrepris l'année suivante d'en faire une autre presque aussi considérable dans un terrain tout différent ; la terre y est sèche, légère, mêlée de gravier, et le sol n'a pas huit pouces de profondeur, au-dessous duquel on trouve la pierre. J'y fis aussi un grand nombre d'épreuves dont je ne rapporterai pas le détail ; je me contenterai d'avertir qu'il faut labourer ces terrains et les semer avant l'hiver. Si l'on ne sème qu'au printemps, la chaleur du soleil fait périr les graines : si on se contente de les jeter ou de les placer sur la terre, comme dans les terrains forts, elles se dessèchent et périssent, parce que l'herbe qui fait le gazon de ces terres légères n'est pas assez garnie et assez épaisse pour les garantir de la gelée pendant l'hiver, et de l'ardeur du soleil au printemps. Les jeunes arbres arrachés dans les bois réussissent encore moins dans ces terrains que dans les terres fortes ; et si on veut les planter, il faut le faire avant l'hiver avec de jeunes plants pris en pépinière.

Je ne dois pas oublier de rapporter une expérience qui a un rapport immédiat avec notre sujet. J'avais envie de connaître les espèces de terrains qui sont absolument contraires à la végétation, et pour cela j'ai fait remplir une demi-douzaine de grandes caisses à mettre des orangers, de matières toutes différentes : la première, de glaise bleue ; la seconde, de graviers gros comme des noisettes ; la troisième, de glaise couleur d'orange ; la quatrième, d'argile blanche ; la cinquième, de sable blanc ; et la sixième, de fumier de vache bien pourri. J'ai semé dans chacune de ces caisses un nombre égal de glands, de châtaignes et de graines de frêne et j'ai laissé les caisses à l'air sans les soigner et sans les arroser : la graine

de frêne n'a levé dans aucune de ces terres; les châtaigniers ont levé et ont vécu, mais sans faire de progrès, dans la caisse de glaise bleue; à l'égard des glands, il en a levé une grande quantité dans toutes les caisses, à l'exception de celle qui contenait la glaise orangée, qui n'a rien produit du tout. J'ai observé que les jeunes chênes qui avaient levé dans la glaise bleue et dans l'argile quoiqu'un peu effilés au sommet, étaient forts et vigoureux en comparaison des autres; ceux qui étaient dans le fumier pourri, dans le sable et dans le gravier, étaient faibles, avaient la feuille jaune, et paraissaient languissants. En automne j'en fis enlever deux dans chaque caisse: l'état des racines répondait à celui de la tige; car, dans les glaises, la racine était forte, et n'était proprement qu'un pivot gros et ferme, long de trois à quatre pouces, qui n'avait qu'une ou deux ramifications. Dans le gravier, au contraire, et dans le sable, la racine s'était fort allongée, et s'était prodigieusement divisée; elle ressemblait, si je peux m'exprimer ainsi, à une longue coupe de cheveux. Dans le fumier, la racine n'avait guère qu'un pouce ou deux de longueur, et s'était divisée, dès sa naissance, en deux ou trois cornes courtes et faibles. Il est aisé de donner les raisons de ces différences: mais je ne veux ici tirer de cette expérience qu'une vérité utile, c'est que le gland peut venir dans tous les terrains. Je ne dissimulerai pas cependant que j'ai vu, dans plusieurs provinces de France, des terrains d'une vaste étendue couverts d'une petite espèce de bruyère, où je n'ai pas vu un chêne ni aucune autre espèce d'arbres: la terre de ces cantons est légère comme de la cendre noire, poudreuse, sans aucune liaison. J'ai fait ultérieurement des expériences sur ces espèces de terres, que je rapporterai dans la suite de ce mémoire, et qui m'ont convaincu que si les chênes n'y peuvent croître, les pins, les sapins, et peut-être quelques autres arbres utiles peuvent y venir. J'ai élevé des graines et je cultive actuellement une grande quantité de ces arbres: j'ai remarqué qu'ils demandent un terrain semblable à celui que je viens de décrire. Je suis donc persuadé qu'il n'y a point de terrain, quelque mauvais, quelque ingrat qu'il paraisse, dont on ne pût tirer parti, même pour planter des bois; il ne s'agirait que de connaître les espèces d'arbres qui conviendraient aux différents terrains.

ARTICLE IV.

SUR LA CULTURE ET L'EXPLOITATION DES FORÊTS.

Dans les arts qui sont de nécessité première, tels que l'agriculture, les hommes, même les plus grossiers, arrivent, à force d'expériences, à des pratiques utiles: la manière de cultiver le blé, la vigne, les légumes et les autres productions de la terre, que l'on recueille tous les ans, est mieux et plus généralement connue que la façon d'entretenir et cultiver une forêt; et quand même la culture des champs serait defectueuse à plusieurs égards, il est pourtant certain que les usages établis

sont fondés sur des expériences continuellement répétées, dont les résultats sont des espèces d'approximations du vrai. Le cultivateur, éclairé par un intérêt toujours nouveau, apprend à ne pas se tromper, ou du moins à se tromper peu sur les moyens de rendre son terrain plus fertile.

Ce même intérêt se trouvant partout, il serait naturel de penser que les hommes ont donné quelque attention à la culture des bois : cependant rien n'est moins connu, rien n'est plus négligé ; le bois paraît être un présent de la nature, qu'il suffit de recevoir tel qu'il sort de ses mains. La nécessité de le faire valoir ne s'est pas fait sentir ; et la manière d'en jouir n'étant pas fondée sur des expériences assez répétées, on ignore jusqu'aux moyens les plus simples de conserver les forêts et d'augmenter leur produit.

Je n'ai garde de vouloir insinuer par là que les recherches et les observations que j'ai faites sur cette matière soient des découvertes admirables ; je dois avertir, au contraire, que ce sont des choses communes, mais que leur utilité peut rendre importante. J'ai déjà donné dans l'article précédent mes vues sur ce sujet ; je vais dans celui-ci étendre ces vues en présentant de nouveaux faits.

Le produit d'un terrain peut se mesurer par la culture ; plus la terre est travaillée, plus elle rapporte de fruits : mais cette vérité, d'ailleurs si utile, souffre quelques exceptions, et dans les bois une culture prématurée et mal entendue cause la disette au lieu de produire l'abondance ; par exemple on imagine, et je l'ai cru longtemps, que la meilleure manière de mettre un terrain en nature de bois est de nettoyer ce terrain, et de le bien cultiver avant que de semer les glands ou les graines qui doivent un jour le couvrir de bois, et je n'ai été désabusé de ce préjugé, qui paraît si raisonnable, que par une longue suite d'observations. J'ai fait des semis considérables et des plantations assez vastes ; je les ai faites avec précaution ; j'ai souvent fait arracher les genièvres, les bruyères, et jusqu'aux moindres plantes que je regardais comme nuisibles, pour cultiver à fond, et par plusieurs labours, les terrains que je voulais ensemenner. Je ne doutais pas du succès d'un semis fait avec tous ces soins ; mais, au bout de quelques années, j'ai reconnu que ces mêmes soins n'avaient servi qu'à retarder l'accroissement de mes jeunes plants, et que cette culture précédente, qui m'avait donné tant d'espérance, m'avait causé des pertes considérables : ordinairement on dépense pour acquérir, ici la dépense nuit à l'acquisition.

Si l'on veut donc réussir à faire croître du bois dans un terrain de quelque qualité qu'il soit, il faut imiter la nature ; il faut y planter et y semer des épines et des buissons qui puissent rompre la force du vent, diminuer celle de la gelée, et s'opposer à l'intempérie des saisons ; ces buissons sont des abris qui garantissent les jeunes plants et les protègent contre l'ardeur du soleil et la rigueur des frimas. Un terrain couvert, ou plutôt à demi couvert de genièvres, de bruyères, est un bois à moitié fait, et qui a peut-être dix ans d'avance sur un terrain net et cultivé. Voici les observations qui m'en ont assuré

J'ai deux pièces de terre d'environ quarante arpents chacune, semées en bois

depuis neuf ans : ces deux pièces sont environnées de tous côtés de bois taillis. L'une des deux était un champ cultivé : on a semé également et en même temps plusieurs cantons dans cette pièce, les uns dans le milieu de la pièce, les autres le long des bois taillis; tous les cantons du milieu sont dépeuplés, tous ceux qui avoisinent le bois sont bien garnis. Cette différence n'était pas sensible à la première année, pas même à la seconde; mais je me suis aperçu à la troisième année d'une petite diminution dans le nombre des jeunes plants du canton du milieu, et, les ayant observés exactement, j'ai vu qu'à chaque été et à chaque hiver des années suivantes, il en a péri considérablement, et les fortes gelées de 1740 ont achevé de désoler ces cantons, tandis que tout est florissant dans les parties qui s'étendent le long des bois taillis; les jeunes arbres y sont verts, vigoureux, plantés tous les uns contre les autres, et ils se sont élevés sans aucune culture à quatre ou cinq pieds de hauteur : il est évident qu'ils doivent leur accroissement au bois voisin, qui leur a servi d'abri contre les injures des saisons. Cette pièce de quarante arpents est actuellement environnée d'une lisière, de cinq à six perches de largeur, d'un bois naissant qui donne les plus belles espérances; à mesure qu'on s'éloigne pour gagner le milieu, le terrain est moins garni; et, quand on arrive à douze ou quinze perches de distance des bois taillis, à peine s'aperçoit-on qu'il ait été planté. L'exposition trop découverte est la seule cause de cette différence, car le terrain est absolument le même au milieu de la pièce et le long du bois : ces terrains avaient en même temps reçu les mêmes cultures; ils avaient été semés de la même façon et avec les mêmes graines. J'ai eu occasion de répéter cette observation dans des semis encore plus vastes, où j'ai reconnu que le milieu des pièces est toujours dégarni, et que, quelque attention qu'on ait à resemer cette partie du terrain tous les ans, elle ne peut se couvrir de bois, et reste en pure perte au propriétaire.

Pour remédier à cet inconvénient, j'ai fait faire deux fossés qui se coupent à angles droits dans le milieu de ces pièces, et j'ai fait planter des épines, du peuplier et d'autres bois blancs, tout le long de ces fossés : cet abri, quoique léger, a suffi pour garantir les jeunes plants voisins du fossé; et, par cette petite dépense, j'ai prévenu la perte totale de la plus grande partie de ma plantation.

L'autre pièce de quarante arpents dont j'ai parlé était, avant la plantation, composée de vingt arpents d'un terrain net et bien cultivé, et de vingt autres arpents en friche et recouverts d'un grand nombre de genièvres et d'épines : j'ai fait semer en même temps la plus grande partie de ces deux terrains; mais, comme on ne pouvait pas cultiver celui qui était couvert de genièvres, je me suis contenté d'y faire jeter des glands à la main sous les genièvres, et j'ai fait mettre dans les places découvertes le gland sous le gazon au moyen d'un seul coup de pioche; on y avait épargné même la graine, dans l'incertitude du succès, et je l'avais fait prodiguer dans le terrain cultivé. L'événement a été tout différent de ce que j'avais pensé; le terrain découvert et cultivé se couvrit à la première année d'une grande quantité de jeunes chênes; mais peu à peu cette quantité a diminué, et elle serait aujourd'hui presque réduite à rien sans les soins que je me suis donnés pour en conserver le reste. Le

terrain, au contraire, qui était couvert d'épines et de genièvres, est devenu en neuf ans un petit bois où les jeunes chênes se sont élevés à cinq ou six pieds de hauteur. Cette observation prouve encore mieux que la première, combien l'abri est nécessaire à la conservation et à l'accroissement des jeunes plants; car je n'ai conservé ceux qui étaient dans le terrain trop découvert, qu'en plantant au printemps des boutures de peupliers et des épines, qui, après avoir pris racine, ont fait un peu de couvert, et ont défendu les jeunes chênes, trop faibles pour résister par eux-mêmes à la rigueur des saisons.

Pour convertir en bois un champ ou tout autre terrain cultivé, le plus difficile est donc de faire du couvert. Si l'on abandonne un champ, il faut vingt ou trente ans à la nature pour y faire croître des épines et des bruyères; ici il faut une culture qui, dans un an ou deux, puisse mettre le terrain au même état où il se trouve après une non-culture de vingt ans.

J'ai fait à ce sujet différentes tentatives; j'ai fait semer de l'épine, du genièvre et plusieurs autres graines avec le gland: mais il faut trop de temps à ces graines pour lever et s'élever; la plupart demeurent en terre pendant deux ans; et j'ai aussi inutilement essayé des graines qui me paraissaient plus hâtives; il n'y a que la graine de marseau qui réussisse et qui croisse assez promptement sans culture: mais je n'ai rien trouvé de mieux pour faire du couvert que de planter des boutures de peuplier ou quelques pieds de tremble en même temps qu'on sème le gland dans un terrain humide; et, dans les terrains secs, des épines, du sureau et quelques pieds de sumach de Virginie; ce dernier arbre surtout, qui est à peine connu des gens qui ne sont pas botanistes, se multiplie de rejetons avec une telle facilité, qu'il suffira d'en mettre un pied dans un jardin pour que tous les ans on puisse en porter un grand nombre dans ses plantations; et les racines de cet arbre s'étendent si loin qu'il n'en faut qu'une douzaine de pieds par arpent pour avoir du couvert au bout de trois ou quatre ans: on observera seulement de les faire couper jusqu'à terre à la seconde année, afin de faire pousser un plus grand nombre de rejetons. Après le sumach, le tremble est le meilleur, car il pousse des rejetons à quarante ou cinquante pas; et j'ai garni plusieurs endroits de mes plantations, en faisant seulement abattre quelques trembles qui s'y trouvaient par hasard. Il est vrai que cet arbre ne se transplante pas aisément, ce qui doit faire préférer le sumach: de tous les arbres que je connais, c'est le seul qui, sans aucune culture, croisse et multiplie au point de garnir un terrain en aussi peu de temps; ses racines courent presque à la surface de la terre; ainsi elles ne font aucun tort à celles des jeunes chênes, qui pivotent et s'enfoncent dans la profondeur du sol. On ne doit pas craindre que ce sumach ou les autres mauvaises espèces de bois, comme le tremble, le peuplier et le marseau, puissent nuire aux bonnes espèces, comme le chêne et le hêtre: ceux-ci ne sont faibles que dans leur jeunesse; et, après avoir passé les premières années à l'ombre et à l'abri des autres arbres, bientôt ils s'élèveront au-dessus, et, devenant plus forts, ils étoufferont tout ce qui les environnera.

Je l'ai dit et je le répète, on ne peut trop cultiver la terre lorsqu'elle nous rend tous les ans le fruit de nos travaux ; mais lorsqu'il faut attendre vingt-cinq ou trente ans pour jouir, lorsqu'il faut faire une dépense considérable pour arriver à cette jouissance, on a raison d'examiner, on a peut-être raison de se dégoûter. Le fonds ne vaut que par le revenu : et quelle différence d'un revenu annuel à un revenu éloigné, même incertain !

J'ai voulu m'assurer, par des expériences constantes, des avantages de la culture par rapport au bois ; et, pour arriver à des connaissances précises, j'ai fait semer dans un jardin quelques glands de ceux que je semais en même temps et en quantité dans mes bois ; j'ai abandonné ceux-ci aux soins de la nature, et j'ai cultivé ceux-là avec toutes les recherches de l'art. En cinq années les chênes de mon jardin avaient acquis une tige de dix pieds, et de deux à trois pouces de diamètre, et une tête assez formée pour pouvoir se mettre aisément à l'ombre dessous ; quelques-uns de ces arbres ont même donné, dès la cinquième année, du fruit, qui, étant semé au pied de ses pères, a produit d'autres arbres redevables de leur naissance à la force d'une culture assidue et étudiée. Les chênes de mes bois, semés en même temps, n'avaient, après cinq ans, que deux ou trois pieds de hauteur (je parle des plus vigoureux, car le plus grand nombre n'avait pas un pied) ; leur tige était à peu près grosse comme le doigt ; leur forme était celle d'un petit buisson ; leur mauvaise figure, loin d'annoncer de la postérité, laissait douter s'ils auraient assez de force pour se conserver eux-mêmes. Encouragé par ce succès de culture, et ne pouvant souffrir les avortons de mes bois, lorsque je les comparais aux arbres de mon jardin, je cherchai à me tromper moi-même sur la dépense, et j'entrepris de faire dans mes bois un canton assez considérable, où j'élèverais les arbres avec les mêmes soins que dans mon jardin : il ne s'agissait pas moins que de faire fouiller la terre à deux pieds et demi de profondeur, de la cultiver d'abord comme on cultive un jardin, et, pour améliorations, de faire conduire dans ce terrain, qui me paraissait un peu trop ferme et trop froid, plus de deux cents voitures de mauvais bois de recoupe et de copeaux que je fis brûler sur la place, et dont on mêla les cendres avec la terre. Cette dépense allait déjà beaucoup au delà du quadruple de la valeur du fonds ; mais je me satisfaisais, et je voulais avoir du bois en cinq ans. Mes espérances étaient fondées sur ma propre expérience, sur la nature d'un terrain choisi entre cent autres terrains, et plus encore sur la résolution de ne rien épargner pour réussir ; car c'était une expérience : cependant elles ont été trompées ; j'ai été contraint, dès la première année, de renoncer à mes idées, et à la troisième j'ai abandonné ce terrain avec un dégoût égal à l'empressement que j'avais eu pour le cultiver. On n'en sera pas surpris lorsque je dirai qu'à la première année, outre les ennemis que j'eus à combattre, comme les mulots, les oiseaux, etc., la quantité de mauvaises herbes fut si grande, qu'on était obligé de sarcler continuellement, et qu'en le faisant à la main et avec la plus grande précaution, on ne pouvait cependant s'empêcher de déranger les racines des petits arbres naissants ; ce qui leur causait un préjudice sensible. Je me souvins alors, mais trop tard, de la remarque

des jardiniers, qui, la première année, n'attendent rien d'un jardin neuf, et qui ont bien de la peine dans les trois premières années à purger le terrain des mauvaises herbes dont il est rempli. Mais ce ne fut pas là le plus grand inconvénient : l'eau me manqua pendant l'été; et ne pouvant arroser mes jeunes plants, ils en souffrirent d'autant plus qu'ils y avaient été accoutumés au printemps : d'ailleurs le grand soin avec lequel on ôtait les mauvaises herbes par de petits labours réitérés, avait rendu le terrain net, et sur la fin de l'été, la terre était devenue brûlante et d'une sécheresse affreuse ; ce qui ne serait point arrivé si on ne l'avait pas cultivée aussi souvent, et si on eût laissé les mauvaises herbes qui avaient crû depuis le mois de juillet. Mais le tort irréparable fut celui que causa la gelée du printemps suivant ; mon terrain, quoique bien situé, n'était pas assez éloigné des bois pour que la transpiration des feuilles naissantes des arbres ne se répandît pas sur mes jeunes plants ; cette humidité, accompagnée d'un vent de nord, les fit geler au 16 de mai, et, dès ce jour, je perdis presque toutes mes espérances. Cependant je ne voulus point encore abandonner entièrement mon projet ; je tâchai de remédier au mal causé par la gelée, en faisant couper toutes les parties mortes ou malades. Cette opération fit un grand bien ; mes jeunes arbres reprirent de la vigueur, et comme je n'avais qu'une certaine quantité d'eau à leur donner, je la réservai pour le besoin pressant ; je diminuai aussi le nombre des labours, crainte de trop dessécher la terre, et je fus assez content du succès de ces petites attentions : la séve d'août fut abondante, et mes jeunes plants poussèrent plus vigoureusement qu'au printemps. Mais le but principal était manqué ; le grand et prompt accroissement que je désirais se réduisait au quart de ce que j'avais espéré et de ce que j'avais vu dans mon jardin : cela ralentit beaucoup mon ardeur, et je me contentai, après avoir fait un peu élaguer mes jeunes plants, de leur donner deux labours l'année suivante, et encore y eut-il un espace d'environ un quart d'arpent qui fut oublié, et qui ne reçut aucune culture. Cet oubli me valut une connaissance ; car j'observai, avec quelque surprise, que les jeunes plants de ce canton étaient aussi vigoureux que ceux du canton cultivé ; et cette remarque changea mes idées au sujet de la culture, et me fit abandonner ce terrain, qui m'avait tant coûté. Avant que de le quitter, je dois avertir que ces cultures ont cependant fait avancer considérablement l'accroissement des jeunes arbres, et que je ne me suis trompé sur cela que du plus au moins. Mais la grande erreur de tout ceci est la dépense : le produit n'est point du tout proportionné ; et plus on répand d'argent dans un terrain qu'on veut convertir en bois, plus on se trompe : c'est un intérêt qui décroît à mesure qu'on fait de plus grands fonds.

Il faut donc tourner ses vues d'un autre côté, la dépense devenant trop forte ; il faut renoncer à ces cultures extraordinaires, et même à ces cultures qu'on donne ordinairement aux jeunes plants deux fois l'année en serfouissant légèrement la terre à leur pied : en outre des inconvénients réels de cette dernière espèce de culture, celui de la dépense est suffisant pour qu'on s'en dégoûte aisément surtout si l'on peut y substituer quelque chose de meilleur et qui coûte beaucoup moins.

Le moyen de suppléer aux labours et presque à toutes les autres espèces de cultures, c'est de couper les jeunes plants jusqu'àuprès de terre : ce moyen, tout simple qu'il paraît, est d'une utilité infinie, et lorsqu'il est mis en œuvre à propos, il accélère de plusieurs années le succès d'une plantation. Qu'on me permette à ce sujet un peu de détail, qui peut-être ne déplaira pas aux amateurs de l'agriculture.

Tous les terrains peuvent se réduire à deux espèces, savoir, les terrains forts et les terrains légers : cette division, quelque générale qu'elle soit, suffit à mon dessein. Si l'on veut semer dans un terrain léger, on peut le faire labourer; cette opération fait d'autant plus d'effet et cause d'autant moins de dépense que le terrain est plus léger : il ne faut qu'un seul labour, et on sème le gland en suivant la charrue. Comme ces terrains sont ordinairement secs et brûlants, il ne faut point arracher les mauvaises herbes que produit l'été suivant; elles entraînent une fraîcheur bienfaisante, et garantissent les petits chênes de l'ardeur du soleil; ensuite, venant à périr et à sécher pendant l'automne, elles servent de chaume et d'abri pendant l'hiver, et empêchent les racines de geler : il ne faut donc aucune espèce de culture dans ces terrains sablonneux. J'ai semé en bois un grand nombre d'arpents de cette nature de terrain, et j'ai réussi au delà de mes espérances : les racines des jeunes arbres, trouvant une terre légère et aisée à diviser, s'étendent et profitent de tous les sucs qui leur sont offerts; les pluies et les rosées pénètrent facilement jusqu'aux racines. Il ne faut qu'un peu de couvert et d'abri pour faire réussir un semis dans des terrains de cette espèce : mais il est bien plus difficile de faire croître du bois dans des terrains forts, et il faut une pratique toute différente. Dans ces terrains, les premiers labours sont inutiles et souvent nuisibles; la meilleure manière est de planter les glands à la pioche sans aucune culture précédente : mais il ne faut pas les abandonner comme les premiers, au point de les perdre de vue et de n'y plus penser; il faut au contraire les visiter souvent; il faut observer la hauteur à laquelle ils se seront élevés la première année, observer ensuite s'ils ont poussé plus vigoureusement à la seconde année qu'à la première, et à la troisième qu'à la seconde. Tant que l'accroissement va en augmentant, ou même tant qu'il se soutient sur le même pied, il ne faut pas y toucher : mais on s'apercevra ordinairement à la troisième année que l'accroissement va en diminuant : et si on attend la quatrième, la cinquième, la sixième, etc., on reconnaîtra que l'accroissement de chaque année est toujours plus petit. Ainsi dès qu'on s'apercevra que, sans qu'il y ait eu de gelées ou d'autres accidents, les jeunes arbres commencent à croître de moins en moins, il faut les faire couper jusqu'à terre au mois de mars, et l'on gagnera un grand nombre d'années. Le jeune arbre, livré à lui-même dans un terrain fort et serré, ne peut étendre ses racines; la terre trop dure les fait refouler sur elles-mêmes; les petits filets tendres et herbacés, qui doivent nourrir l'arbre et former la nouvelle production de l'année, ne peuvent pénétrer la substance trop ferme de la terre. Ainsi l'arbre languit privé de nourriture, et la production annuelle diminue souvent jusqu'au point de ne donner que des feuilles et quelques boutons. Si vous coupez cet arbre, toute la force de la sève se

porte aux racines, en développe tous les germes, et, agissant avec plus de puissance contre le terrain qui leur résiste, les jeunes racines s'ouvrent des chemins nouveaux, et divisent, par le surcroît de leur force, cette terre qu'elles avaient jusqu'alors vainement attaquée; elles y trouvent abondamment des suc nourriciers; et dès qu'elles sont établies dans ce nouveau pays, elles poussent avec vigueur au dehors la surabondance de leur nourriture, et produisent, dès la première année, un jet plus vigoureux et plus élevé que ne l'était l'ancienne tige de trois ans. J'ai si souvent réitéré cette expérience, que je dois la donner comme un fait sûr, et comme la pratique la plus utile que je connaisse dans la culture des bois.

Dans un terrain qui n'est que ferme sans être trop dur, il suffira de récolter une seule fois les jeunes plants pour les faire réussir. J'ai des cantons assez considérables, d'une terre ferme et pétrissable, où les jeunes plants n'ont été coupés qu'une fois, où ils croissent à merveille, et où j'aurai du bois taillis prêt à couper dans quelques années. Mais j'ai remarqué, dans un autre endroit où la terre est extrêmement forte et dure, qu'ayant fait couper à la seconde année mes jeunes plants, parce qu'ils étaient languissants, cela n'a pas empêché qu'au bout de quatre autres années on ait été obligé de les couper une seconde fois; et je vais rapporter une autre expérience, qui fera voir la nécessité de couper deux fois dans de certains cas.

J'ai fait planter depuis dix ans un nombre très-considérable d'arbres de plusieurs espèces, comme des ormes, des frênes, des charmes, etc. La première année, tous ceux qui reprirent poussèrent assez vigoureusement; la seconde année, ils ont poussé plus faiblement; la troisième année, plus languissamment: ceux qui me parurent les plus malades étaient ceux qui étaient les plus gros et les plus âgés lorsque je les fis transplanter. Je voyais que la racine n'avait pas la force de nourrir ces grandes tiges; cela me détermina à les faire couper. Je fis faire la même opération aux plus petites les années suivantes, parce que leur langueur devint telle que, sans un prompt secours, elle ne laissait plus rien à espérer. Cette première coupe renouvela mes arbres et leur donna beaucoup de vigueur, surtout pendant les deux premières années; mais à la troisième je m'aperçus d'un peu de diminution dans l'accroissement: je l'attribuai d'abord à la température des saisons de cette année, qui n'avait pas été aussi favorable que celles des années précédentes; mais je reconnus clairement, pendant l'année suivante, qui fut heureuse pour les plantes, que le mal n'avait pas été causé par la seule intempérie des saisons; l'accroissement de mes arbres continuait à diminuer, et aurait toujours diminué, comme je m'en suis assuré en laissant sur pied quelques-uns d'entre eux, et si je ne les avais pas fait couper une seconde fois. Quatre ans se sont écoulés depuis cette seconde coupe, sans qu'il y ait eu de diminution dans l'accroissement, et ces arbres, qui sont plantés dans un terrain qui est en friche depuis plus de vingt ans, et qui n'ont jamais été cultivés au pied, ont autant de force et la feuille aussi verte que des arbres de pépinière; preuve évidente que la coupe faite à propos peut suppléer à toute autre culture.

Les auteurs d'agriculture sont bien éloignés de penser comme nous sur ce sujet ils répètent tous les uns après les autres que pour avoir une futaie, pour avoir des arbres d'une belle venue, il faut bien se garder de couper le sommet des jeunes plants, et qu'il faut conserver avec grand soin le *montant*, c'est-à-dire le jet principal. Ce conseil n'est bon que dans de certains cas particuliers ; mais il est généralement vrai, et je puis l'assurer après un très-grand nombre d'expériences, que rien n'est plus efficace pour redresser les arbres et pour leur donner une tige droite et nette, que la coupe faite au pied. J'ai même observé souvent que les futaies venues de graines ou de jeunes plants n'étaient pas si belles ni si droites que les futaies venues sur les jeunes souches. Ainsi on ne doit pas hésiter à mettre en pratique cette espèce de culture si facile et si peu coûteuse.

Il n'est pas nécessaire d'avertir qu'elle est encore plus indispensable lorsque les jeunes plants ont été gelés : il n'y a pas d'autre moyen pour les rétablir que de les récéper. On aurait dû, par exemple, récéper tous les taillis de deux ou trois ans qui ont été gelés au mois d'octobre 1740. Jamais gelée d'automne n'a fait autant de mal. La seule façon d'y remédier, c'est de couper : on sacrifie trois ans pour n'en pas perdre dix ou douze.

A ces observations générales sur la culture du bois, qu'il me soit permis de joindre quelques remarques utiles, et qui doivent même précéder toute culture.

Le chêne et le hêtre sont les seuls arbres, à l'exception des pins et de quelques autres de moindre valeur, qu'on puisse semer avec succès dans des terrains incultes. Le hêtre peut être semé dans les terrains légers ; la graine ne peut pas sortir dans une terre forte, parce qu'elle pousse au dehors son enveloppe au-dessus de la tige naissante ; ainsi il lui faut une terre meuble et facile à diviser, sans quoi elle reste et pourrit. Le chêne peut être semé dans presque tous les terrains ; toutes les autres espèces d'arbres veulent être semées en pépinière, et ensuite transplantées à l'âge de deux ou trois ans.

Il faut éviter de mettre ensemble les arbres qui ne se conviennent pas ; le chêne craint le voisinage des pins, des sapins, des hêtres et de tous les arbres qui poussent de grosses racines dans la profondeur du sol. En général, pour tirer le plus grand avantage d'un terrain, il faut planter ensemble des arbres qui puissent tirer leur nourriture presque de la surface de la terre, comme sont les trembles, les tilleuls, les marseaux et les aunes, dont les racines s'étendent et courent à quelques pouces seulement de profondeur, sans pénétrer plus avant.

Lorsqu'on veut semer du bois, il faut attendre une année abondante en glands, non-seulement parce qu'ils sont meilleurs et moins chers, mais encore parce qu'ils ne seront pas dévorés par les oiseaux, les mulots et les sangliers, qui, trouvant abondamment du gland dans les forêts, ne viendront pas attaquer votre semis ; ce qui ne manque jamais d'arriver dans des années de disette. On n'imaginerait pas jusqu'à quel point les seuls mulots peuvent détruire un semis. J'en avais fait un, il y a deux ans, de quinze à seize arpents ; j'avais semé au mois de novembre : au bout de quelques jours je m'aperçus que les mulots emportaient tous les glands. Ils habi-

tent seuls ou deux à deux, et quelquefois trois ou quatre dans un même trou. Je fis découvrir quelques-uns de ces trous, et je fus épouvanté de voir dans chacun un demi-boisseau et souvent un boisseau de glands que ces petits animaux avaient ramassés. Je donnai ordre sur-le-champ qu'on dressât dans ce canton un grand nombre de pièges où pour toute amorce on mit une noix grillée; en moins de trois semaines de temps on m'apporta près de treize cents mulots. Je ne rapporte ce fait que pour faire voir combien ils sont nuisibles, et par leur nombre, et par leur diligence à serrer autant de glands qu'il peut en entrer dans leurs trous.

ARTICLE V.

ADDITION AUX OBSERVATIONS PRÉCÉDENTES.

I. Dans un grand terrain très-ingrat et mal situé, où rien ne voulait croître, où le chêne, le hêtre et les autres arbres forestiers que j'avais semés n'avaient pu réussir, où tous ceux que j'avais plantés ne pouvaient s'élever, parce qu'ils étaient tous les ans saisis par les gelées, je fis planter en 1734 des arbres toujours verts : savoir, une centaine de petits pins (1), autant d'épicéas et de sapins que j'avais élevés dans des caisses pendant trois ans. La plupart des sapins périrent dès la première année, et les épicéas dans les années précédentes; mais les pins ont résisté et se sont emparés d'eux-mêmes d'un assez grand terrain. Dans les quatre ou cinq premières années, leur accroissement était à peine sensible. On ne les a ni cultivés ni récépés; entièrement abandonnés aux soins de la nature, ils ont commencé au bout de dix ans à se montrer en forme de petits buissons. Dix ans après, ces buissons, devenus bien plus gros, rapportaient des cônes dont le vent dispersait les graines au loin. Dix ans après, c'est-à-dire au bout de trente ans, ces buissons avaient pris de la tige; et aujourd'hui, en 1774, c'est-à-dire au bout de quarante ans, ces pins forment d'assez grands arbres dont les graines ont peuplé le terrain à plus de cent pas de distance de chaque arbre. Comme ces petits pins venus de graines étaient en trop grand nombre, surtout dans le voisinage de chaque arbre, j'en ai fait enlever un très-grand nombre pour les transplanter plus loin, de manière qu'aujourd'hui ce terrain, qui contient près de quarante arpents, est entièrement couvert de pins, et forme un petit bois toujours vert dans un grand espace qui de tout temps avait été stérile.

Lorsqu'on aura donc des terres ingrates où le bois refuse de croître, et des parties de terrains situées dans de petits vallons en montagne, où la gelée supprime les rejetons des chênes et des autres arbres qui quittent leurs feuilles, la manière la plus sûre et la moins coûteuse de peupler ces terrains est d'y planter de jeunes pins à vingt ou vingt-cinq pas les uns des autres. Au bout de trente ans tout l'es-

(1) *Pinus silvestris genevensis*.

pace sera couvert de pins, et vingt ans après on jouira de la coupe de ce bois, dont la plantation n'aura presque rien coûté; et quoique la jouissance de cette espèce de culture soit fort éloignée, la très-petite dépense qu'elle suppose, et la satisfaction de rendre vivantes des terres absolument mortes, sont des motifs plus que suffisants pour déterminer tout père de famille et tout bon citoyen, à cette pratique utile pour la postérité : l'intérêt de l'État, et à plus forte raison celui de chaque particulier, est qu'il ne reste aucune terre inculte : celles qui de toutes sont les plus stériles, et paraissent se refuser à toute culture, deviendront néanmoins aussi utiles que les autres; car un bois de pins peut rapporter autant et peut-être plus qu'un bois ordinaire, et en l'exploitant convenablement, devenir un fonds non-seulement aussi fructueux, mais aussi durable qu'un autre fonds de bois.

La meilleure manière d'exploiter les taillis ordinaires est de faire coupe nette, en laissant le moins de baliveaux qu'il est possible. Il est très-certain que ces baliveaux font plus de tort à l'accroissement des taillis, plus de perte au propriétaire qu'ils ne donnent de bénéfice, et par conséquent il y aurait de l'avantage à les supprimer tous; mais, comme l'ordonnance prescrit d'en laisser au moins seize par arpent, les gens les plus soigneux de leurs bois, ne pouvant se dispenser de cette servitude mal entendue, ont au moins grande attention à n'en pas laisser davantage, et font abattre à chaque coupe subséquente ces baliveaux réservés. Dans un bois de pins l'exploitation doit se faire tout autrement. Comme cette espèce d'arbre ne repousse pas sur souche ni des rejetons au loin, et qu'il ne se propage et multiplie que par les graines qu'il produit tous les ans, qui tombent au pied ou sont transportées par le vent aux environs de chaque arbre, ce serait détruire ce bois que d'en faire coupe nette, il faut y laisser cinquante ou soixante arbres par arpent, ou, pour mieux faire encore, ne couper que la moitié ou le tiers des arbres alternativement, c'est-à-dire éclaircir seulement le bois d'un tiers ou de moitié, ayant soin de laisser les arbres qui portent le plus de graines. Tous les dix ans on fera pour ainsi dire une demi-coupe; ou même on pourra tous les ans prendre dans ce taillis le bois dont on aura besoin. Cette dernière manière, par laquelle on jouit annuellement d'une partie du produit de son fonds, est de toutes la plus avantageuse.

L'épreuve que je viens de rapporter a été faite en Bourgogne, dans ma terre de Buffon, au-dessus des collines les plus froides et les plus stériles; la graine m'était venue des montagnes voisines de Genève. On ne connaissait point cette espèce d'arbre en Bourgogne, qui y est maintenant naturalisé, et assez multiplié pour en faire à l'avenir de très-grands cantons de bois dans toutes les terres où les autres arbres ne peuvent réussir. Cette espèce de pin pourra croître et se multiplier avec le même succès dans toutes nos provinces, à l'exception peut-être des plus méridionales, où l'on trouve une autre espèce de pin, dont les cônes sont plus allongés, et qu'on connaît sous le nom de *pin maritime* ou *pin de Bordeaux*, comme l'on connaît celui dont j'ai parlé sous le nom de *pin de Genève*. Je fis venir et semer, il y a trente-deux ans, une assez grande quantité de ces pins de Bordeaux; ils n'ont pas, à beaucoup près,

aussi bien réussi que ceux de Genève : cependant il y en a quelques-uns qui sont même d'une très-belle venue parmi les autres, et qui produisent des graines depuis plusieurs années ; mais on ne s'aperçoit pas que ces graines réussissent sans culture et peuplent les environs de ces arbres comme les graines du pin de Genève.

A l'égard des sapins et des épicéas dont j'ai voulu faire des bois par cette même méthode, si facile et si peu dispendieuse, j'avouerai qu'ayant fait souvent jeter des graines de ces arbres en très-grande quantité dans ces mêmes terres où le pin a si bien réussi, je n'en ai jamais vu le produit ni même eu la satisfaction d'en voir germer quelques-unes autour des arbres que j'avais fait planter, quoiqu'ils portent des cônes depuis plusieurs années. Il faut donc un autre procédé ou du moins ajouter quelque chose à celui que je viens de donner, si l'on veut faire des bois de ces deux dernières espèces d'arbres toujours verts.

II. Dans les bois ordinaires, c'est-à-dire dans ceux qui sont plantés de chênes, de hêtres, de charmes, de frênes et d'autres arbres dont l'accroissement est plus prompt, tels que les trembles, les bouleaux, les marscaux, les coudriers, etc., il y a du bénéfice à faire couper au bout de douze à quinze ans ces dernières espèces d'arbres, dont on peut faire des cercles ou d'autres menus ouvrages ; on coupe en même temps les épines et autres mauvais bois. Cette opération ne fait qu'éclaircir les taillis ; et, bien loin de lui porter préjudice, elle en accélère l'accroissement : le chêne, le hêtre et les autres grands arbres n'en croissent que plus vite ; en sorte qu'il y a le double avantage de tirer d'avance une partie de son revenu par la vente de ces bois blancs propres à faire des cercles, et de trouver ensuite un taillis tout composé de bois de bonne essence et d'un plus gros volume. Mais ce qui peut dégoûter de cette pratique utile, c'est qu'il faudrait pour ainsi dire la faire par ses mains ; car en vendant le *cercelage* de ces bois aux bûcherons ou aux petits ouvriers qui emploient cette denrée, on risque toujours la dégradation du taillis : il est presque impossible de les empêcher de couper furtivement des chênes ou d'autres bons arbres : et dès lors le tort qu'ils vous font, fait une grande déduction sur le bénéfice, et quelquefois l'exécède.

III. Dans les mauvais terrains qui n'ont que six pouces ou tout au plus un pied de profondeur, et dont la terre est graveleuse et maigre, on doit faire couper les taillis à seize ou dix-huit ans ; dans les terrains médiocres, à vingt-trois ou vingt-quatre ans, et dans les meilleurs fonds, il faut les attendre jusqu'à trente : une expérience de quarante ans m'a démontré que ce sont à très-peu près les termes du plus grand profit. Dans mes terres et dans toutes celles qui les environnent, même à plusieurs lieues de distance, on choisit tout le gros bois, depuis sept pouces de tour et au-dessus, pour le faire flotter et l'envoyer à Paris, et tout le menu bois est consommé par le chauffage du peuple ou par les forges ; mais, dans d'autres cantons de la province où il n'y a point de forges, et où les villages éloignés les uns des autres ne font que peu de consommation, tout le menu bois tomberait en pure perte si l'on n'avait trouvé le moyen d'y remédier en changeant les procédés de l'exploitation. On coupe ces taillis à peu près comme j'ai conseillé de cou-

per les bois de pins, avec cette différence qu'au lieu de laisser les grands arbres, on ne laisse que les petits. Cette manière d'exploiter les bois en les *jardinant* est en usage dans plusieurs endroits ; on abat tous les plus beaux brins et on laisse subsister les autres, qui, dix ans après, sont abattus à leur tour, et ainsi de dix ans en dix ans, ou de douze ans en douze ans, on a plus de moitié coupe, c'est-à-dire plus de moitié de produit. Mais cette manière d'exploitation, quoique utile, ne laisse pas d'être sujette à des inconvénients ; on ne peut abattre les plus grands arbres sans faire souffrir les petits : d'ailleurs le bûcheron étant presque toujours mal à l'aise, ne peut couper la plupart de ces arbres qu'à un demi-pied, et souvent plus d'un pied au-dessus de terre, ce qui fait un grand tort au revenu ; ces souches élevées ne poussent jamais des rejetons aussi vigoureux ni en aussi grand nombre que les souches coupées à fleur de terre, et l'une des plus utiles attentions qu'on doit donner à l'exploitation des taillis, est de faire couper tous les arbres le plus près de terre qu'il est possible.

IV. Les bois occupent presque partout le haut des coteaux et les sommets des collines et des montagnes d'une médiocre hauteur. Dans ces espèces de plaines au-dessus des montagnes, il se trouve des terrains enfoncés, des espèces de vallons secs et froids, qu'on appelle des *combes*. Quoique le terrain de ces combes ait ordinairement plus de profondeur et soit d'une meilleure qualité que celui des parties élevées qui les environnent, le bois néanmoins n'y est jamais aussi beau ; il ne pousse qu'un mois plus tard, et souvent il y a de la différence de plus de moitié dans l'accroissement total. A quarante ans, le bois du fond de la combe ne vaut pas plus que celui des coteaux qui l'environnent vaut à vingt ans. Cette prodigieuse différence est occasionnée par la gelée, qui, tous les ans et presque en toute saison, se fait sentir dans ces combes, et, supprimant en partie les jeunes rejetons, rend les arbres raux, rabougris et galeux. J'ai remarqué, dans plusieurs coupes où l'on avait laissé quelques bouquets de bois, que tout ce qui était auprès de ces bouquets et situé à l'abri du vent du nord était entièrement gâté par l'effet de la gelée, tandis que tous les endroits exposés au vent du nord n'étaient point du tout gelés. Cette observation me fournit la véritable raison pourquoi les combes et les lieux bas dans les bois sont si sujets à la gelée, et si tardifs à l'égard des terrains plus élevés, où les bois deviennent très-beaux, quoique souvent la terre y soit moins bonne que dans les combes ; c'est parce que l'humidité et les brouillards qui s'élèvent de la terre séjournent dans les combes, s'y condensent, et, par ce froid humide, occasionnent la gelée, tandis que sur les lieux plus élevés, les vents divisent et chassent les vapeurs nuisibles, et les empêchent de tomber sur les arbres, ou du moins de s'y attacher en aussi grande quantité et en aussi grosses gouttes. Il y a de ces lieux bas où il gèle tous les mois de l'année ; aussi le bois n'y vaut jamais rien. J'ai quelquefois parcouru en été, la nuit, à la chasse, ces différents pays de bois, et je me souviens parfaitement que sur les lieux élevés j'avais chaud, mais qu'aussitôt que je descendais dans ces combes, un froid vif et inquiétant, quoique sans vent, me saisissait, de sorte que souvent à dix pas de

distance on aurait cru changer de climat : des charbonniers qui marchaient nus-pieds, trouvaient la terre chaude sur ces éminences, et d'une froideur insupportable dans ces petits vallons. Lorsque ces combes se trouvent situées de manière à être enfilées par les vents froids et humides du nord-est, la gelée s'y fait sentir, même aux mois de juillet et d'août : le bois ne peut y croître ; les genièvres même ont bien de la peine à s'y maintenir ; et ces combes n'offrent, au lieu d'un beau taillis semblable à ceux qui les environnent, qu'un espace stérile qu'on appelle *une chaume*, et qui diffère d'une friche en ce qu'on peut rendre celle-ci fertile par la culture, au lieu qu'on ne sait comment cultiver ou peupler ces chaumes qui sont au milieu des bois ; les grains qu'on pourrait y semer sont toujours détruits par les grands froids de l'hiver ou par les gelées du printemps : il n'y a guère que le blé noir ou sarrasin qui puisse y croître, et encore le produit ne vaut pas la dépense de la culture : ces terrains restent donc déserts, abandonnés et sont en pure perte. J'ai une de ces combes au milieu de mes bois, qui seule contient cent cinquante arpents, dont le produit est presque nul. Le succès de ma plantation de pins, qui n'est qu'à une lieue de cette grande combe, m'a déterminé à y planter de jeunes arbres de cette espèce. Je n'ai commencé que depuis quelques années ; je vois déjà, par le progrès de ces jeunes plants, que quelque jour cet espace stérile de temps immémorial sera un bois de pins tout aussi fourni que le premier que j'ai décrit.

V. J'ai fait écorcer sur pied des pins, des sapins et d'autres espèces d'arbres toujours verts ; j'ai reconnu que ces arbres dépouillés de leur écorce, vivent plus longtemps que les chênes auxquels on fait la même opération, et leur bois acquiert de même plus de dureté, plus de force et plus de solidité. Il serait donc très-utile de faire écorcer sur pied les sapins qu'on destine aux mâtures des vaisseaux, en les laissant deux, trois et même quatre ans sécher ainsi sur pied ; ils acquerront une force et une dureté bien plus grande que dans leur état naturel. Il en est de même de toutes les grosses pièces de chêne que l'on emploie dans la construction des vaisseaux ; elles seraient plus résistantes, plus solides et plus durables, si on les tirait d'arbres écorcés et séchés sur pied avant de les abattre.

A l'égard des pièces courbes, il vaut mieux prendre des arbres de brins de la grosseur nécessaire pour faire une pièce courbe, que de scier ces courbes dans de plus grosses pièces : celles-ci sont toujours tranchées et faibles, au lieu que les pièces de brin, étant courbées dans du sable chaud, conservent presque toute la force de leurs fibres longitudinales. J'ai reconnu, en faisant rompre des courbes de ces deux espèces, qu'il y avait plus d'un tiers de différence dans leur force ; que les courbes tranchées cassaient subitement, et que celles qui avaient été courbées par la chaleur graduée et par une charge constamment appliquée, se rétablissaient presque de niveau avant que d'éclater et se rompre.

VI. On est dans l'usage de marquer avec un gros marteau, portant empreinte des armes du roi ou des seigneurs particuliers, tous les arbres que l'on veut réserver dans les bois qu'on veut couper. Cette pratique est mauvaise ; on enlève l'écorce

et une partie de l'aubier avant de donner le coup de marteau. La blessure ne se cicatrise jamais parfaitement, et souvent elle produit un abreuvoir au pied de l'arbre. Plus la tige en est menue, plus le mal est grand. On retrouve dans l'intérieur d'un arbre de cent ans les coups de marteau qu'on lui aura donné à vingt-cinq, cinquante et soixante-quinze ans, et tous ces endroits sont remplis de pourriture, et forment souvent des abreuvoirs ou des fusées en bas ou en haut qui gâtent le pied de l'arbre. Il vaudrait mieux marquer avec une couleur à l'huile les arbres qu'on voudrait réserver ; la dépense serait à peu près la même, et la couleur ne ferait aucun tort à l'arbre, et durerait au moins pendant tout le temps de l'exploitation.

VII. On trouve communément dans les bois deux espèces de chênes, ou plutôt deux variétés remarquables et différentes l'une de l'autre à plusieurs égards. La première est le chêne à gros gland, qui n'est qu'un à un, ou tout au plus deux à deux, sur la branche : l'écorce de ces chênes est blanche et lisse ; la feuille grande et large ; le bois blanc, liant, très-ferme, est néanmoins très-aisé à fendre. La seconde espèce porte ses glands en bouquets ou trochets comme les noisettes, de trois, quatre ou cinq ensemble, l'écorce en est plus brune et toujours gercée, le bois aussi plus coloré, la feuille plus petite, et l'accroissement plus lent. J'ai observé que dans tous les terrains peu profonds, dans toutes les terres maigres, on ne trouve que des chênes à petits glands en trochets, et qu'au contraire on ne voit guère que des chênes à gros glands dans les très-bons terrains. Je ne suis pas assuré que cette variété soit constante et se propage par la graine ; mais j'ai reconnu, après avoir semé plusieurs années une très-grande quantité de ces glands, tantôt indistinctement et mêlés et d'autres fois séparés, qu'il ne m'est venu que des chênes à petits glands dans tous les mauvais terrains, et qu'il n'y a que dans quelques endroits de mes meilleures terres où il se trouve des chênes à gros glands. Le bois de ces chênes ressemble si fort à celui du châtaignier par la texture et par la couleur, qu'on les a pris l'un pour l'autre : c'est sur cette ressemblance, qui n'a pas été indiquée, qu'est fondée l'opinion que les charpentes de nos anciennes églises sont de bois de châtaignier. J'ai eu occasion d'en voir quelques-unes, et j'ai reconnu que ces bois prétendus de châtaignier étaient du chêne blanc à gros glands dont je viens de parler, qui était autrefois bien plus commun qu'il ne l'est aujourd'hui, par une raison bien simple, c'est qu'autrefois, avant que la France ne fût aussi peuplée, il existait une quantité bien plus grande de bois en bon terrain, et par conséquent une bien plus grande quantité de ces chênes dont le bois ressemble à celui du châtaignier.

Le châtaignier affecte des terrains particuliers ; il ne croît point ou vient mal dans toutes les terres dont le fond est de matière calcaire : il y a donc de très-grands cantons et des provinces entières où l'on ne voit point de châtaigniers dans les bois, et néanmoins on nous montre dans ces mêmes cantons des charpentes anciennes qu'on prétend être de châtaignier, et qui sont de l'espèce de chêne dont je viens de parler.

Ayant donc comparé le bois de ces chênes à gros glands au bois des chênes à petits glands dans un grand nombre d'arbres du même âge, et depuis vingt-cinq ans jusqu'à cent ans et au-dessus, j'ai reconnu que le chêne à gros glands a constamment plus de cœur et moins d'aubier que le chêne à petits glands dans la proportion du double au simple : si le premier n'a qu'un pouce d'aubier sur huit pouces de cœur, le second n'aura que sept pouces de cœur sur deux pouces d'aubier; et ainsi de toutes les autres mesures : d'où il résulte une perte du double lorsqu'on équarrit ces bois; car on ne peut tirer qu'une pièce de sept pouces d'un chêne à petits glands, tandis qu'on tire une pièce de huit pouces d'un chêne à gros glands du même âge et de même grosseur. On ne peut donc recommander assez la conservation et le repeuplement de cette belle espèce de chêne, qui a sur l'espèce commune le grand avantage d'un accroissement plus prompt, et dont le bois est non-seulement plus plein, plus fort, mais encore plus élastique. Le trou fait par une balle de mousquet dans une planche de ce chêne se rétrécit, par le ressort du bois, de plus d'un tiers que dans le chêne commun, et c'est une raison de plus de préférer ce bon chêne pour la construction des vaisseaux; le boulet de canon ne le ferait point éclater, et les trous seraient plus aisés à boucher. En général, plus les chênes croissent vite, plus ils forment de cœur, et meilleurs ils sont pour le service, à grosseur égale; leur tissu est plus ferme que celui des chênes qui croissent lentement, parce qu'il y a moins de cloisons, moins de séparation entre les couches ligneuses dans le même espace.

TROISIÈME MÉMOIRE.

RECHERCHES DE LA CAUSE DE L'EXCENTRICITÉ DES COUCHES LIGNEUSES QU'ON APERÇOIT QUAND ON COUPE HORIZONTALEMENT LE TRONC D'UN ARBRE, DE L'INÉGALITÉ D'ÉPAISSEUR, ET DU DIFFÉRENT NOMBRE DE CES COUCHES, TANT DANS LE BOIS FORMÉ QUE DANS L'AUBIER.

PAR MM. DUHANEL ET DE BUFFON.

On ne peut travailler plus utilement pour la physique qu'en constatant des faits douteux, et en établissant la vraie origine de ceux qu'on attribuait, sans fondement, à des causes imaginaires ou insuffisantes. C'est dans cette vue que nous avons entrepris, M. de Buffon et moi, plusieurs recherches d'agriculture; que nous avons, par exemple, fait des observations et des expériences sur l'accroissement et l'entretien des arbres, sur leurs maladies et leurs défauts, sur les plantations et sur le rétablissement des forêts, etc. Nous commençons à rendre compte à l'Académie du succès de ce travail par l'examen d'un fait dont presque tous les

auteurs d'agriculture font mention, mais qui n'a été (nous n'hésitons pas de le dire), qu'entrevu, et qu'on a, pour cette raison, attribué à des causes qui sont bien éloignées de la vérité.

Tout le monde sait que quand on coupe horizontalement le tronc d'un chêne, par exemple, on aperçoit dans le cœur et dans l'aubier des cercles ligneux qui l'enveloppent; ces cercles sont séparés les uns des autres par d'autres cercles ligneux d'une substance plus rare, et ce sont ces derniers qui distinguent et séparent la crue de chaque année : il est naturel de penser que, sans des accidents particuliers, ils devraient être tous à peu près d'égale épaisseur, et également éloignés du centre.

Il en est cependant tout autrement, et la plupart des auteurs d'agriculture, qui ont reconnu cette différence, l'ont attribuée à différentes causes et en ont tiré diverses conséquences. Les uns, par exemple, veulent qu'on observe avec soin la situation des jeunes arbres dans les pépinières, pour les orienter dans la place qu'on leur destine ; ce que les jardiniers appellent *planter à la boussole* : ils soutiennent que le côté de l'arbre qui était opposé au soleil dans la pépinière, souffre inmanquablement de son action lorsqu'il y est exposé.

D'autres veulent que les cercles ligneux de tous les arbres soient excentriques, et toujours plus éloignés du centre ou axe du tronc de l'arbre du côté du midi que du côté du nord, ce qu'ils proposent aux voyageurs qui seraient égarés dans les forêts comme un moyen assuré de s'orienter et de retrouver leur route.

Nous avons cru devoir nous assurer par nous-mêmes de ces deux faits ; et d'abord, pour reconnaître si les arbres qui se trouvent transplantés souffrent lorsqu'ils se trouvent à une situation contraire à celle qu'ils avaient dans la pépinière, nous avons choisi cinquante ormes qui avaient été élevés dans une vigne, et non pas dans une pépinière touffue, afin d'avoir des sujets dont l'exposition fût bien décidée. J'ai fait à une même hauteur élever tous ces arbres, dont le tronc avait douze à treize pouces de circonférence ; et, avant de les arracher, j'ai marqué d'une petite entaille le côté exposé au midi ; ensuite, je les ai fait planter sur deux lignes, observant de les mettre alternativement, un dans la situation où il avait été élevé, et l'autre dans une situation contraire, en sorte que j'ai eu vingt-cinq arbres orientés comme dans la vigne, à comparer avec vingt-cinq autres, qui étaient dans une situation tout opposée. En les plantant ainsi alternativement, j'ai évité tous les soupçons qui auraient pu naître des veines de terre, dont la qualité change quelquefois tout d'un coup. Mes arbres sont prêts à faire leur troisième pousse ; je les ai bien examinés ; il ne me paraît pas qu'il y ait aucune différence entre les uns et les autres. Il est probable qu'il n'y en aura pas dans la suite ; car si le changement d'exposition doit produire quelque chose, ce ne peut être que dans les premières années, et jusqu'à ce que les arbres se soient accoutumés aux impressions du soleil et du vent, qu'on prétend être capables de produire un effet sensible sur ces jeunes sujets.

Nous ne déciderons cependant pas que cette attention est superflue dans tous les cas ; car nous voyons, dans les terres légères, les pêchers et les abricotiers de haute

tige, plantés en espalier au midi, se dessécher entièrement du côté du soleil, et ne subsister que par le côté du mur. Il semble donc que, dans les pays chauds, sur le penchant des montagnes au midi, le soleil peut produire un effet sensible sur la partie de l'écorce qui lui est exposée; mais mon expérience décide incontestablement, que, dans notre climat et dans les situations ordinaires, il est inutile d'orienter les arbres qu'on transplante : c'est toujours une attention de moins, qui ne laisserait pas que de gêner lorsqu'on plante des arbres en alignement; car pour peu que le tronc des arbres soit un peu courbe, ils font une grande difformité quand on n'est pas le maître de mettre la courbure dans le sens de l'alignement.

A l'égard de l'excentricité des couches ligneuses vers le midi, nous avons remarqué que les gens les plus au fait de l'exploitation des forêts, ne sont point d'accord sur ce point. Tous, à la vérité, conviennent de l'excentricité des couches annuelles: mais les uns prétendent que ces couches sont plus épaisses du côté du nord, parce que, disent-ils, le soleil dessèche le côté du midi; et ils appuient leur sentiment sur le prompt accroissement des arbres des pays septentrionaux, qui viennent plus vite et grossissent davantage que ceux des pays méridionaux.

D'autres, au contraire, et c'est le plus grand nombre, prétendent avoir observé que les couches sont plus épaisses du côté du midi; et, pour ajouter à leur observation un raisonnement physique, ils disent que le soleil étant le principal moteur de la sève, il doit la déterminer à passer avec plus d'abondance dans la partie où il a le plus d'action, pendant que les pluies qui viennent souvent du midi humectent l'écorce, la nourrissent, ou du moins préviennent le dessèchement que la chaleur du soleil aurait pu causer.

Voilà donc des sujets de doutes entre ceux-là même qui sont dans l'usage actuel d'exploiter des bois, et on ne doit pas s'en étonner; car les différentes circonstances produisent des variétés considérables dans l'accroissement des couches ligneuses. Nous allons le prouver par plusieurs expériences. Mais, avant que de les rapporter, il est bon d'avertir que nous distinguons ici les chênes, d'abord en deux espèces; savoir ceux qui portent des glands à longs pédicules, et ceux dont les glands sont presque collés à la branche. Chacune de ces espèces en donne trois autres; savoir, les chênes qui portent de très-gros glands, ceux dont les glands sont de médiocre grosseur, et enfin ceux dont les glands sont très-petits. Cette division, qui serait grossière et imparfaite pour un botaniste, suffit aux forestiers, et nous l'avons adoptée, parce que nous avons cru apercevoir quelque différence dans la qualité du bois de ces espèces, et que d'ailleurs il se trouve dans nos forêts un très-grand nombre d'espèces différentes de chênes dont le bois est absolument semblable, auxquelles, par conséquent, nous n'avons pas eu égard.

PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

Le 27 mars 1734, pour nous assurer si les arbres croissent du côté du midi plus que du côté du nord, M. de Buffon a fait couper un chêne à gros glands, âgé d'envi-

ron soixante ans, à un bon pied et demi au-dessus de la surface du terrain, c'est-à-dire dans l'endroit où la tige commence à se bien arrondir, car les racines causent toujours un élargissement au pied des arbres; celui-ci était situé dans une lisière découverte à l'orient, mais un peu couverte au nord d'un côté, et de l'autre au midi. Il a fait faire la coupe le plus horizontalement qu'il a été possible; et ayant mis la pointe d'un compas dans le centre des cercles annuels, il a reconnu qu'il coïncidait avec celui de la circonférence de l'arbre, et qu'ainsi tous les côtés avaient également grossi : mais, ayant fait couper ce même arbre à vingt pieds plus haut, le côté du nord était plus épais que celui du midi; il a remarqué qu'il y avait une grosse branche du côté du nord, un peu au-dessous de vingt pieds.

DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

Le même jour, il a fait couper de la même façon, à un pied et demi au-dessus de terre, un chêne à petits glands, âgé d'environ quatre-vingts ans, situé comme le précédent; il avait plus grossi du côté du midi que du côté du nord. Il a observé qu'il y avait au-dedans de l'arbre un nœud fort serré du côté du nord, qui venait des racines.

TROISIÈME EXPÉRIENCE.

Le même jour, il a fait couper de même un chêne à glands de médiocre grosseur, âgé de soixante ans, dans une lisière exposée au midi; le côté du midi était plus fort que celui du nord, mais il l'était beaucoup moins que celui du levant. Il a fait fouiller au pied de l'arbre, et il a vu que la plus grosse racine était du côté du levant; il a ensuite fait couper cet arbre à deux pieds plus haut, c'est-à-dire à près de quatre pieds de terre en tout, et à cette hauteur le côté du nord était plus épais que tous les autres.

QUATRIÈME EXPÉRIENCE.

Le même jour, il a fait couper à la même hauteur un chêne à gros glands, âgé d'environ soixante ans, dans une lisière exposée au levant, et il a trouvé qu'il avait également grossi de tous côtés; mais, à un pied et demi plus haut, c'est-à-dire à trois pieds au-dessus de la terre, le côté du midi était un peu plus épais que celui du nord.

CINQUIÈME EXPÉRIENCE.

Un autre chêne à gros glands, âgé d'environ trente-cinq ans, d'une lisière exposée au levant, avait grossi d'un tiers de plus du côté du midi que du côté du nord, à un pied au-dessus de terre : mais à un pied plus haut cette inégalité diminuait déjà; à un pied plus haut, ils avaient également grossi de tous côtés : ce-

pendant, en le faisant encore couper plus haut, le côté du midi était un tant soit peu plus fort.

SIXIÈME EXPÉRIENCE.

Un autre chêne à gros glands, âgé de trente-cinq ans, d'une lisière exposée au midi, coupé à trois pieds au-dessus de terre, était un peu plus fort au midi qu'au nord, mais bien plus fort du côté du levant que d'aucun autre côté.

SEPTIÈME EXPÉRIENCE.

Un autre chêne de même âge et mêmes glands, situé au milieu des bois, avait également crû du côté du midi et du côté du nord, et plus du côté du levant que du côté du couchant.

HUITIÈME EXPÉRIENCE.

Le 29 mars 1734 il a continué ces épreuves, et il a fait couper, à un pied et demi au-dessus de terre, un chêne à gros glands d'une très-belle venue, âgé de quarante ans, dans une lisière exposée au midi; il avait grossi du côté du nord beaucoup plus que d'aucun autre côté, celui du midi était même le plus faible de tous. Ayant fait fouiller au pied de l'arbre, il a trouvé que la plus grosse racine était du côté du nord.

NEUVIÈME EXPÉRIENCE.

Un autre chêne de même espèce, même âge, et à la même position, coupé à la même hauteur d'un pied et demi au-dessus de la surface du terrain, avait grossi du côté du midi plus que du côté du nord. Il a fait fouiller au pied, et il a trouvé qu'il y avait une grosse racine du côté du midi, et qu'il n'y en paraissait point du côté du nord.

DIXIÈME EXPÉRIENCE.

Un autre chêne de même espèce, mais âgé de soixante ans, et absolument isolé, avait plus grossi du côté du nord que d'aucun autre côté. En fouillant, il a trouvé que la plus grosse racine était du côté du nord.

Je pourrais joindre à ces observations beaucoup d'autres pareilles que M. de Buffon a fait exécuter en Bourgogne, de même qu'un grand nombre que j'ai faites dans la forêt d'Orléans, qui se montent à l'examen de plus de quarante arbres, mais dont il m'a paru inutile de donner le détail. Il suffit de dire qu'elles décident toutes que l'aspect du midi ou du nord n'est point du tout la cause de l'excentricité des couches ligneuses, mais qu'elle ne doit s'attribuer qu'à la position des racines et des branches, de sorte que les couches ligneuses sont toujours plus épaisses du côté où il y a plus de racines ou de plus vigoureuses. Il ne faut cependant pas

manquer de rapporter une expérience que M. de Buffon a faite, et qui est absolument décisive.

Il choisit ce même jour, 29 mars, un chêne isolé, auquel il avait remarqué quatre racines à peu près égales et disposées assez régulièrement, en sorte que chacune répondait à très peu près à un des quatre points cardinaux; et l'ayant fait couper à un pied et demi au-dessus de la surface du terrain, il trouva, comme il le soupçonnait, que le centre des couches ligneuses coïncidait avec celui de la circonférence de l'arbre, et que par conséquent il avait grossi de tous côtés également.

Ce qui nous a pleinement convaincus que la vraie cause de l'excentricité des couches ligneuses est la position des racines et quelquefois des branches, et que si l'aspect du midi ou du nord, etc., influe sur les arbres pour les faire grossir inégalement, ce ne peut être que d'une manière insensible, puisque, dans tous ces arbres, tantôt c'étaient les couches ligneuses du côté du midi qui étaient les plus épaisses, et tantôt celles du côté du nord ou de tout autre côté; et que, quand nous avons coupé des troncs d'arbres à différentes hauteurs, nous avons trouvé les couches ligneuses tantôt plus épaisses d'un côté, tantôt d'un autre.

Cette dernière observation m'a engagé à faire fendre plusieurs corps d'arbres par le milieu. Dans quelques-uns le cœur suivait à peu près en ligne droite l'axe du tronc : mais dans le plus grand nombre, et dans les bois même les plus parfaits et de la meilleure fente, il faisait des inflexions en forme de zigzag; outre cela, dans le centre de presque tous les arbres, j'ai remarqué, aussi bien que M. de Buffon, que dans une épaisseur d'un pouce ou un pouce et demi, vers le centre, il y avait plusieurs petits nœuds, en sorte que le bois ne s'est trouvé bien franc qu'au delà de cette petite épaisseur.

Ces nœuds viennent sans doute de l'éruption des branches que le chêne pousse en quantité dans sa jeunesse, qui, venant à périr, se recouvrent avec le temps, et forment ces petits nœuds auxquels on doit attribuer cette direction irrégulière du cœur qui n'est pas naturelle aux arbres. Elle peut venir aussi de ce qu'ils ont perdu dans leur jeunesse leur flèche ou montant principal par la gelée, l'abrouissement du bétail, la force du vent, ou de quelque autre accident; car ils sont alors obligés de nourrir des branches latérales pour en former leurs tiges; et le cœur de ces branches ne répondant pas à celui du tronc, il s'y fait un changement de direction. Il est vrai que peu à peu ces branches se redressent; mais il reste toujours une inflexion dans le cœur de ces arbres.

Nous n'avons donc pas aperçu que l'exposition produisît rien de sensible sur l'épaisseur des couches ligneuses, et nous croyons que, quand on en remarque plus d'un côté que d'un autre, elle vient presque toujours de l'insertion des racines ou de l'éruption de quelques branches, soit que ces branches existent actuellement, ou qu'ayant péri, leur place soit recouverte. Les plaies cicatrisées, la gelivure, le double aubier, dans un même arbre, peuvent encore produire cette augmentation d'épaisseur des couches ligneuses; mais nous la croyons absolument indépendante

de l'exposition; ce que nous allons encore prouver par plusieurs observations familières.

PREMIÈRE OBSERVATION.

Tout le monde peut avoir remarqué dans les vergers des arbres qui s'emportent, comme disent les jardiniers, sur une de leurs branches, c'est-à-dire qu'ils poussent sur cette branche avec vigueur, pendant que les autres restent chétives et languissantes. Si l'on fouille au pied de ces arbres pour examiner leurs racines, on trouvera à peu près la même chose qu'au dehors de la terre, c'est-à-dire que du côté de la branche vigoureuse il y aura de vigoureuses racines, pendant que celles de l'autre côté seront en mauvais état.

DEUXIÈME OBSERVATION.

Qu'un arbre soit planté entre un gazon et une terre façonnée, ordinairement la partie de l'arbre qui est du côté de la terre labourée sera plus verte et plus vigoureuse que celle qui répond au gazon.

TROISIÈME OBSERVATION.

On voit souvent un arbre perdre subitement une branche : et si l'on fouille au pied, on trouve le plus ordinairement la cause de cet accident dans le mauvais état où se trouvent les racines qui répondent à la branche qui a péri.

QUATRIÈME OBSERVATION.

Si on coupe une grosse racine à un arbre, comme on le fait quelquefois pour mettre un arbre à fruit, ou pour l'empêcher de s'emporter sur une branche, on fait languir la partie de l'arbre à laquelle cette racine correspondait : mais il n'arrive pas toujours que ce soit celle qu'on voulait affaiblir, parce qu'on n'est pas toujours assuré à quelle partie de l'arbre une racine porte sa nourriture, et une même racine la porte souvent à plusieurs branches; nous en allons dire quelque chose dans un moment.

CINQUIÈME OBSERVATION.

Qu'on fende un arbre depuis une de ses branches, par son tronc, jusqu'à une de ses racines, on pourra remarquer que les racines, de même que les branches, sont formées d'un faisceau de fibres qui sont une continuation de fibres longitudinales du tronc de l'arbre.

Toutes ces observations semblent prouver que le tronc des arbres est composé de différents paquets de fibres longitudinales, qui répondent par un bout à une racine, et par l'autre, quelquefois à une, et d'autres fois à plusieurs branches; en

sorte que chaque faisceau de fibres paraît recevoir sa nourriture de la racine dont il est une continuation. Suivant cela, quand une racine périt, il s'en devrait suivre le dessèchement d'un faisceau de fibres dans la partie du tronc et dans la branche correspondante; mais il faut remarquer :

1° Que, dans ce cas, les branches ne font que languir, et ne meurent pas entièrement;

2° Qu'ayant greffé par le milieu sur un sujet vigoureux une branche d'orme assez forte, qui était chargée d'autres petites branches, les rameaux qui étaient sur la partie inférieure de la branche greffée poussèrent, quoique plus faiblement que ceux du sujet. Et j'ai vu, aux Chartreux de Paris, un oranger subsister et grossir en cette situation quatre ou cinq mois sur le sauvageon où il avait été greffé. Ces expériences prouvent que la nourriture qui est portée à une partie d'un arbre se communique à toutes les autres, et que par conséquent la sève a un mouvement de communication latérale : on peut voir sur cela les expériences de M. Hales. Mais ce mouvement latéral ne nuit pas assez au mouvement direct de la sève pour l'empêcher de se rendre en plus grande abondance à la partie de l'arbre et au faisceau même des fibres qui correspond à la racine qui la fournit, et c'est ce qui fait qu'elle se distribue principalement à une partie des branches de l'arbre, et qu'on voit ordinairement la partie de l'arbre, où répond une racine vigoureuse, profiter plus que tout le reste, comme on le peut remarquer sur les arbres des lisières des forêts; car leurs meilleures racines étaient presque toujours du côté du champ, c'est aussi de ce côté que les couches ligneuses sont communément les plus épaisses.

Ainsi il paraît, par les expériences que nous venons de rapporter, que les couches ligneuses sont plus épaisses dans les endroits de l'arbre où la sève a été portée en plus grande abondance, soit que cela vienne des racines ou des branches; car on sait que les unes et les autres agissent de concert pour le mouvement de la sève.

C'est cette même abondance de sève qui fait que l'aubier se transforme plus tôt en bois : c'est d'elle que dépend l'épaisseur relative du bois parfait avec l'aubier dans les différents terrains et dans les diverses espèces; car l'aubier n'est autre chose qu'un bois imparfait, un bois moins dense, qui a besoin que la sève le traverse, et y dépose des parties fixes pour remplir ses pores et le rendre semblable au bois : la partie de l'aubier dans laquelle la sève passera en plus grande abondance, sera donc celle qui se transformera plus promptement en bois parfait, et cette transformation doit, dans les mêmes espèces, suivre la qualité du terrain.

EXPÉRIENCES.

M. de Buffon a fait scier plusieurs chênes à deux ou trois pieds de terre, et ayant fait polir la coupe avec la plane, voici ce qu'il a remarqué :

Un chêne âgé de quarante-six ans environ avait d'un côté quatorze couches an-

nuelles d'aubier, et du côté opposé il en avait vingt ; eependant les quatorze couches étaient d'un quart plus épaisses que les vingt de l'autre côté.

Un autre chêne qui paraissait du même âge avait d'un côté seize couches d'aubier, et du côté opposé il en avait vingt-deux ; eependant les seize couches étaient d'un quart plus épaisses que les vingt-deux.

Un autre chêne de même âge avait d'un côté vingt couches d'aubier, et du côté opposé il en avait vingt-quatre ; eependant les vingt couches étaient d'un quart plus épaisses que les vingt-quatre.

Un autre chêne de même âge avait d'un côté dix couches d'aubier, et du côté opposé il en avait quinze ; eependant les dix couches étaient d'un sixième plus épaisses que les quinze.

Un autre chêne de même âge avait d'un côté quatorze couches d'aubier, et de l'autre vingt-une ; eependant les quatorze couches étaient d'une épaisseur presque double de celle des vingt-une.

Un chêne de même âge avait d'un côté onze couches d'aubier, et du côté opposé il en avait dix-sept ; eependant les onze couches étaient d'une épaisseur double de celle des dix-sept.

Il a fait de semblables observations sur les trois espèces de chênes qui se trouvent le plus ordinairement dans les forêts, et il n'y a point aperçu de différence.

Toutes ces expériences prouvent que l'épaisseur de l'aubier est d'autant plus grande que le nombre des couches qui le forment est plus petit. Ce fait paraît singulier ; l'explication en est eependant aisée. Pour la rendre plus claire, supposons, pour un instant, qu'on ne laisse à un arbre que deux racines, l'une à droite, double de celle qui est à gauche : si on n'a point d'attention à la communication latérale de la sève, le côté droit de l'arbre recevrait une fois autant de nourriture que le côté gauche ; les cercles annuels grossiraient donc plus à droite qu'à gauche, et en même temps la partie droite de l'arbre se transformerait plus promptement en bois parfait que la partie gauche, parce qu'en se distribuant plus de sève dans la partie droite que dans la gauche, il se déposerait dans les interstices de l'aubier un plus grand nombre de parties fixes propres à former le bois.

Il nous paraît donc assez bien prouvé que de plusieurs arbres plantés dans le même terrain, ceux qui croissent plus vite ont leurs couches ligneuses plus épaisses, et qu'en même temps leur aubier se convertit plus tôt en bois que dans les arbres qui croissent lentement. Nous allons maintenant faire voir que les chênes qui sont erûs dans les terrains maigres ont plus d'aubier, par proportion à la quantité de leur bois, que ceux qui sont erûs dans les bons terrains. Effectivement, si l'aubier ne se convertit en bois parfait qu'à proportion que la sève qui le traverse y dépose des parties fixes, il est clair que l'aubier sera bien plus longtemps à se convertir en bois dans les terrains maigres que dans les bons terrains.

C'est aussi ce que j'ai remarqué en examinant des bois qu'on abattait dans une vente, dont le bois était beaucoup meilleur à une de ses extrémités qu'à l'autre, simplement parce que le terrain y avait plus de fond.

Les arbres qui étaient venus dans la partie où il y avait moins de bonne terre étaient moins gros, leurs couches ligneuses étaient plus minces que dans les autres, ils avaient un plus grand nombre de couches d'aubier, et même généralement plus d'aubier par proportion à la grosseur de leur bois : je dis par proportion au bois, car si on se contentait de mesurer avec un compas l'épaisseur de l'aubier dans les deux terrains, on le trouverait communément bien plus épais dans le bon terrain que dans l'autre.

M. de Buffon a suivi bien plus loin ces observations, car ayant fait abattre dans un terrain sec et graveleux, où les arbres commencent à couronner à trente ans, un grand nombre de chênes à médiocres et petits glands, tous âgés de quarante-six ans, il fit aussi abattre autant de chênes de même espèce et du même âge dans un bon terrain, où le bois ne couronne que fort tard. Ces deux terrains sont à une portée de fusil l'un de l'autre, à la même exposition, et ils ne diffèrent que par la quantité et la profondeur de la bonne terre, qui dans l'un est de quelques pieds et dans l'autre de huit à neuf pouces seulement. Nous avons pris avec une règle et un compas les mesures du cœur et de l'aubier de tous ces différents arbres ; et après avoir fait une table de ces mesures, et avoir pris la moyenne entre toutes, nous avons trouvé :

1° Qu'à l'âge de quarante-six ans, dans le terrain maigre, les chênes communs ou de glands médiocres avaient 1 d'aubier et $2 \frac{1}{9}$ de cœur, et les chênes de petits glands, 1 d'aubier et $1 \frac{1}{16}$ de cœur. Ainsi dans le terrain maigre les premiers ont plus du double de cœur que les derniers ;

2° Qu'au même âge de quarante-six ans, dans un bon terrain, les chênes communs avaient 1 d'aubier et 3 de cœur, et les chênes de petits glands, 1 d'aubier et $2 \frac{1}{2}$ de cœur. Ainsi, dans les bons terrains, les premiers ont un sixième de cœur plus que les derniers ;

3° Qu'au même âge de quarante-six ans, dans le même terrain maigre, les chênes communs avaient seize ou dix-sept couches ligneuses d'aubier, et les chênes de petits glands en avaient vingt-une. Ainsi l'aubier se convertit plus tôt en cœur dans les chênes communs que dans les chênes de petits glands ;

4° Qu'à l'âge de quarante-six ans, la grosseur du bois de service, y compris l'aubier des chênes à petits glands dans le mauvais terrain, est à la grosseur du bois de service des chênes de même espèce dans le bon terrain, comme $21 \frac{1}{2}$ sont à 29 ; d'où l'on tire, en supposant les hauteurs égales, la proportion de la quantité de bois de service dans le bon terrain à la quantité dans le mauvais terrain, comme 841 sont à 462, c'est-à-dire presque le double, et comme les arbres de même espèce s'élèvent à proportion de la bonté et de la profondeur du terrain, on peut assurer que la quantité du bois que fournit un bon terrain est beaucoup plus du double de celle que produit un mauvais terrain. Nous ne parlons ici que du bois de service et point du tout du taillis ; car après avoir fait les mêmes épreuves et les mêmes calculs sur des arbres beaucoup plus jeunes, comme de vingt-cinq à trente

ans, dans le bon et le mauvais terrain, nous avons trouvé que les différences n'étaient pas, à beaucoup près, si grandes ; mais comme ce détail serait un peu long, et que d'ailleurs il y entre quelques expériences sur l'aubier et le cœur du chêne selon les différents âges, sur le temps absolu qu'il faut à l'aubier pour se transformer en cœur, et sur le produit des terrains maigres comparé au produit des bons terrains, nous renvoyons le tout à un autre mémoire.

Il n'est donc pas douteux que dans les terrains maigres, l'aubier ne soit plus épais, par proportion au bois, que dans les bons terrains ; et quoique nous ne rapportions rien ici que sur les proportions des arbres qui se sont trouvés bien sains, cependant nous remarquerons en passant que ceux qui étaient un peu gâtés avaient toujours plus d'aubier que les autres. Nous avons pris aussi les mêmes proportions du cœur et de l'aubier dans les chênes de différents âges, et nous avons reconnu que les couches ligneuses étaient plus épaisses dans les jeunes arbres que dans les vieux, mais aussi qu'il y en avait une bien moindre quantité. Concluons de nos expériences et de nos observations :

1° Que, dans tous les cas où la sève est portée avec plus d'abondance, les couches ligneuses, de même que les couches d'aubier y sont plus épaisses, soit que l'abondance de cette sève soit un effet de la bonté du terrain ou de la bonne constitution de l'arbre, soit qu'elle dépende de l'âge de l'arbre, de la position des branches ou des racines, etc. ;

2° Que l'aubier se convertit beaucoup plus tôt en bois, que la sève est portée avec plus d'abondance dans les arbres ou dans une portion de ces arbres que dans une autre ; ce qui est une suite de ce que nous venons de dire ;

3° Que l'excentricité des couches ligneuses dépend entièrement de l'abondance de la sève, qui se trouve plus grande dans une portion d'un arbre que dans un autre ; ce qui est toujours produit par la vigueur des racines ou des branches qui répondent à la partie de l'arbre où les couches sont les plus épaisses et les plus éloignées du centre ;

4° Que le cœur des arbres suit très-rarement l'axe du tronc, ce qui est produit quelquefois par l'épaisseur inégale des couches ligneuses dont nous venons de parler, et quelquefois par des plaies recouvertes ou des extravasations de substance, et souvent par les accidents qui ont fait périr le montant principal.

QUATRIÈME MÉMOIRE

OBSERVATIONS DES DIFFÉRENTS EFFETS QUE PRODUISENT SUR LES VÉGÉTAUX LES GRANDES GELÉES D'HIVER ET LES PETITES GELÉES DU PRINTEMPS.

PAR MM. DUHAMEL ET DE BUFFON.

La physique des végétaux, qui conduit à la perfection de l'agriculture, est une de ces sciences dont le progrès ne s'augmente que par une multitude d'observations qui ne peuvent être l'ouvrage ni d'un homme seul ni d'un temps borné : aussi ces observations ne passent-elles guère pour certaines que lorsqu'elles ont été répétées et combinées en différents lieux, en différentes saisons et par différentes personnes qui aient eu les mêmes idées. C'a été dans cette vue que nous nous sommes joints, M. de Buffon et moi, pour travailler de concert à l'éclaircissement d'un nombre de phénomènes difficiles à expliquer dans cette partie de l'histoire de la nature, de la connaissance desquels il peut résulter une infinité de choses utiles dans la pratique de l'agriculture.

L'accueil dont l'Académie a favorisé les prémices de cette association, je veux dire le Mémoire formé de nos observations sur l'excentricité des couches ligneuses, sur l'inégalité de ces couches, sur les circonstances qui font que l'aubier se convertit plus tôt en bois, ou reste plus longtemps dans son état d'aubier ; cet accueil, dis-je, nous a encouragés à donner également toute notre attention à un autre point de cette physique végétale, qui ne demandait pas moins de recherches, et n'a pas moins d'utilité que le premier.

La gelée est quelquefois si forte pendant l'hiver, qu'elle détruit presque tous les végétaux, et la disette de 1709 est une époque de ses cruels effets.

Les grains périrent entièrement ; quelques espèces d'arbres, comme les noyers, périrent aussi sans ressource ; d'autres, comme les oliviers et presque tous les arbres fruitiers, furent moins maltraités ; ils repoussèrent de dessus leur souche, leurs racines n'ayant point été endommagées : enfin plusieurs grands arbres plus vigoureux poussèrent au printemps presque sur toutes leurs branches, et ne parurent pas en avoir beaucoup souffert. Nous ferons cependant remarquer dans la suite des dommages réels et irréparables que cet hiver leur a causés.

Une gelée qui nous prive des choses les plus nécessaires à la vie, qui fait périr entièrement plusieurs espèces d'arbres utiles, et n'en laisse presque aucun qui ne se ressente de sa rigueur, est certainement des plus redoutables. Ainsi nous avons tout à craindre des grandes gelées qui viennent pendant l'hiver, et qui nous réduiraient aux dernières extrémités si nous en ressentions plus souvent les effets ; mais heureusement on ne peut citer que deux ou trois hivers qui, comme celui de l'année 1709, aient produit une calamité si générale.

Les plus grands désordres que causent jamais les gelées du printemps ne portent pas, à beaucoup près, sur des choses aussi essentielles, quoiqu'elles endommagent les grains, et principalement le seigle, lorsqu'il est nouvellement épié et en lait ; on n'a jamais vu que cela ait produit de grandes disettes : elles n'affectent pas les parties les plus solides des arbres, leur tronc ni leurs branches ; mais elles détruisent totalement leurs productions, et nous privent de récoltes de vins et de fruits, et, par la suppression de nouveaux bourgeons, elles causent un dommage considérable aux forêts.

Ainsi, quoiqu'il y ait quelques exemples que la gelée d'hiver nous a réduits à manquer de pain, et à être privés pendant plusieurs années d'une infinité de choses utiles que nous fournissent les végétaux, le dommage que causent les gelées du printemps nous devient encore plus important, parce qu'elles nous affligent beaucoup plus fréquemment ; car, comme il arrive presque tous les ans quelques gelées en cette saison, il est rare qu'elles ne diminuent nos revenus.

A ne considérer que les effets de la gelée même très-superficiellement, on aperçoit déjà que ceux que produisent les fortes gelées d'hiver sont très-différents de ceux qui sont occasionnés par les gelées du printemps, puisque les unes attaquent le corps même et les parties les plus solides des arbres, au lieu que les autres détruisent simplement leurs productions, et s'opposent à leurs accroissements. C'est ce qui sera plus amplement prouvé dans la suite de ce mémoire.

Mais nous ferons voir en même temps qu'elles agissent dans des circonstances bien différentes, et que ce ne sont pas toujours les terroirs, les expositions et les situations où l'on remarque que les gelées d'hiver ont produit de plus grands désordres, qui souffrent le plus des gelées du printemps.

On conçoit bien que nous n'avons pu parvenir à faire cette distinction des effets de la gelée qu'en rassemblant beaucoup d'observations qui rempliront la plus grande partie de ce mémoire. Mais seraient-elles simplement curieuses, et n'auraient-elles d'utilité que pour ceux qui voudraient rechercher la cause physique de la gelée ? Nous espérons de plus qu'elles seront profitables à l'agriculture, et que, si elles ne nous mettent pas à portée de nous garantir entièrement des torts que nous fait la gelée ? elles nous donneront des moyens pour en parer une partie : c'est ce que nous aurons soin de faire sentir à mesure que nos observations nous en fourniront l'occasion. Il faut donc en donner le détail, que nous commencerons par ce qui regarde les grandes gelées d'hiver ; nous parlerons ensuite des gelées du printemps.

Nous ne pouvons pas raisonner avec autant de certitude des gelées d'hiver que de celles du printemps, parce que, comme nous l'avons déjà dit, on est assez heureux pour n'éprouver que rarement leurs tristes effets.

La plupart des arbres étant, dans cette saison, dépouillés de fleurs, de fruits et de feuilles, ont ordinairement leurs bourgeons endurcis et en état de supporter des gelées assez fortes, à moins que l'été précédent n'ait été frais ; car, en ce cas les bourgeons n'étant pas parvenus à ce degré de maturité que les jardiniers

appellent *arûté*, ils sont hors d'état de résister aux plus médioeres gelées d'hiver : mais ce n'est pas l'ordinaire, et le plus souvent les bourgeons mûrissent avant l'hiver, et les arbres supportent les rigueurs de cette saison sans en être endommagés, à moins qu'il ne vienne des froids excessifs, joints à des circonstances fâcheuses dont nous parlerons dans la suite.

Nous avons cependant trouvé dans les forêts beaucoup d'arbres attaqués de défauts considérables, qui ont certainement été produits par les fortes gelées dont nous venons de parler, et particulièrement par celle de 1709; car quoique cette énorme gelée eommence à être ancienne, elle a produit, dans les arbres qu'elle n'a pas entièrement détruits, des défauts qui ne s'effaceront jamais.

Ces défauts sont : 1° des gerces qui suivent la direction des fibres, et que les gens de forêts appellent *gelivures* ;

2° Une portion de bois mort renfermée dans le bon bois, ce que quelques forestiers appellent la *gelivure entrelardée* ;

3° Enfin le double aubier, qui est une couronne entière de bois imparfait remplie et recouverte par de bon bois. Il faut détailler ces défauts, et dire d'où ils procèdent. Nous allons commencer par ce qui regarde le double aubier.

L'aubier est, comme l'on sait, une couronne ou une ceinture plus ou moins épaisse de bois blanc et imparfait, qui dans presque tous les arbres se distingue aisément du bois parfait qu'on appelle le *cœur*, par la différence de sa couleur et de sa dureté. Il se trouve immédiatement sous l'écorce, et il enveloppe le bois parfait, qui, dans les arbres sains, est à peu près de la même couleur, depuis la circonférence jusqu'au centre ; mais dans ceux dont nous voulons parler, le bois parfait se trouve séparé par une seconde couronne de bois blanc, en sorte que sur la coupe du tronc d'un de ces arbres on voit alternativement une couronne d'aubier, puis une de bois parfait, ensuite une seconde couronne d'aubier, et enfin un massif de bois parfait. Ce défaut est plus moins commun, selon les différents terrains et les différentes situations : dans les terres fortes et dans le touffu des forêts il est plus rare et moins considérable que dans les clairières et dans les terres légères.

A la seule inspection de ces couronnes de bois blanc, que nous appellerons dans la suite le *faux aubier*, on voit qu'elles sont de mauvaise qualité. Cependant, pour en être plus certain, M. de Buffon en a fait faire plusieurs petits soliveaux de deux pieds de longueur, sur neuf à dix lignes d'équarrissage ; et en ayant fait faire de pareils de véritable aubier, il a fait rompre les uns et les autres en les chargeant dans leur milieu, et ceux de faux aubier ont toujours rompu sous un moindre poids que ceux du véritable aubier, quoique, comme l'on sait, la force de l'aubier soit très-petite en comparaison de celle du bois formé.

Il a ensuite pris plusieurs morceaux de ces deux espèces d'aubier, il les a pesés dans l'air et ensuite dans l'eau, et il a trouvé que la pesanteur spécifique de l'aubier naturel était toujours plus grande que celle du faux aubier. Il a fait ensuite la même expérience avec le bois du centre de ces mêmes arbres, pour le compa-

rer à celui de la couronne qui se trouve entre les deux aubiers, et il a reconnu que la différence était à peu près celle qui se trouve naturellement entre la pesanteur du bois du centre de tous les arbres et celle de la circonférence : ainsi tout ce qui est devenu bois parfait dans ces arbres défectueux s'est trouvé à peu près dans l'ordre ordinaire. Mais il n'en est pas de même du faux aubier, puisque, comme le prouvent les expériences que nous venons de rapporter, il est plus faible, plus tendre et plus léger que le vrai aubier, quoiqu'il ait été formé vingt et vingt-cinq ans auparavant ; ce que nous avons reconnu en comptant les cercles annuels, tant de l'aubier que du bois qui recouvre ce faux aubier : et cette observation que nous avons répétée sur nombre d'arbres prouve incontestablement que ce défaut est une suite du grand froid de 1709 ; car il ne faut pas être surpris de trouver quelques couches de moins que le nombre des années qui se sont écoulées depuis 1709, non-seulement parce qu'on ne peut jamais avoir par le nombre des couches ligneuses l'âge des arbres qu'à trois ou quatre années près, mais encore parce que les premières couches ligneuses qui se sont formées depuis 1709 étaient si minces et si confuses qu'on ne peut les distinguer bien exactement.

Il est encore sûr que c'est la portion de l'arbre qui était en aubier dans le temps de la grande gelée de 1709, qui, au lieu de se perfectionner et de se convertir en bois, est au contraire devenue plus défectueuse ; on n'en peut pas douter après les expériences que M. de Buffon a faites pour s'assurer de la qualité de ce faux aubier.

D'ailleurs il est plus naturel de penser que l'aubier doit plus souffrir des grandes gelées que le bois formé, non-seulement parce qu'étant à l'extérieur de l'arbre il est plus exposé au froid, mais encore parce qu'il contient plus de sève, et que les fibres en sont plus tendres et plus délicates que celles du bois. Tout cela paraît d'abord souffrir peu de difficulté ; cependant on pourrait objecter l'observation rapportée dans l'*Histoire de l'Académie*, année 1710, par laquelle il paraît qu'en 1709 les jeunes arbres ont mieux supporté le grand froid que les vieux arbres. Mais comme le fait que nous venons de rapporter est certain, il faut bien qu'il y ait quelque différence entre les parties organiques, les vaisseaux, les fibres, les vésicules, etc., de l'aubier des vieux arbres et de celui des jeunes : elles seront peut-être plus souples, plus capables de prêter dans ceux-ci que dans les vieux ; de telle sorte qu'une force qui sera capable de faire rompre les uns ne fera que dilater les autres. Au reste, comme ce sont là des choses que les yeux ne peuvent apercevoir, et dont l'esprit reste peu satisfait, nous passerons plus légèrement sur ces conjectures, et nous nous contenterons des faits que nous avons bien observés. Cet aubier a donc beaucoup souffert de la gelée, c'est une chose incontestable ; mais a-t-il été entièrement désorganisé ? Il pourrait l'être sans qu'il s'en fût suivi la mort de l'arbre ; pourvu que l'écorce fût restée saine, la végétation aurait pu continuer. On voit tous les jours des saules et des ormes qui ne subsistent que par leur écorce ; et la même chose s'est vue longtemps à la pépinière du Roule sur un oranger qui n'a péri que depuis quelques années.

Mais nous ne croyons pas que le faux aubier dont nous parlons soit mort ; il

m'a toujours paru être dans un état bien différent de l'aubier qu'on trouve dans les arbres qui sont attaqués de la gelivure entrelardée, et dont nous parlerons dans un moment. Il a aussi paru de même à M. de Buffon, lorsqu'il en a fait faire des soliveaux et des cubes pour les expériences que nous avons rapportées; et d'ailleurs, s'il eût été désorganisé, comme il s'étend sur toute la circonférence des arbres, il aurait interrompu le mouvement latéral de la sève, et le bois du centre, qui se serait trouvé recouvert par cette enveloppe d'aubier mort, n'aurait pas pu végéter, il serait mort aussi, et se serait altéré; ce qui n'est pas arrivé, comme le prouve l'expérience de M. de Buffon, que je pourrais confirmer par plusieurs que j'ai exécutées avec soin, mais dont je ne parlerai pas pour le présent, parce qu'elles ont été faites dans d'autres vues. Cependant on ne conçoit pas aisément comment cet aubier a pu être altéré au point de ne pouvoir se convertir en bois, et que, bien loin qu'il soit mort, il ait même été en état de fournir de la sève aux couches ligneuses qui se sont formées par-dessus dans un état de perfection qu'on peut comparer au bois des arbres qui n'ont souffert aucun accident. Il faut bien cependant que la chose se soit passée ainsi, et que le grand hiver ait causé une maladie incurable à cet aubier; car, s'il était mort aussi bien que l'écorce qui le recouvre, il n'est pas douteux que l'arbre aurait entièrement péri: c'est ce qui est arrivé, en 1709, à plusieurs arbres dont l'écorce s'est détachée, qui, par un reste de sève qui était dans leur tronc, ont poussé au printemps, mais qui sont morts d'épuisement avant l'automne, faute de recevoir assez de nourriture pour subsister.

Nous avons trouvé de ces faux aubiers qui étaient plus épais d'un côté que d'un autre; ce qui s'accorde à merveille avec l'état le plus ordinaire de l'aubier. Nous en avons aussi trouvé de très-minces; apparemment qu'il n'y avait eu que quelques couches d'aubier d'endommagées. Tous ces faux aubiers ne sont pas de la même couleur, et n'ont pas souffert une altération égale; ils ne sont pas aussi mauvais les uns que les autres; et cela s'accorde à merveille avec ce que nous avons dit plus haut. Enfin, nous avons fait fouiller au pied de quelques arbres pour savoir si ce même défaut existait aussi dans les racines; mais nous les avons trouvées très-saines. Ainsi il est probable que la terre qui les recouvrait les avait garanties du froid.

Voilà donc un effet des plus fâcheux des gelées d'hiver, qui, pour être renfermé dans l'intérieur des arbres, n'en est pas moins à craindre, puisqu'il rend les arbres qui en sont attaqués presque inutiles pour toutes sortes d'ouvrages; mais, outre cela, il est très-fréquent, et on a toutes les peines du monde à trouver quelques arbres qui en soient totalement exempts: cependant on doit conclure des observations que nous venons de rapporter que tous les arbres dont le bois ne suit pas une nuance réglée depuis le centre, où il doit être d'une couleur plus foncée, jusqu'au près de l'aubier, où la couleur s'éclaircit un peu, doivent être soupçonnés de quelques défauts, et même entièrement rebutés pour les ouvrages de conséquence, si la différence est considérable. Disons maintenant un mot de cet autre défaut que nous avons appelé *la gelivure entrelardée*.

En seiant horizontalement les pieds d'arbres, on aperçoit quelquefois un morceau d'aubier mort et d'écorce desséchée, qui est entièrement recouvert par le bois vif. Cet aubier mort occupe à peu près le quart de la circonférence dans l'endroit du tronc où il se trouve ; il est quelquefois plus brun que le bon bois, et d'autres fois presque blanchâtre. Ce défaut se trouve plus fréquemment sur les coteaux exposés au midi que partout ailleurs. Enfin, par la profondeur où cet aubier se trouve dans le tronc, il paraît dans beaucoup d'arbres avoir péri en 1709, et nous croyons qu'il est dans tous une suite de grandes gelées d'hiver qui ont fait entièrement périr une portion d'aubier et d'écorce, qui ont ensuite été recouverts par le nouveau bois ; et cet aubier mort se trouve presque toujours à l'exposition du midi, parce que le soleil venant à fondre la glace de ce côté, il en résulte une humidité qui regèle de nouveau et sitôt que le soleil a disparu ; ce qui forme un verglas qui, comme l'on sait, cause un préjudice considérable aux arbres. Ce défaut n'occupe pas ordinairement toute la longueur du tronc, de sorte que nous avons vu des pièces équarries qui paraissaient très-saines, et que l'on n'a reconnues attaquées de cette gelivure que quand on les a eu refendues pour en faire des planches ou des membrières. Si on les eût employées de toute leur grosseur, on les aurait crues exemptes de tous défauts. On conçoit cependant combien un tel vice dans leur intérieur doit diminuer leur force et précipiter leur dépérissement.

Nous avons dit encore que les fortes gelées d'hiver faisaient quelquefois fendre les arbres suivant la direction de leurs fibres, et même avec bruit : ainsi il nous reste à rapporter les observations que nous avons pu faire sur cet accident.

On trouve dans les forêts des arbres qui, ayant été fendus dans la direction de leurs fibres, sont marqués d'une arête qui est formée par la cicatrice qui a recouvert ces gerçures qui restent dans l'intérieur de ces arbres sans se réunir, parce que, comme nous le prouverons dans une autre occasion, il ne se forme jamais de réunion dans les fibres ligneuses sitôt qu'elles ont été séparées ou rompues. Tous les ouvriers regardent toutes ces fentes comme l'effet des gelées d'hiver ; c'est pourquoi ils appellent des gelivures toutes les gerçures qu'ils aperçoivent dans les arbres. Il n'est pas douteux que la sève, qui augmente de volume lorsqu'elle vient à geler, comme font toutes les liqueurs aqueuses, peut produire plusieurs de ces gerçures ; mais nous croyons qu'il y en a aussi qui sont indépendantes de la gelée, et qui sont occasionnées par une trop grande abondance de sève.

Quoi qu'il en soit, nous avons trouvé de ces défectuosités dans tous les terroirs et à toutes les expositions, mais plus fréquemment qu'ailleurs dans les terroirs humides, et aux expositions du nord et du couchant : peut-être cela vient-il, dans un cas, de ce que le froid est plus violent à ces expositions, et, dans l'autre, de ce que ces arbres qui sont dans les terroirs marécageux ont le tissu de leurs fibres ligneuses plus faible et plus rare, et de ce que leur sève est plus abondante et plus aqueuse que dans les terroirs secs ; ce qui fait que l'effet de la raréfaction des liqueurs par la gelée est plus sensible, et d'autant plus en état de désunir les fibres ligneuses, qu'elles y apportent moins de résistance.

Ce raisonnement paraît être confirmé par une autre observation : c'est que les arbres résineux, comme le sapin, sont rarement endommagés par les grandes gelées : ce qui peut venir de ce que leur sève est résineuse, car on sait que les huiles ne gèlent pas parfaitement, et qu'au lieu d'augmenter de volume à la gelée, comme l'eau, elles en diminuent lorsqu'elles se figent (1).

Au reste, nous avons scié plusieurs arbres atteints de cette maladie, et nous avons presque toujours trouvé, sous la cicatrice proéminente dont nous avons parlé, un dépôt de sève ou de bois pourri, et elle ne se distingue de ce qu'on appelle dans les forêts *des abreuvoirs* ou *des gouttières*, que parce que ces défauts, qui viennent d'une altération des fibres ligneuses qui s'est produite intérieurement, n'ont occasionné aucune cicatrice qui change la forme extérieure des arbres ; au lieu que les gelivures, qui viennent d'une gerçure qui s'est étendue à l'extérieur, et qui s'est ensuite recouverte par une cicatrice, forment une arête ou une éminence en forme de corde qui annonce le vice intérieur.

Les grandes gelées d'hiver produisent sans doute bien d'autres dommages aux arbres, et nous avons encore remarqué plusieurs défauts que nous pourrions leur attribuer avec beaucoup de vraisemblance : mais, comme nous n'avons pas pu nous en convaincre pleinement, nous n'ajouterons rien à ce que nous venons de dire, et nous passerons aux observations que nous avons faites sur les effets des gelées du printemps, après avoir dit un mot des avantages et des désavantages des différentes expositions par rapport à la gelée ; car cette question est trop intéressante à l'agriculture pour ne pas essayer de l'éclaircir, d'autant que les auteurs se trouvent dans des oppositions de sentiments plus capables de faire naître des doutes que d'augmenter nos connaissances, les uns prétendant que la gelée se fait sentir plus vivement à l'exposition du nord, les autres voulant que ce soit à celle du midi ou du couchant ; et tous ces avis ne sont fondés sur aucune observation. Nous sentons cependant bien ce qui a pu partager ainsi les sentiments, et c'est ce qui nous a mis à portée de les concilier. Mais, avant que de rapporter les observations et les expériences qui nous y ont conduits, il est bon de donner une idée plus exacte de la question.

Il n'est pas douteux que c'est à l'exposition du nord qu'il fait le plus grand froid : elle est à l'abri du soleil, qui peut seul, dans les grandes gelées, tempérer la rigueur du froid ; d'ailleurs elle est exposée aux vents du nord, de nord-est et de nord-ouest, qui sont les plus froids de tous, non-seulement à en juger par les effets que ces vents produisent sur nous, mais encore par la liqueur des thermomètres, dont la décision est bien plus certaine.

(1) M. Hales, ce savant observateur qui nous a tant appris de choses sur la végétation, dit, dans son livre de la *Statique des Végétaux*, page 19, que ce sont les plantes qui transpirent le moins qui résistent le mieux au froid des hivers, parce qu'elles n'ont besoin, pour se conserver, que d'une très-petite quantité de nourriture. Il prouve dans le même endroit que les plantes qui conservent leurs feuilles pendant l'hiver sont celles qui transpirent le moins. Cependant on sait que l'oranger, le myrte, et encore plus le jasmin d'Arabie, etc., sont très-sensibles à la gelée, quoique ces arbres conservent leurs feuilles pendant l'hiver : il faut donc avoir recours à une autre cause pour expliquer pourquoi certains arbres qui ne se dépouillent pas pendant l'hiver, supportent si bien les plus fortes gelées.

Aussi voyons-nous, le long de nos espaliers, que la terre est souvent gelée et endurcie toute la journée au nord, pendant qu'elle est meuble et qu'on la peut labourer au midi.

Quand, après cela, il succède une forte gelée pendant la nuit, il est clair qu'il doit faire bien plus froid dans l'endroit où il y avait déjà de la glace que dans celui où la terre aura été échauffée par le soleil; c'est aussi pour cela que, même dans les pays chauds, on trouve encore de la neige à l'exposition du nord sur les revers des hautes montagnes: d'ailleurs la liqueur du thermomètre se tient toujours plus bas à l'exposition du nord qu'à celle du midi; ainsi il est incontestable qu'il y fait plus froid et qu'il y gèle plus fort.

En faut-il davantage pour faire conclure que la gelée doit faire plus de désordre à cette exposition qu'à celle du midi? et on se confirmera dans ce sentiment par l'observation que nous avons faite de la gelivure simple, que nous avons trouvée en plus grande quantité à cette exposition qu'à toutes les autres.

Effectivement, il est sûr que tous les accidents qui dépendront uniquement de la grande force de la gelée, tels que celui dont nous venons de parler, se trouveront plus fréquemment à l'exposition du nord que partout ailleurs. Mais est-ce toujours la grande force de la gelée qui endommage les arbres, et n'y a-t-il pas des accidents particuliers qui font qu'une gelée médiocre leur cause beaucoup plus de préjudice que ne font les gelées beaucoup plus violentes, quand elles arrivent dans des circonstances heureuses?

Nous en avons déjà donné un exemple en parlant de la gelivure entrelardée, qui est produite par le verglas, et qui se trouve plus fréquemment à l'exposition du midi qu'à toutes les autres, et l'on se souvient bien encore qu'une partie des désordres qu'a produits l'hiver de 1709 doit être attribuée à un faux dégel, qui fut suivi d'une gelée encore plus forte que celle qui l'avait précédé. Mais les observations que nous avons faites sur les effets des gelées du printemps nous fournissent beaucoup d'exemples pareils, qui prouvent incontestablement que ce n'est pas aux expositions où il gèle le plus fort et où il fait le plus grand froid que la gelée fait le plus de tort aux végétaux; nous en allons donner le détail, qui va rendre sensible la proposition générale que nous venons d'avancer, et nous commencerons par une expérience que M. de Buffon a fait exécuter en grand dans ses bois, qui sont situés près de Montbard en Bourgogne.

Il a fait couper, dans le courant de l'hiver 1734, un bois taillis de sept à huit arpents, situé dans un lieu sec, sur un terrain plat, bien découvert, et environné de tous côtés de terres labourables. Il a laissé dans ce même bois plusieurs petits bouquets carrés sans les abattre, et qui étaient orientés de façon que chaque face regardait exactement le midi, le nord, le levant et le couchant. Après avoir bien fait nettoyer la coupe, il a observé avec soin, au printemps, l'accroissement du jeune bourgeon, principalement autour des bouquets réservés: au 20 avril il avait poussé sensiblement dans les endroits exposés au midi, et qui, par conséquent, étaient à l'abri du vent du nord par les bouquets; c'est donc en cet endroit que

les bourgeons poussèrent les premiers et parurent les plus vigoureux. Ceux qui étaient à l'exposition du levant parurent ensuite, puis ceux de l'exposition du couchant, enfin ceux de l'exposition du nord.

Le 28 avril, la gelée se fit sentir très-vivement le matin par un vent du nord, le ciel étant fort serein et l'air fort sec, surtout depuis trois jours.

Il alla voir en quel état étaient les bourgeons autour des bouquets, et il les trouva gâtés et absolument noircis dans tous les endroits qui étaient exposés au midi et à l'abri du vent du nord, au lieu que ceux qui étaient exposés au vent froid du nord, qui soufflait encore, n'étaient que légèrement endommagés, et il fit la même observation autour de tous les bouquets qu'il avait fait réserver. A l'égard des expositions du levant et du couchant, elles étaient, ce jour-là, à peu près également endommagées.

Les 14, 15 et 22 mai, qu'il gela assez vivement par les vents du nord et de nord-nord-ouest, il observa pareillement que tout ce qui était à l'abri du vent par les bouquets était très-endommagé, tandis que tout ce qui avait été exposé au vent avait très-peu souffert. Cette expérience nous paraît décisive, et fait voir que, quoiqu'il gèle plus fort aux endroits exposés au vent du nord qu'aux autres, la gelée y fait cependant moins de tort aux végétaux.

Ce fait est assez opposé au préjugé ordinaire; mais il n'en est pas moins certain, et même il est aisé à expliquer: il suffit pour cela de faire attention aux circonstances dans lesquelles la gelée agit, et on reconnaîtra que l'humidité est la principale cause de ses effets, en sorte que tout ce qui peut occasionner cette humidité rend en même temps la gelée dangereuse pour les végétaux, et tout ce qui dissipe l'humidité, quand même ce serait en augmentant le froid, tout ce qui le dessèche, diminue les désordres de la gelée. Ce fait va être confirmé par quantité d'observations.

Nous avons souvent remarqué que dans les endroits bas, et où il règne des brouillards, la gelée se fait sentir plus vivement et plus souvent qu'ailleurs.

Nous avons, par exemple, vu en automne et au printemps les plantes délicates gelées dans un jardin potager qui est situé sur le bord d'une rivière, tandis que les mêmes plantes se conservaient bien dans un autre potager qui est situé sur la hauteur. De même, dans les vallons et les lieux bas des forêts, le bois n'est jamais d'une belle venue ni d'une bonne qualité, quoique souvent ces vallons soient sur un meilleur fonds que le reste du terrain. Le taillis n'est jamais beau dans les endroits bas; et quoiqu'il y pousse plus tard qu'ailleurs, à cause d'une fraîcheur qui y est toujours concentrée, et que M. de Buffon m'a assuré avoir remarquée même l'été en se promenant la nuit dans les bois; car il y sentait sur les éminences presque autant de chaleur que dans les campagnes découvertes, et dans les vallons il était saisi d'un froid vif et inquiétant; quoique, dis-je, le bois y pousse plus tard qu'ailleurs, ces pousses sont encore endommagées par la gelée, qui, en gâtant les principaux jets, oblige les arbres à pousser des branches latérales, ce qui rend les taillis rabougris et hors d'état de faire jamais de beaux arbres de service :

et ce que nous venons de dire ne se doit pas seulement entendre des profondes vallées, qui sont si susceptibles de ces inconvénients, qu'on en remarque d'exposées au nord et fermées du côté du midi en cul-de-sac, dans lesquelles il gèle souvent les douze mois de l'année; mais on remarquera encore la même chose dans les plus petites vallées, de sorte qu'avec un peu d'habitude, on peut reconnaître simplement à la mauvaise figure du taillis la pente du terrain. C'est aussi ce que j'ai remarqué plusieurs fois, et M. de Buffon l'a particulièrement observé le 28 avril 1754; car ce jour-là les bourgeons de tous les taillis d'un an, jusqu'à six et sept, étaient gelés dans tous les lieux bas, au lieu que, dans tous les endroits élevés et découverts, il n'y avait que les rejets près de terre qui fussent gâtés. La terre était alors fort sèche, et l'humidité de l'air ne lui parut pas avoir beaucoup contribué à ce dommage. Les vignes non plus que les noyers de la campagne ne gelèrent pas : cela pourrait faire croire qu'ils sont moins délicats que le chêne; mais nous pensons qu'il faut attribuer cela à l'humidité, qui est toujours plus grande dans les bois que dans le reste des campagnes, car nous avons remarqué que souvent les chênes sont fort endommagés de la gelée dans les forêts, pendant que ceux qui sont dans les haies ne le sont point du tout.

Dans le mois de mai 1736 nous avons encore eu occasion de répéter cette observation, qui a même été accompagnée de circonstances particulières, mais dont nous sommes obligés de remettre le détail à un autre endroit de ce mémoire, pour en faire sentir mieux la singularité.

Les grands bois peuvent rendre les taillis qui sont dans leur voisinage dans le même état qu'ils seraient dans le fond d'une vallée : aussi avons-nous remarqué que le long et près des lisières des grands bois, les taillis sont plus souvent endommagés par la gelée que dans les endroits qui en sont éloignés; comme, dans le milieu des taillis et dans les bois où on laisse un grand nombre de baliveaux, elle se fait sentir avec bien plus de force que dans ceux qui sont plus découverts. Or tous les désordres dont nous venons de parler, soit à l'égard des vallées, soit pour ce qui se trouve le long des grands bois, ou à couvert par les baliveaux, ne sont plus considérables dans ces endroits que dans les autres que parce que le vent et le soleil ne pouvant dissiper la transpiration de la terre et des plantes, il y reste une humidité considérable, qui, comme nous l'avons dit, cause un très-grand préjudice aux plantes.

Aussi remarque-t-on que la gelée n'est jamais plus à craindre pour la vigne, les fleurs, les bourgeons des arbres, etc., que lorsqu'elle succède à des brouillards, ou même à une pluie, quelque légère qu'elle soit : toutes ces plantes supportent des froids très-considérables sans être endommagées, lorsqu'il y a quelque temps qu'il n'a plu et que la terre est fort sèche, comme nous l'avons encore éprouvé ce printemps dernier.

C'est principalement pour cette même raison que la gelée agit plus puissamment dans les endroits fraîchement labourés qu'ailleurs, et cela parce que les vapeurs qui s'élèvent continuellement de la terre, transpirent plus librement et plus abon-

damment des terres nouvellement labourées que des autres; il faut néanmoins ajouter à cette raison que les plantes fraîchement labourées poussent plus vigoureusement que les autres, ce qui les rend plus sensibles aux effets de la gelée.

De même nous avons remarqué que dans les terrains sablonneux, la gelée fait plus de dégâts que dans les terres fortes, en les supposant également sèches, sans doute parce qu'ils sont plus hâtifs, et encore plus parce qu'il s'échappe plus d'exhalaisons de ces sortes de terres que des autres, comme nous le prouverons ailleurs, et si une vigne nouvellement fumée est plus sujette à être endommagée de la gelée qu'une autre, n'est-ce pas à cause de l'humidité qui s'échappe des fumiers?

Un sillon de vigne, qui est le long d'un champ de sainfoin ou de pois, etc., est souvent tout perdu de la gelée lorsque le reste de la vigne est très-sain; ce qui doit certainement être attribué à la transpiration du sainfoin ou des autres plantes qui portent une humidité sur les pousses de la vigne.

Aussi dans la vigne les verges qui sont de long sarment, qu'on ménage en taillant, sont-elles toujours moins endommagées que la souche, surtout quand, n'étant pas attachées à l'échalas, elles sont agitées par le vent, qui ne tarde pas de les dessécher.

La même chose se remarque dans les bois, et j'ai souvent vu dans les taillis tous les bourgeons latéraux d'une souche entièrement gâtés par la gelée, pendant que les rejetons supérieurs n'avaient pas souffert: mais M. de Buffon a fait cette même observation avec plus d'exactitude; il lui a toujours paru que la gelée faisait plus de tort à un pied de terre qu'à deux, à deux qu'à trois, de sorte qu'il faut qu'elle soit bien violente pour gêner les bourgeons au-dessus de quatre pieds.

Toutes ces observations, qu'on peut regarder comme très-constants, s'accordent donc à prouver que le plus souvent ce n'est pas le grand froid qui endommage les plantes chargées d'humidité; ce qui explique à merveille pourquoi elle fait tant de désordre à l'exposition du midi, quoiqu'il y fasse moins froid qu'à celle du nord; et de même la gelée cause plus de dommage à l'exposition du couchant qu'à toutes les autres, quand, après une pluie du vent d'ouest, le vent tourne au nord vers le soleil couché, comme cela arrive assez fréquemment au printemps, ou quand, par un vent d'est, il s'élève un brouillard froid au lever du soleil, ce qui n'est pas si ordinaire.

Il y a aussi des circonstances où la gelée fait plus de tort à l'exposition du levant qu'à toutes les autres; mais comme nous avons plusieurs observations sur cela, nous rapporterons auparavant celle que nous avons faite sur la gelée du printemps de 1736, qui nous a fait tant de tort l'année dernière. Comme il faisait très-sec ce printemps, il a gelé fort longtemps sans que cela ait endommagé les vignes; mais il n'en était pas de même dans les forêts, apparemment parce qu'il s'y conserve toujours plus d'humidité qu'ailleurs: en Bourgogne, de même que dans les forêts d'Orléans, les taillis furent endommagés de fort bonne heure. Enfin la gelée augmenta si fort que toutes les vignes furent perdues malgré la sécheresse qui continuait toujours; mais au lieu que c'est ordinairement à l'abri du vent que la

gelée fait plus de dommage, au contraire, dans le printemps dernier, les endroits abrités ont été les seuls qui ont été conservés; de sorte que, dans plusieurs clos de vignes entourés de murailles, on voyait les souches le long de l'exposition du midi être assez vertes, pendant que toutes les autres étaient sèches comme en hiver, et nous avons eu deux cantons de vignes d'épargnés, l'un, parce qu'il était abrité du vent du nord par une pépinière d'ormes, et l'autre parce que la vigne était remplie de beaucoup d'arbres fruitiers.

Mais cet effet est très-rare, et cela n'est arrivé que parce qu'il faisait fort sec et que les vignes ont résisté jusqu'à ce que la gelée fût devenue si forte pour la saison, qu'elle pouvait endommager les plantes indépendamment de l'humidité extérieure; et comme nous l'avons dit, quand la gelée endommage les plantes indépendamment de cette humidité et d'autres circonstances particulières, c'est à l'exposition du nord qu'elle fait plus de dommage, parce que c'est à cette exposition qu'il fait plus de froid.

Mais il nous semble encore apercevoir une autre cause des désordres que la gelée produit plus fréquemment à des expositions qu'à d'autres, au levant, par exemple, plus qu'au couchant; elle est fondée sur l'observation suivante, qui est aussi constante que les précédentes.

Une gelée assez vive ne cause aucun préjudice aux plantes quand elle fond avant que le soleil les ait frappées: qu'il gèle la nuit; si le matin le temps est couvert, s'il tombe une petite pluie, en un mot si, par quelque cause que ce puisse être, la glace fond doucement et indépendamment de l'action du soleil, ordinairement elle ne les endommage pas; et nous avons souvent sauvé des plantes assez délicates qui étaient par hasard restées à la gelée, en les rentrant dans la serre avant le lever du soleil, ou simplement en les couvrant avant que le soleil eût donné dessus.

Une fois entre autres il était survenu en automne une gelée très-forte pendant que nos orangers étaient dehors; et comme il était tombé de la pluie la veille, ils étaient tout couverts de verglas: on leur sauva cet accident en les couvrant avec des draps avant le soleil levé; de sorte qu'il n'y eut que les jeunes fruits et les pousses les plus tendres qui en furent endommagés; encore sommes-nous persuadés qu'ils ne l'auraient pas été si la couverture avait été plus épaisse.

De même, une autre année, nos *geranium*, et plusieurs autres qui craignent le verglas, étaient dehors lorsque tout à coup le vent, qui était sud-ouest, se mit au nord, et fut si froid, que toute l'eau d'une pluie abondante qui tombait se gelait, et dans un instant tout ce qui y était exposé fut couvert de glace: nous eûmes toutes nos plantes perdues; cependant nous les fîmes porter dans le fond de la serre, et nous fîmes fermer les croisées: par ce moyen nous en eûmes peu d'endommagées.

Cette précaution revient assez à ce qu'on pratique pour les animaux: qu'ils soient transis de froid, qu'ils aient un membre gelé, on se donne bien de garde de les exposer à une chaleur trop vive; on les frotte avec de la neige, ou bien on les

trempe dans l'eau, on les enterre dans du fumier; en un mot on les réchauffe par degrés et avec ménagement.

De même si l'on fait dégeler trop précipitamment des fruits ils se pourrissent à l'instant, au lieu qu'ils souffrent beaucoup moins de dommages si on les fait dégeler peu à peu.

Pour expliquer comment le soleil produit tant de désordres sur les plantes gelées, quelques-uns avaient pensé que la glace en se fondant se réduisait en petites gouttes d'eau sphériques, qui faisaient autant de petits miroirs ardents quand le soleil donnait dessus; mais quelque court que soit le foyer d'une loupe, elle ne peut produire de chaleur qu'à une distance, quelque petite qu'elle soit, et elle ne pourra produire un grand effet sur un corps qu'elle touchera: d'ailleurs la goutte d'eau qui est sur la feuille d'une plante est aplatie du côté qu'elle touche à la plante; ce qui éloigne son foyer. Enfin, si ces gouttes d'eau pouvaient produire cet effet, pourquoi les gouttes de rosée, qui sont pareillement sphériques, ne le produiraient-elles pas aussi? Peut-être pourrait-on penser que les parties les plus spiritueuses et les plus volatiles de la sève fondant les premières, elles seraient évaporées avant que les autres fussent en état de se mouvoir dans les vaisseaux de la plante; ce qui décomposerait la sève.

Mais on peut dire en général que la gelée augmentant le volume des liqueurs tend les vaisseaux des plantes, et que le dégel ne se pouvant faire sans que les parties qui composent le fluide gelé entrent en mouvement, ce changement se peut faire avec assez de douceur pour ne pas rompre les vaisseaux les plus délicats des plantes, qui rentreront peu à peu dans leur ton naturel, et alors les plantes n'en souffriront aucun dommage: mais s'il se fait avec trop de précipitation, ces vaisseaux ne pourront pas reprendre sitôt le ton qui leur est naturel, après avoir souffert une extension violente; les liqueurs s'évaporeront, et la plante restera desséchée.

Quoi qu'on puisse conclure de ces conjectures, dont je ne suis pas à beaucoup près satisfait, il reste toujours pour constant.

1° Qu'il arrive, à la vérité rarement, qu'en hiver ou au printemps les plantes soient endommagées simplement par la grande force de la gelée, et indépendamment d'aucune circonstance particulière; et, dans ce cas, c'est à l'exposition du nord que les plantes souffrent le plus.

2° Dans le temps qu'une gelée dure plusieurs jours, l'ardeur du soleil fait fondre la glace en quelques endroits, et seulement pour quelques heures; car souvent il regèle avant le coucher du soleil: ce qui forme un verglas très-préjudiciable aux plantes, et on sent que l'exposition du midi est plus sujette à cet inconvénient que toutes les autres.

3° On a vu que les gelées du printemps font principalement du désordre dans les endroits où il y a de l'humidité: les terroirs qui transpirent beaucoup, les fonds des vallées, et généralement tous les endroits qui ne pourront être desséchés par le vent et le soleil, seront donc plus endommagés que les autres.

Enfin si au printemps le soleil qui donne sur les plantes gelées leur occasionne

un dommage plus considérable, il est clair que ce sera l'exposition du levant, et ensuite celle du midi, qui souffriront le plus de cet accident.

Mais dira-t-on, si cela est, il ne faut donc plus planter à l'exposition du midi en *à-dos* (qui sont des talus de terre qu'on ménage dans les potagers ou le long des espaliers) les giroflées, les choux des avents, les laitues d'hiver, les pois verts et les autres plantes délicates auxquelles on veut faire passer l'hiver, et que l'on souhaite avancer pour le printemps; ce sera à l'exposition du nord qu'il faudra dorénavant planter les pêchers et les autres arbres délicats. Il est à propos de détruire ces deux objections, et faire voir qu'elles sont de fausses conséquences de ce que nous avons avancé.

On se propose différents objets quand on met des plantes passer l'hiver à des abris exposés au midi : quelquefois c'est pour hâter leur végétation; c'est, par exemple, dans cette intention qu'on plante le long des espaliers quelques rangées de laitues, qu'on appelle, à cause de cela, *laitues d'hiver*, qui résistent assez bien à la gelée, quelque part qu'on les mette, mais qui avancent davantage à cette exposition : d'autres fois c'est pour les préserver de la rigueur de cette saison, dans l'intention de les replanter de bonne heure au printemps; on suit, par exemple, cette pratique pour les choux qu'on appelle *les avents*, qu'on sème en cette saison le long d'un espalier. Cette espèce de choux, de même que les brocolis, sont assez tendres à la gelée, et périraient souvent à ces abris si on n'avait pas soin de les couvrir pendant les grandes gelées avec des paillassons ou du fumier soutenus sur des perches.

Enfin on veut quelquefois avancer la végétation de quelques plantes qui craignent la gelée, comme seraient les giroflées, les pois verts, et pour cela on les plante sur des *à-dos* bien exposés au midi; mais de plus on les défend des grandes gelées en les couvrant lorsque le temps l'exige.

On sent bien, sans que nous soyons obligés de nous étendre davantage sur cela, que l'exposition du midi est plus propre que toutes les autres à accélérer la végétation, et on vient de voir que c'est aussi ce qu'on se propose principalement quand on met quelques plantes passer l'hiver à cette exposition, puisqu'on est obligé, comme nous venons de le dire, d'employer, outre cela, des couvertures pour garantir de la gelée les plantes qui sont un peu délicates; mais il faut ajouter que, s'il y a quelques circonstances où la gelée fasse plus de désordre au midi qu'aux autres expositions, il y a aussi bien des cas qui sont favorables à cette exposition, surtout quand il s'agit d'espalier. Si, par exemple, pendant l'hiver, il y a quelque chose à craindre des verglas, combien de fois arrive-t-il que la chaleur du soleil, qui est augmentée par la réflexion de la muraille, a assez de force pour dissiper toute l'humidité, et alors les plantes sont presque en sûreté contre le froid! De plus, combien arrive-t-il de gelées sèches qui agissent au nord sans relâche, et qui ne sont presque pas sensibles au midi! De même au printemps on sent bien que si, après une pluie qui vient du sud-ouest ou du sud-est, le vent se met au nord, l'espalier du midi étant à l'abri du vent souffrira plus que les autres. Mais ces cas sont rares, et le plus souvent c'est après des pluies de nord-ouest ou de

nord-est que le vent se met au nord; et alors l'espalier du midi ayant été à l'abri de la pluie par le mur, les plantes qui y seront auront moins à souffrir que les autres, non-seulement parce qu'elles auront reçu moins de pluie, mais encore parce qu'il y fait toujours moins froid qu'aux autres expositions, comme nous l'avons fait remarquer au commencement de ce mémoire.

De plus, comme le soleil dessèche beaucoup la terre le long des espaliers qui sont au midi, la terre y transpire moins qu'ailleurs.

On sent bien que ce que nous venons de dire doit avoir son application à l'égard des pêchers et des abricotiers, qu'on a coutume de mettre à cette exposition et à celle du levant; nous ajouterons seulement qu'il n'est pas rare de voir les pêchers geler au levant et au midi, et ne le pas être au couchant ou même au nord : mais, indépendamment de cela, on ne peut jamais compter avoir beaucoup de pêches et de bonne qualité à cette dernière exposition; quantité de fleurs tombent tout entières et sans nouer; d'autres, après être nouées, se détachent de l'arbre, et celles qui restent ont peine à parvenir à une maturité complète : j'ai même un espalier de pêchers à l'exposition du couchant, un peu déclinante au nord, qui ne donne presque pas de fruit, quoique les arbres y soient plus beaux qu'aux expositions du midi et du nord.

Ainsi on ne pourrait éviter les inconvénients qu'on peut reprocher à l'exposition du midi à l'égard de la gelée, sans tomber dans d'autres plus fâcheux.

Mais tous les arbres délicats, comme les figuiers, les lauriers, etc., doivent être mis au midi, ayant soin, comme l'on fait ordinairement, de les couvrir; nous remarquerons seulement que le fumier sec est préférable pour cela à la paille, qui ne couvre jamais si exactement, et dans laquelle il reste toujours un peu de grain qui attire les mulots et les rats, qui mangent quelquefois l'écorce des arbres pour se désaltérer dans le temps de la gelée, où ils ne trouvent point d'eau à boire, ni d'herbe à paître; c'est ce qui nous est arrivé deux à trois fois : mais quand on se sert de fumier, il faut qu'il soit sec, sans quoi il s'échaufferait et ferait moisir les jeunes branches.

Toutes ces précautions sont cependant bien inférieures à ces espaliers en niche ou en renforcement, tels qu'on en voit aujourd'hui au Jardin du Roi; les plantes sont, de cette manière, à l'abri de tous les vents, excepté celui du midi, qui ne leur peut nuire : le soleil, qui échauffe ces endroits pendant le jour, empêche que le froid n'y soit si violent pendant la nuit, et on peut avec grande facilité mettre sur ces renforcements une légère couverture, qui tiendra les plantes qui y seront dans un état de sécheresse infiniment propre à prévenir tous les accidents que le verglas et les gelées du printemps auraient pu produire, et la plupart des plantes ne souffriront pas d'être ainsi privées de l'humidité extérieure, parce qu'elles ne transpirent presque pas dans l'hiver, non plus qu'au commencement du printemps, de sorte que l'humidité de l'air suffit à leur besoin.

Mais, puisque les rosées rendent les plantes si susceptibles de la gelée du printemps, ne pourrait-on pas espérer que les recherches que MM. Musschenbroek et

du Fay ont faites sur cette matière, pourraient tourner au profit de l'agriculture? car enfin puisqu'il y a des corps qui semblent attirer la rosée pendant qu'il y en a d'autres qui la repoussent, si on pouvait peindre, enduire ou crépir les murailles avec quelque matière qui repousserait la rosée, il est sûr qu'on aurait lieu d'en espérer un succès plus heureux que la précaution que l'on prend de mettre une planche en manière de toit au-dessus des espaliers; ce qui ne doit guère diminuer l'abondance de la rosée sur les arbres, puisque M. du Fay a prouvé que souvent elle ne tombe pas perpendiculairement comme une pluie, mais qu'elle nage dans l'air et qu'elle s'attache au corps qu'elle rencontre, de sorte qu'il a souvent autant amassé de rosée sous un toit que dans les endroits entièrement découverts.

Il nous serait aisé de reprendre toutes nos observations, et de continuer à en tirer des conséquences utiles à la pratique de l'agriculture; ce que nous avons dit, par exemple, au sujet de la vigne doit déterminer à arracher tous les arbres qui empêchent le vent de chasser les brouillards.

Puisqu'en labourant la terre on en fait sortir plus d'exhalaisons, il faut prêter plus d'attention à ne pas la faire labourer dans les temps critiques.

On doit défendre expressément qu'on ne sème sur les sillons de vigné, des plantes potagères, qui, par leurs transpirations, nuiraient à la vigne.

On ne mettra des échaldas aux vignes que le plus tard qu'on pourra.

On tiendra les haies qui bordent les vignes du côté du nord plus basses que de tout autre côté.

On préférera amender les vignes avec des terreaux plutôt que de les fumer.

Enfin, si on est à portée de choisir un terrain, on évitera ceux qui sont dans des fonds ou dans les terroirs qui transpirent beaucoup.

Une partie de ces précautions peut aussi être employée très-utilement pour les arbres fruitiers, à l'égard, par exemple, des plantes potagères, que les jardiniers sont toujours empressés de mettre au pied de leurs buissons, et encore plus le long de leurs espaliers.

S'il y a des parties hautes et d'autres basses dans les jardins, on pourra avoir l'attention de semer les plantes printanières et délicates sur le haut, préférablement au bas, à moins qu'on n'ait dessein de les couvrir avec des cloches, des châssis, etc.; car, dans le cas où l'humidité ne peut nuire, il serait souvent avantageux de choisir les lieux bas pour être à l'abri du vent du nord ou de nord-ouest.

On peut aussi profiter de ce que nous avons dit à l'avantage des forêts; car si on a des réserves à faire, ce ne sera jamais dans les endroits où la gelée cause tant de dommage.

Si on sème un bois on aura attention de mettre dans les vallons des arbres qui soient plus durs à la gelée que le chêne.

Quand on fera des coupes considérables, on mettra dans les clauses du marché qu'on les commencera toujours du côté du nord, afin que ce vent, qui règne ordinairement dans les temps de gelée, dissipe cette humidité qui est préjudiciable aux taillis.

Enfin si, sans contrevenir aux ordonnances, on peut faire des réserves en lisière, au lieu de laisser des baliveaux qui, sans pouvoir jamais faire de beaux arbres, sont, à tous égards, la perte des taillis, et particulièrement dans l'occasion présente, en retenant sur les taillis cette humidité qui est si fâcheuse dans les temps de gelée, on aura en même temps attention que la lisière de réserve ne couvre pas le taillis du côté du nord.

Il y aurait encore bien d'autres conséquences utiles qu'on pourrait tirer de nos observations : nous nous contenterons cependant d'en avoir rapporté quelques-unes, parce qu'on pourra suppléer à ce que nous avons omis, en prêtant un peu d'attention aux observations que nous avons rapportées. Nous sentons bien qu'il y aurait encore sur cette matière bon nombre d'expériences à faire; mais nous avons cru qu'il n'y avait aucun inconvénient à rapporter celles que nous avons faites; peut-être même engageront-elles quelque autre personne à travailler sur la même matière; et si elles ne produisent pas cet effet, elles ne nous empêcheront pas de suivre les vues que nous avons encore sur cela.

TABLE

DES ARTICLES CONTENUS DANS CE VOLUME.

HISTOIRE DES MINÉRAUX (SUITE).

	Pages.
Du plomb.	1
Du mercure.	14
De l'antimoine.	33
Du bismuth ou étain de glace.	38
Du zinc.	42
De la platine.	50
Du cobalt.	67
Du nickel.	73
De la manganèse	76
De l'arsenic.	79
Des ciments de nature.	87
Des cristallisations.	92
Des stalactites vitreuses.	96
Stalactites cristallisées du quartz, cristal de roche.	98
Améthystes.	108
Cristaux-topazes.	109
Chrysolithe.	110
Aigue-marine.	111
Stalactites cristallisées du feldspath.	112
Saphir d'eau.	113
Feldspath de Russie.	114
Œil-de-chat.	116
Œil-de-poisson	117
Œil-de-loup	118
Aventurine	<i>Id.</i>
Opale.	119
Pierres irisées.	121
Stalactites cristallisées du schorl.	122
Émeraude.	<i>Id.</i>
Péridot.	129
Saphir du Brésil.	130
Œil-de-chat noir ou noirâtre.	<i>Id.</i>
Béryl.	131
Topaze et rubis du Brésil.	132
Topaze de Saxe.	134

	Pages.
Grenat.	435
Hyacinthe.	439
Tourmaline.	140
Pierres-de-croix.	142
Stalactites vitreuses non cristallisées.	143
Agates.	147
Cornaline.	149
Sardoine	150
Prase.	<i>Id.</i>
Onyx.	151
Calcédoine.	152
Pierre hydrophane.	154
Pétrosilex.	156
Jaspes.	157
Cailloux..	160
Poudingues.	165
Stalactites et concrétions du mica.	167
Jade.	169
Serpentines.	172
Pierres ollaires..	174
Molybdène..	176
Pierre-de-lard et craie d'Espagne.	178
Craie de Briançon.	180
Amiante et asbeste.	<i>Id.</i>
Cuir et liège de montagne.	184
Pierres et concrétions vitreuses mélangées d'arglies.	186
Ampélite	187
Smectis, ou argile à foulon.	188
Pierre à rasoir.	189
Pierre à aiguiser.	<i>Id.</i>
Stalactites calcaires..	190
Du spath appelé cristal d'Islande..	192
Perles..	195
Turquoises	199
Corail	201
Pétrifications et fossiles.	203
Pierres vitreuses mélangées de matières calcaires.	210
Zéolithe	<i>Id.</i>
Lapis-Lazuli.	212
Pierres à fusil.	214
Pierre meulière.	218
Spaths fluors.	220
Stalactites de la terre végétale.	223
Bols.	226
Spaths pesants.	228
Pierres précieuses.	231
Du diamant.	238
Rubis et vermeille.	245
Topaze, saphir et girasol.	249
Concrétions métalliques	253

TABLE.

495

Pages.

Concrétions du fer; rouille de fer et ocre.	254
Terre d'ombre.	255
Emeril.	<i>Id.</i>
Volfran.	256
Pyrites et marcassites.	257
Mines de fer pyriforme.	258
Mines de fer spathique.	259
Hématite.	260
Mine de fer spéculaire..	<i>Id.</i>
Mines de fer cristallisées par le feu.	261
Sablon magnétique..	<i>Id.</i>
Concrétions de l'or.	262
Concrétions de l'argent..	264
Concrétions du cuivre.	267
Pierre arménienne.	268
Concrétions de l'étain.	269
Concrétions du plomb..	270
Concrétions du mercure..	<i>Id.</i>
Concrétions de l'antimoine.	271
Concrétions du bismuth..	272
Concrétions du zinc..	<i>Id.</i>
Concrétions de la platine.	273
Produits volcaniques.	277
Des basaltes, des laves et des laïtiers volcaniques.	278
Pierre de touche.	282
Pierre variolique.	283
Tripoli.	284
Pierre ponce.	285
Pouzzolane.	287
GÉNÈSE DES MINÉRAUX.	289

TRAITÉ DE L'AIMANT ET DE SES USAGES.

ARTICLE PREMIER. Des forces de la nature en général, et en particulier de l'électricité et du magnétisme.	298
ART. 2. De la nature et de la formation de l'aimant.	327
ART. 3. De l'attraction et de la répulsion de l'aimant.	333
ART. 4. Divers procédés pour produire et compléter l'aimantation du fer.	345
ART. 5. De la direction de l'aimant et de sa déclinaison..	350
ART. 6. De l'inclinaison de l'aimant.	357
Arrangement des minéraux en table méthodique, rédigée d'après la connaissance de leurs propriétés naturelles	364
Table méthodique des minéraux.	365

EXPÉRIENCES SUR LES VÉGÉTAUX.

PREMIER MÉMOIRE.

Expérience sur la force du bois.	372
Tables des expériences sur la force du bois..	496

SECOND MÉMOIRE.

ARTICLE PREMIER	Moyen facile d'augmenter la solidité, la force et la durée du bois.	408
ART. 2.	Expériences sur le dessèchement du bois à l'air, et sur son imbibition dans l'eau.	417
ART. 3.	Sur la conservation et le rétablissement des forêts.	440
ART. 4.	Sur la culture et l'exploitation des forêts.	450
ART. 5.	Addition aux observations précédentes..	459

TROISIÈME MÉMOIRE.

Recherches de la cause de l'excentricité des couches ligneuses qu'on aperçoit quand on coupe horizontalement le tronc d'un arbre, de l'inégalité d'épaisseur, et du différent nombre de ces couches, tant dans le bois formé que dans l'aubier..	465
--	-----

QUATRIÈME MÉMOIRE.

Observations des différents effets que produisent sur les végétaux les grandes gelées d'hiver et les petites gelées du printemps.	476
---	-----

FIN DE LA TABLE.



ORIENTAÇÕES PARA O USO

Esta é uma cópia digital de um documento (ou parte dele) que pertence a um dos acervos que fazem parte da Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP. Trata-se de uma referência a um documento original. Neste sentido, procuramos manter a integridade e a autenticidade da fonte, não realizando alterações no ambiente digital – com exceção de ajustes de cor, contraste e definição.

1. Você apenas deve utilizar esta obra para fins não comerciais. Os livros, textos e imagens que publicamos na Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP são de domínio público, no entanto, é proibido o uso comercial das nossas imagens.

2. Atribuição. Quando utilizar este documento em outro contexto, você deve dar crédito ao autor (ou autores), à Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP e ao acervo original, da forma como aparece na ficha catalográfica (metadados) do repositório digital. Pedimos que você não republique este conteúdo na rede mundial de computadores (internet) sem a nossa expressa autorização.

3. Direitos do autor. No Brasil, os direitos do autor são regulados pela Lei n.º 9.610, de 19 de Fevereiro de 1998. Os direitos do autor estão também respaldados na Convenção de Berna, de 1971. Sabemos das dificuldades existentes para a verificação se uma obra realmente encontra-se em domínio público. Neste sentido, se você acreditar que algum documento publicado na Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP esteja violando direitos autorais de tradução, versão, exibição, reprodução ou quaisquer outros, solicitamos que nos informe imediatamente (dtsibi@usp.br).