

O. DRUDE

—  
MANUEL

DE

GÉOGRAPHIE BOTANIQUE

TRADUIT

PAR

GEORGES POIRAULT



PARIS  
LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES  
PAUL KLINGENSIECK  
1, Rue Cornaille, 3

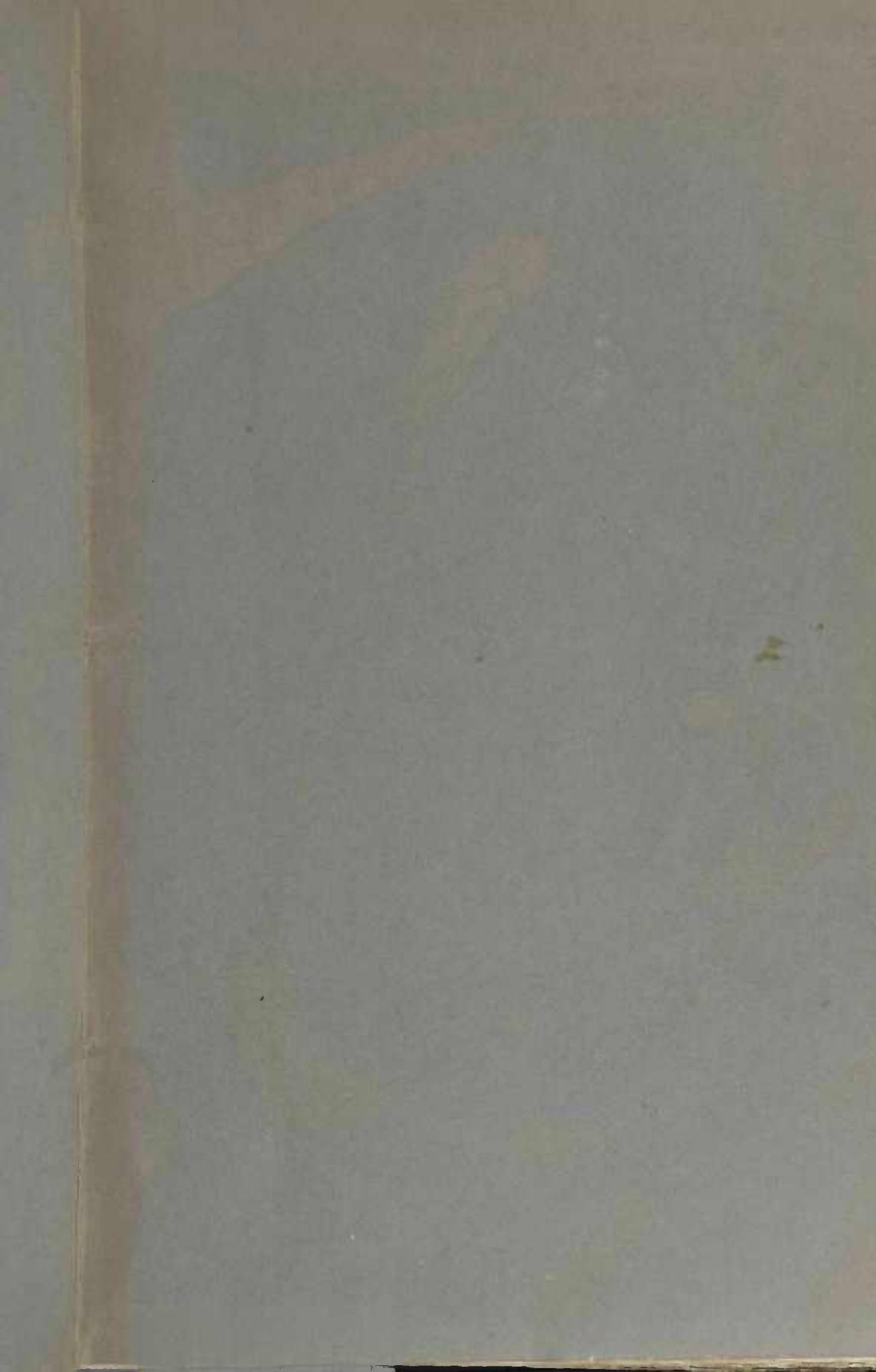
EX-LIBRIS



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA  
LUIZ DE QUEIROZ

Nº

268





MANUEL  
DE  
GÉOGRAPHIE BOTANIQUE



MANUEL

DE

# GÉOGRAPHIE BOTANIQUE

PAR

LE D<sup>r</sup> OSCAR DRUDE

Membre de la Société Botanique de France,  
Professeur de Botanique à l'École Polytechnique, Directeur du Jardin Royal Botanique  
de Dresde

TRADUIT

PAR

Georges POIRAULT

DOCTEUR ÈS SCIENCES

et revu et augmenté par l'auteur

AVEC 4 CARTES EN COULEUR ET 3 FIGURES DANS LE TEXTE



PARIS

LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES  
PAUL KLINCKSIECK, ÉDITEUR

52, rue des Écoles (en face de la Sorbonne)

—  
1897



## PRÉFACE DU TRADUCTEUR

---

La répartition des organismes à la surface du globe est l'un des problèmes les plus complexes qui préoccupent les naturalistes.

Pour disposer peut-être de plus de données que la *Géographie Zoologique*, la *Géographie Botanique* est encore loin de constituer un ensemble d'explications positives.

En effet, ce n'est pas tout que de constater la présence de telles ou telles plantes dans une contrée déterminée ; même, la connaissance complète de la flore d'une région ne constitue pas, comme on le croit trop souvent, la *Géographie botanique* de cette région. Une statistique florale est un élément indispensable de la *Géographie Botanique* : mais, bien loin de résoudre le problème que se propose cette science, elle ne fait que le poser, car l'intérêt principal de cette étude, c'est de déterminer les causes qui ont amené des plantes dans une contrée et celles qui les y maintiennent.

Il y a donc, outre la question de fait résolue par la statistique florale, dans le domaine des explications, d'abord une question *géologique* préjudicielle d'origine de flore, et une question *biologique* — ou comme on veut dire maintenant *écologique* — relative aux exigences des végétaux comme chaleur, lumière, humidité, sol, etc., que des observations sur le terrain et des expériences de laboratoire permettent seules de résoudre.

Aujourd'hui pour l'ensemble du globe, c'est encore sur la statistique florale que nous sommes le mieux fixés, bien que, pour un nombre considérable de pays, nos données soient très incomplètes. Quant à la répartition des terres aux époques

géologiques antérieures et aux changements graduels de la flore en un même lieu, malgré les progrès réalisés dans cette voie depuis un demi-siècle, on sait combien, sur ce point, nos connaissances sont encore fragmentaires et incertaines. En dehors des études de systématique qui ont repris un nouvel essor grâce à l'apport de matériaux nouveaux, — conséquence de l'expansion coloniale pendant ces dernières années, — c'est vers le déterminisme des conditions de vie des végétaux que se sont portés de préférence les travaux des botanistes.

Mais l'ensemble de ces recherches ne nous permet pas, pour l'instant, de formuler de règles positives, non seulement pour les plantes tropicales mais même pour les plantes indigènes. On est loin d'avoir mesuré les exigences des plantes vis-à-vis du milieu extérieur et déterminé ce qu'on pourrait appeler leurs constantes biologiques.

En résumé la Géographie Botanique est encore fort peu avancée et c'est précisément pour cela qu'un livre élémentaire de la nature de celui-ci, synthétique et forcément un peu schématique, était très difficile à faire. L'auteur s'en est bien rendu compte; aussi, au lieu de développer toute la partie relative à la Géographie Botanique régionale — ce qui lui était facile puisqu'il est à l'heure actuelle un des botanistes les mieux informés sur ce point —, il a préféré la réduire aux notions essentielles, risquant même dans son désir de simplifier les choses, de réunir en un tout des parties assez dissemblables, et de s'attirer des critiques peut-être assez justifiées. Il s'est donc borné dans son étude des Régions botaniques à l'indication de la nature des formations les plus importantes, réservant la majeure partie de son livre à l'étude des conditions de vie des associations végétales si multiples et si diverses.

C'est là, en effet, une des parties les plus importantes de la Géographie Botanique et, voulant faire un livre élémentaire, M. Drude devait insister sur ce point.

Dans cette édition française, mon rôle s'est borné à une traduction aussi fidèle que possible du texte allemand. On sait combien les deux langues sont différentes, et la difficulté qu'il

Il y a, quand on doit suivre exactement le texte à donner à la phrase française une allure qui ne trahisse pas son origine. Ce livre ne le montre que trop ! Si imparfaite soit la forme, je crois cependant avoir, en général, rendu l'idée de l'auteur qui d'ailleurs a bien voulu revoir les épreuves. Les rares additions que j'ai faites sont presque exclusivement relatives à la bibliographie. Ces additions je les ai mises le plus souvent à la suite des indications de même nature contenues dans l'édition allemande.

On en trouvera en outre un certain nombre d'autres, rangées par ordre des pages auxquelles elles se rapportent à la fin du volume avec les errata.

Je n'aurais pu sans changer le caractère de ce MANUEL, résumer les mémoires que j'ai indiqués mais je crois que tels quels ces renseignements bibliographiques sont utiles pour permettre au lecteur désireux d'étudier une question spéciale de se reporter aux sources récentes.

Je serais très heureux que ce livre retrouvât près du public français l'accueil qu'il a reçu en Allemagne et contribuât au progrès de la Science dans notre pays. C'est le seul bénéfice que j'en attends.

Georges POIRAULT

Paris, Décembre 1896.

---



## PRÉFACE DE L'AUTEUR

---

En même temps que m'incombait l'honneur de traiter de la Distribution géographique des plantes dans l'Atlas physique de Berghaus, je recevais de l'éditeur de ces *Manuels géographiques* la proposition non moins flatteuse d'écrire une *Géographie botanique* pour cette collection si estimable. Cette double tâche présentait un intérêt tout particulier en raison de la connexion des deux travaux ; le texte du Manuel constituant une explication des cartes, et les cartes, la répétition, sous une forme non encore employée, des descriptions du Manuel. Bien que les matériaux de ces deux publications indépendantes aient été puisés en même temps aux mêmes sources, le présent livre ne voit le jour que cinq années après la publication de l'*Atlas de la distribution des plantes*, paru en 1887. On se rendra compte de l'énorme quantité de matériaux rassemblés pour ce travail quand je dirai de ce livre que son volume est double de celui qu'on avait prévu tout d'abord ; et encore la partie spéciale serait-elle insuffisante si le lecteur ne devait en trouver le complément dans des ouvrages plus étendus, et si la nécessité d'un Précis de Géographie botanique ne s'était justement fait sentir.

On a quelquefois adressé à des travaux de ce genre le reproche de n'être qu'une compilation dans laquelle l'auteur n'apportait aucune expérience personnelle. En effet, ceux-là même qui ont rassemblé dans trois continents des études et des observations ne possèdent que des lambeaux de connaissance relativement à l'ensemble de la végétation du globe, et leur science a perdu en profondeur ce qu'elle a gagné en étendue. Il est donc juste de dire que des Mémoires spéciaux et des Récits de voyages sont plus importants pour une Géographie botanique

générale que ne le sont des monographies pour les autres domaines du monde organique, monographies qui, du moins dans leurs traits essentiels, sont susceptibles de contrôle.

Si le lecteur veut prendre la peine de se pénétrer de l'esprit de ce livre, il pourra se convaincre de son originalité.

La Géographie Botanique a pour but la recherche des causes déterminantes de la répartition des plantes à la surface du globe, et l'étude des rapports entre la nature du pays et le tapis végétal qui le couvre. Elle se trouve donc intimement liée à la Botanique Systématique, à la Physiologie et surtout à la Biologie, et aussi à la Géographie Physique, dont elle n'est, en somme, qu'une branche spéciale.

Elle forme bien une science distincte dans laquelle beaucoup de faits isolés viennent se ranger, trouver leur véritable place et leur véritable signification.

La quantité de détails que comporte une telle science l'expose parfois à enregistrer des fautes et des inexactitudes de description pour certains domaines floraux : l'histoire de la critique de la *Végétation du globe* de Grisebach est là pour le prouver. J'ai donc pris grand soin de vérifier jusqu'aux plus petits détails, et l'exposé de la bibliographie qui accompagne chaque chapitre prouve combien je me suis attaché aux sources botaniques et aux flores.

Toutefois l'important, pour moi, c'est la vue d'ensemble, et je laisse aux floristes géographes qui nous ont si bien fait connaître certains domaines de végétation la vérification des détails; c'est à leurs consciencieux travaux, à leurs descriptions fidèles, que nous devons les progrès, lents mais sûrs, de nos connaissances sur la Végétation de la Terre.

Au point de vue des indications bibliographiques, je crois, comme le dit le Professeur Günther dans la préface de son Manuel de Géographie Mathématique, qu'un tel livre ne saurait être trop court et qu'il lui suffit de présenter au lecteur, dans un ordre convenable, les sources où il pourra puiser. Cela est d'autant plus nécessaire que, au point de vue spécial de la Géographie Botanique, les travaux de floristique ne doivent être acceptés ou employés que comme sources. Voilà pourquoi le

chapitre relatif à chaque région est précédé d'un court Index bibliographique indiquant les travaux auxquels je me suis reporté pour la rédaction du chapitre, travaux que j'ai presque toujours consultés dans l'original. Ce sont là les documents sur lesquels je me suis appuyé.

Depuis l'année 1878, époque à laquelle j'ai succédé à Grisebach au *Geographisches Jahrbuch* de Gotha, ce Recueil a publié sous ma signature, outre quelques résumés de moindre importance, de très nombreuses analyses critiques. Leur emploi était tout indiqué ici, et les nombreuses citations que nous ferons du *Geographisches Jahrbuch* ont été désignées par G. J., suivi du numéro du volume et de la page, lorsque, ce qui a été fait le plus souvent, on n'a pas donné le titre du Mémoire original. Les travaux de Grisebach publiés par lui dans le même Recueil de 1866 à 1877 ont été rassemblés après sa mort et réimprimés sous le titre de *Gesammelte Abhandlungen und kleinere Schriften zur Pflanzengeographie.* » Leipzig, 1880 (P. 335-556).

Ce qui figure dans ce Recueil a été désigné par la mention *Griseb. Abh.* avec l'indication de la page. Des Mémoires antérieurs de Grisebach, qui contiennent de nombreuses indications bibliographiques relatives à la Géographie Botanique, et qui ont paru de 1841 à 1853 dans les *Archives de Wegmann*, ont été aussi utilisés et désignés par l'abréviation *Griseb. Ber.*

La *Végétation du Globe*, du même auteur, à laquelle on renverra souvent pour des renseignements complémentaires, est désignée par *Griseb. V. d. G.*; les indications de volume et de page sont relatives à l'édition française publiée par de Tchihatcheff (Paris, 1877-1878). Nous mentionnerons encore parmi les ouvrages dont les titres ont été cités en abrégé : *La Géographie botanique raisonnée* d'Alph. de Candolle, Paris et Genève, 1855. [DC. Géogr. bot.]; *Versuch einer Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt* d'Engler. Leipzig, 1879-1882 [Engl. *Entw. d. Fl.*]; et enfin mon Mémoire *Die Florenreiche der Erde*. Gotha, 1884 [Dr. Fl. d. E.]. Ce travail, accompagné de cartes, a paru dans le quatorzième Supplément des *Geographische Mittheilungen* de Gotha.

Il était impossible de ne pas ajouter quelques cartes à ce livre; j'en avais déjà publié un certain nombre relatives à la

géographie botanique de l'ensemble du globe ou de régions particulières; j'ai cru cependant devoir accompagner ce volume de cartes simples. Mon désir était toutefois de donner, avec plus de détails de traits et de couleurs, une carte d'ensemble faisant bien saisir les raisons climatériques de la séparation des flores sur des continents compris entre les mêmes parallèles; c'était là une occasion de montrer aux botanistes la distribution des climats à la surface du globe, et les liaisons des climats et du monde organique. Le *Meteorologische Zeitschrift* contient dans son fascicule de juin 1884 un Mémoire du Dr Köppen, de Hambourg, sur les *Zones géothermiques établies d'après la durée des périodes chaudes, tempérées et froides, et d'après l'action de la chaleur sur le monde organique*. Grâce à l'obligeance de l'auteur, la carte qui accompagne ce travail a été reproduite ici, modifiée pour le but spécial auquel elle répond, et c'est elle qu'on trouvera à la fin de ce volume.

Comme complément de cette carte, il était nécessaire de tenir compte de la répartition des pluies, qui ont, comme on sait, une si grande influence sur la végétation. L'Atlas physique de Berghaus, avec les cartes de Hann, a servi de base pour ce travail. On peut donc, croyons-nous, considérer cette carte comme un premier essai de vue d'ensemble de tous les facteurs climatériques qui règlent la distribution des plantes à la surface du globe. Les limites des Régions florales se trouvent ainsi beaucoup mieux déterminées que lorsqu'on établit ces régions florales, teintées conventionnellement, en s'appuyant sur les données floristiques. Un autre avantage de ce procédé, c'est que la carte en question représente vraiment ce dont Grisebach voulait donner idée dans son magistral ouvrage : *La Végétation du Globe, d'après sa distribution suivant les climats*.

Nous devons dire enfin quelques mots de la manière dont nous avons compris l'utilisation des données de floristique systématique. C'est un point sur lequel, dans un Traité élémentaire de la nature de celui-ci, on ne saurait être trop bref. Bon nombre de géographes et d'explorateurs sont, à l'heure actuelle, suffisamment informés en botanique floristique, et nous devons espérer que, parmi les géographes, dont plusieurs sont devenus

d'éminents géologues, il s'en trouvera d'aucuns qui deviendront d'excellents botanistes.

Mais ici la systématique pure ne peut venir qu'au second plan, et il est impossible de prendre cette science pour base exclusive de la Géographie botanique, qui se place à un tout autre point de vue. Dans ce livre, nous n'avons donc étudié que sept familles, choisies parmi les plus importantes, réservant les autres pour l'étude des Formations végétales (p. 203-300), où chacune d'elles est l'objet d'une mention plus ou moins étendue, suivant la place qu'elle y occupe. Dans l'étude particulière de chaque contrée, on s'est nécessairement borné aux traits principaux.

La portée de l'œuvre de Grisebach, mon vénéré Maître en Géographie Botanique, est considérable. Quoi qu'on puisse penser de ses tendances au point de vue des théories modernes de l'évolution, la valeur de ses travaux est indiscutable et indiscutée. Puisse ce modeste livre contribuer, si peu soit-il, au progrès de la science, en facilitant à ceux qui s'intéressent à ces recherches l'accès de la *Géographie Botanique*!

O. DRUDE.

---



# TABLE ANALYTIQUE

---

Préface du traducteur, V

Préface de l'auteur, IX.

## I. — Introduction

Définition de la Géographie Botanique, 1.

Histoire de la Géographie Botanique de 1737 à 1836, 4.

Division de la Géographie Botanique, 6.

La Géographie Botanique et la Géographie Physique, 9.

## PREMIÈRE PARTIE

**Des rapports entre les dispositions organiques des végétaux et la variation dans la répartition géographique des agents extérieurs.**

La Biologie végétale géographique, 11.

1° Agents géographiques, 13.

Lumière solaire, 13; influence de la durée du jour et de l'intensité lumineuse, 14; la lumière dans l'extrême nord et au fond des mers, 15.

Chaleur, 16; Zéro spécifique, 16; Minimum, optimum et maximum de température, 17; Extrêmes de températures supportés par les plantes, 18; Résistance au froid, 19.

Pluie et humidité de l'air, 20; Protection contre la sécheresse, 21; La vie des plantes désertiques, 23.

Alternance régulière des périodes de végétation et des périodes de repos, 25; Durée de la période végétative, 26; Acclimatation, 27.

Phénologie, 28; Simultanéité d'action des causes déterminantes, 29; La chaleur et les phénomènes phénologiques, 30; Sommes de températures, 31; Difficultés de la méthode, 32; Influence du repos végétatif antérieur, 33; Phénologie et acclimatation, 34; Lois de Linsser, 35; Sommes de températures et phases de végétation à Bruxelles et à Saint-Petersbourg, 36; Cartes phénologiques.

### 2° Agents topographiques.

Structure orographique, 39; Influence de l'exposition, 40; Influence du sol, 41; Plantes silicoles, calcicoles, halophytes, 42; Action physique et action chimique, 44; Hygroscopicité du sol, 47.

Influence des plantes et des animaux, 48.

3° Variétés biologiques d'organisation déterminées par les agents géographiques et topographiques, 50.

Formes de végétation, 51; Végétaux ligneux, 52; Lianes plantes grasses, 53; Epiphytes; plantes bulbeuses, 54; Plantes xérophiles, 55; Protection contre la sécheresse, 55, 56, 57.

Zones de végétation du globe, 58; Zones géothermiques de Köppen, 60; Influence de la durée de la période chaude, 61; Température et zone de végétation, 62; Influence des pluies, 64; Influence des forêts sur le climat, 66; Répartition géographique des pluies, 68.

On peut distinguer 6 zones de végétation, 69.

## DEUXIÈME PARTIE

**Les Aires actuellement occupées par les plantes résultent à la fois de l'évolution géologique, de la structure superficielle du sol, et du climat.**

Naturalisation, 82.

Principes de l'étude des aires, 83.

Tendance à la dispersion, pouvoir migrateur, limites d'extension, 85.

Lignes de végétation, 88; Influence du climat sur les lignes de végétation, 89; Cause d'arrêt de la végétation arborescente dans le haut nord, 90.

Grandeur des aires, 91

Développement géologique, 92.

Division des groupes de plantes d'après le climat, 95; Mégathermes, Xérophiles, Mésothermes, Mikrothermes et Hélistothermes, 96.

Influence de l'isolement géographique, 99.

Comparaison avec les faunes, 100.

Plantes et animaux; Actions biologiques réciproques, 103.

Formes endémiques, 106; Age différent des formes endémiques, 107; Endémisme secondaire; Formes représentatives, 108.

Flore des îles, 109; Traits caractéristiques des flores insulaires, 112; Leurs affinités et leur origine, 114.

Flore des hautes chaînes de montagnes, 118; Formes endémiques, 119; Les montagnes sont des voies d'émigration, 120; Réunion dans les montagnes de divers éléments floraux, 122.

Flore des déserts subtropicaux, 123; Nevada-Utah, Colorado, Arizona, 124; Asie-Mineure, Perse, Turkestan, 124; Mongolie, 125; Sahara-Arabie, 125; Damara, Namaqua, 125; Pays des Betschouans, 125; Australie, 125.

Développement continu ou morcelé, 127.

Régions principales de développement; leurs limites, 128.

### TROISIÈME PARTIE

#### Répartition des principaux groupes botaniques dans les diverses régions florales

Rapports numériques des familles genres et espèces de Phanérogames, 111; Fougères, Mousses et Thallophytes, 143; Répartition des familles de Phanérogames, 145; Indications bibliographiques relatives à la distribution géographique des principales familles, 146-149.

Les Palmiers, 149; Caractères généraux, 150; Répartition, 151; Limites nord et sud, 152; Chaque espèce a une aire très restreinte, 153; Les Palmiers ont quatre centres de développement, 154; Borassinées, Céroxylinées, Arécinées, Cocoïnées, 157; Conclusions, 157.

Les Conifères, 159; Caractères généraux, 160; Conifères de l'hémisphère nord, 161; Conifères de l'Ancien Monde, 162; de l'Australasie, 163; de l'Amérique du Sud, 164; de l'Afrique, 164; Aires des différentes tribus, 165; Conclusion, 166.

Les Cupulifères, 166; Hêtres, formes boréales et australes, 163; Chênes, 169; Châtaigniers, 169; Aire morcelée de la famille, 170.

Les Ericacées, 170; Formes septentrionales, 171; Formes américaines, européennes, 172-173; Formes épiphytes, 174; Conclusions, 175.

Les Myrtacées, 175; Systématique, 176; Distribution, 177.

Les Protéacées, 179; Répartition des différentes tribus, 180. Les Protéacées tertiaires en Europe, 182.

Les Liliacées, 183; Les Xanthorrées en Australie, 184; Les Luzuriagées australes, 185; *Allium*, *Gilliesia*, Dragonniers, 186; Aloées, 187; Les Liliacées boréales, 187.

La Botanique Géographique, 188.

Note sur les cartes de Géographie Botanique, 190.

## QUATRIÈME PARTIE

### Les formations végétales résultant de l'association des formes de végétation et des faciès botaniques

La physionomie végétale, 200; Formes biologiques de végétation, 202; Formations végétales, 203; Leurs caractères distinctifs, 205; Divisions des formations végétales, 211.

FORÊTS, 212.

I. — Forêts tropicales humides, 214; Lianes et épiphytes, 215; Orchidées, 218; Broméliacées, 219; Aroïdées, 220; Pandanées, 221; Scitamineuses, 223; Bambous, 223; Fougères; Arbres dicotylédones, 227; Fleurs et fruits, 228; Familles caractéristiques des forêts tropicales, 229; Légumineuses, 230; Morcées, 230; Euphorbiacées, 231; Lauracées, 231; Clusiacées, 232; Rubiacées, 232; Méliacées, 233.

II. — Forêts littorales, 233; Palétuviers, 234.

III. — Forêts feuillant avec la pluie, 235; Forêts de Caatingas, 237; Bombacées, 238; Caractères des forêts sèches, 239; Phénomènes périodiques, 239.

IV. — Forêts subtropicales d'essences à feuilles persistantes, 241; Limite septentrionale, 242; Classification, 243; Contraste entre les deux hémisphères, 245.

V — Forêts des régions à hivers froids, 245; Influence du climat marin et de l'été chaud, 247; Conditions thermiques de la végétation du Bouleau, 248; Physionomie des forêts des régions à hivers froids, 250; Lianes, 251; Plantes humicoles, 252; Phytoisothermes de Grisebach, 255.

Les Buissons et les Broussailles, 256; Formes de Grisebach, 258; Buissons de l'hémisphère nord, 259; Maquis, 260; Scrubs, Bosjes, Carrascos, 261; Espinales, Chañar, 262; Chaparals, Buissons du Karoo, 263; Éléments constitutifs des buissons, 263-265.

Les formations de Graminées et de plantes herbacées, 266; Graminées, 269; Cypéracées, Joncacées, 270; Zsombek de la Hongrie, 271; Steppes à Graminées, 272; Savanes, 274.

Formations mixtes : Campine; Formation de parcs, 276.

Formations d'herbes vivaces, 277.

Formations de prairies d'herbages et de pâturages, 279; Diverses catégories de prairies, 280.

Formations de Mousses et de Lichens, 281; Elles sont limitées aux climats froids, 284; Influence du substratum, 286; Prairies de mousses, Toundras, 287; Toundras tremblantes, 288; Tourbières hautes, 289.

Formations des eaux douces continentales, 290; Distribution des Phanérogames aquatiques, 292; Biologie des plantes aquatiques, 293.

Formations océaniques, 294.

Formations glaciales et formations de steppes. Formations glaciales, 295; Plantes de steppes. Cactées, 296; Euphorbes; Liliacées, 297; Steppes Sahariennes, 298; Classification des Steppes, 299; Steppes salées; Halophytes; 300.

## CINQUIÈME PARTIE

**Les régions de végétations du globe rangées par ordre géographique**

CHAPITRE I. — Divisions géographiques des flores terrestres, 302.

Régions florales et zones de végétation, 303.

Régions de végétation, 304.

Dénominations applicables aux régions de végétation, 305.

Régions de végétation et formations végétales, 305.

Etude de la Flore et Géographie Botanique spéciale, 307

Biologie géographique, 308.

Principales explorations, 309.

Méthodes de description des caractères en Géographie Botanique, 309.

CHAPITRE II. — Région florales boréales; Coup d'œil d'ensemble, 311.

Flores boréales, 315; Distribution du genre *Acer*, 313; Développement géologique de la flore, 314; Résumé, 316; Région florale septentrionale,

317; Arbres caractéristiques, 318; Flores boréales subtropicales, 319; Flore atlantique-méditerranéenne, du Pont et de l'Asie centrale, 319; Flores de l'Asie orientale et du centre de l'Amérique du Nord, 319.

#### 1° Iles arctiques et côte de la Mer Glaciale.

Bibliographie, 320; Domaine floral arctique, 321; Zone glaciaire arctique et des Toundras, 322; Formations de contrées sèches (Ericacées) dans le haut Nord, 323; Phénomènes phénologiques dans le haut Nord, 324; Flore, 324; Division du domaine arctique, 326: 1° Toundras du nord de la Sibérie, 326; 2° Toundras de la mer de Bering; Laidy, 326; Péninsule de Bering, cap du Prince de Galles, Cap Lisburne, 327; 3° Région canadienne des Toundras, Toundras de Lichens, 327; Iles Parry, Ile Melville, 328; 4° District groenlandais, Formations de Saules, 328; Terre de Grinnel, 329; Islande, 329, Anciennes Forêts, 330; 5° Régions des fjelds et des fjords scandinaves, Spitzberg, Nouvelle-Zemble, Presqu'île de Kola, 331; Plantes cultivées de la zone arctique, 331.

#### 2° Europe septentrionale et Europe moyenne.

Bibliographie, 331; Divisions; Climat, 334; Europe moyenne, 335; Flore arcto-alpine, 335; Deux types de flore: type baltique, type alpin, 336; Principales lignes de végétation (*Abies sibirica*, *Pinus silvestris*, *Fagus sylvatica*), 337; Ericacées (*Calluna*, *Erica tetralix*, etc.), 338; Herbes vivaces, 338; Plantes cultivées, Poirier, Pommier, 338; Céréales, Vigne, 339. On peut distinguer dans cet ensemble huit régions de végétation: 1° Région des fjelds scandinaves, Laponie, Montagnes scandinaves, Saules alpins, 340; 2° Régions forestières de Finlande et de Scandinavie, 341, (*Betula pubescens*, Pesse, Pin); 3° Région de l'Oural et région forestière ouest-ouraliennne (*Abies sibirica*, *Larix sibirica*, *Pinus Cembra*, *Picea excelsa*, *Picea obovata*), 341; Lac Onéga, 342; Gouvernement de Vologda; Oural; Tchernozem; Deneshkin-Kamen, 342; 4° Région forestière de l'est et de l'ouest de la Baltique, Plateau de Valdaï, 344; 5° Région des forêts d'arbres dicotylédones de l'Europe occidentale; 6° Région des collines et des montagnes boisées de l'Europe moyenne, 345; Forêts, 346; Limites altitudinales des principales essences forestières dans les montagnes de l'Europe centrale, 347; 7° Régions des Conifères et régions des hautes montagnes de l'Europe moyenne, 348; Flore arctique et flore alpine, 349; 8° Région forestière de l'ouest de Pont, 349.

#### 3° Steppes Pontique et Caucase.

Bibliographie, 350; Climats; formations, 351; 1° Région de végétation pontique, 352; Steppes de Tchernozem, 353; 2° Région des forêts et des hautes montagnes du Caucase, 354; Limites altitudinales de quelques espèces, 354; Formations alpines, 356.

#### 4° Flore atlantique. Région méditerranéenne et Orient.

Bibliographie, 356-357-358; Limites, 358; Climat, 359; Steppes Irlandaises, 459; du Maroc, de l'Algérie, 360; Flores, 361; Caractère endémique de la flore de l'Orient, 362; Formations végétales, 362.

I. — Région de végétation des Iles atlantiques (Açores, Madère, Cana-

ries) : 1° Région basse des Maquis ; 2° Région des forêts de Lauriers ; 3° Région des Conifères ; Région des buissons de *Retama blanca* (Ténériffe).

II. — *Régions de végétation des contrées méditerranéennes*, 364.  
4° Régions méditerranéennes : Algérie, Tunisie, Espagne, Maroc, 366 ; 5° Régions des steppes atlantiques, 367 ; Halfa, 368 ; 6° Régions atlantiques-méditerranéennes de montagnes boisées et de hautes chaînes, 368 ; Chaînes cotières du Pont, 369.

III. — *Région de végétation de l'Orient*, 370 ; 7° Régions des steppes de l'Arménie et de l'Iran ; 8° Région du Dattier en Mésopotamie et en Perse ; 9° Région des forêts et région glaciale des montagnes d'Orient. *Ds chaengael*, 372 ; Ararat, Montagnes de la Perse, 373 ; Plantes cultivées, 373 ; Céréales de l'ancien monde, 374.

#### 5° Asie intérieure.

Bibliographie, 375 ; Climat, 376 ; Formations végétales, 376 ; Formes caractéristiques des Steppes, 378 ; Régions de végétation, 379 ; Karakoroum, Himalaya, Kashmir, Kouen-Lun, 379 ; Turkestan, Thian-Schan, Thibet, 380 ; Steppes mongoles, 381 ; Steppes et forêts du Thibet oriental, 381.

#### 6° Sibérie.

Bibliographie, 381 ; Climat, 382 ; Formations, 383 ; Régions, 384 ; Région forestière du nord de la Sibérie, 384 ; Altaï et montagnes du sud, Limite des arbres, 385 ; Steppe Baraba, 386 ; Forêts du Baikal, 386 ; Forêts et arbres nains du Kamtchatka, 387 ; Côte d'AJan, 387 ; Plantes cultivées.

#### 7° Asie orientale.

Bibliographie, 388-389 ; Climat, 390 ; Régions de végétation, 391, Mandchourie, 392 ; Nord de la Chine, 392-393 ; Yunnan et Setchouan, 393 ; Sakbalin, Japon, 394.

#### 8° Amérique anglaise. 9° Etats-Unis ; Nord du Mexique.

Bibliographie, 305-397 ; Climat et limites des flores, 397 ; Formations, Espèces caractéristiques, Lignes de végétation, 399 ; Arbres et arbustes caractéristiques, 401 ; Steppes, 402 ; Plantes cultivées, 403 ; Région de l'Alaska, Ile Kadiak, Aléoutiennes, 405 ; Région forestière du Canada, 406 ; Région des Lacs, 406 ; Région des forêts de Colombie, 407 ; Sitcha, Vancouver, 408 ; Ile de la Reine Charlotte, 408 ; Montagnes-Rocheuses, 409 ; Forêts : principales essences, 409 ; Flore alpine, 410 ; Région de prairies et de forêts (Manitoba, Riv. Assiniboine, Saskatchewan, Athahasca), 410 ; Prairies du Missouri, 411 ; Steppes et Déserts salés des Montagnes-Rocheuses, 412 ; Dépression californienne, Montagnes de Californie, 413 ; Forêts du Mississippi, 414 ; Etats du sud-est, Magnoliacées, 414 ; Steppes et déserts de l'Arizona, 415 ; Chaparals du Texas, 415 ; Forêts du nord du Mexique, 415 ; Chênes, Conifères, 416.

CHAPITRE III. — Régions florales tropicales et australes ; Généralités, 416.

Il y a deux flores xérophiles dans les contrées tropicales de l'hémisphère nord, 418. Il y a trois flores xérophiles subtropicales, 419. Ressem-

blances et dissemblances entre les flores tertiaires et les flores actuelles dans les contrées tropicales, 419; Classification des régions florales, 420; Flores tropicales, 420; Flores australes, 422.

#### 10° Sabara et Arabie.

Bibliographie, 422; Climat, 423; Division du Sahara, 424; Tripolitaine, Cyrénaïque, Egypte, Montagnes d'Ahaggar, Oasis, Souak (*Salvadora persica*), 426; Plantes désertiques, 427.

#### 11° Afrique tropicale et sud de l'Arabie.

Bibliographie, 427-429; Climat, 429; Régions de végétation et plantes caractéristiques, 431; Baobab, 432; Deleb, Palmier Doum, 433; Palmier à huile, Noix de Kola, Papyrus, 434; Steppes du Kordofan, Abyssinie; Sud de l'Arabie, Pays des Somalis, 436; Hautes montagnes d'Afrique, 437.

#### Iles de l'Océan Atlantique.

##### 12° Afrique australe.

Bibliographie, 439; Climat, Divisions, 440; Kalahari, Hoog Veld, 441; Monts Draken, Région tropicale du sud de l'Afrique, Hauts plateaux, Région de Karroo, Région du Cap, 442.

##### 13° Iles situées à l'est de l'Afrique.

Bibliographie, 440; Madagascar, Mascareignes, 444; Seychelles, 445.

##### 14° Inde et îles de la Sonde.

Bibliographie, 445; Flores, Climat, 447; Himalaya, 448; Dekhan, Canara, Malabar, Travankour, Birmanie, 449; Siam et Annam, 449; Philippines, 449; Malaisie, 449; Plantes cultivées, 450; Forêts tropicales, 451; Casuarinées, 453; Sumatra, Java, 454-453.

##### 15° Iles du Pacifique et Nouvelle-Zélande.

Bibliographie, 454; Climat, Caractères généraux, 455; Plantes cultivées, 457; Nouvelle-Guinée, 457; Formes caractéristiques, Myrtacées, Casuarinées, Conifères, Palmiers, 457; Palétuviers, 458; Iles Hawaii, 458; Nouvelle-Zélande, 459.

##### 16° Australie.

Bibliographie, 460. Les trois éléments de flore australiens, 461; Formations végétales, 462; Scrubs, 464; Steppes, 467; Australie du Sud, Alpes australiennes, 468; Tasmanie, 469.

##### 17° Mexique tropical et Amérique centrale.

Bibliographie, 470; Climat 471; Abondance des formes endémiques, 472; Plantes cultivées, 472; Région de végétation, 473; Montagnes du Mexique, 474; Région de transition du Nicaragua et de Costa Rica, 476.

##### 18° Antilles et îles Bahamas.

Bibliographie, 477; Climat, Caractères généraux, Régions de végétation, 479; Plantes cultivées, 480.

## 19° Amérique du sud tropicale.

Bibliographie, 482 ; Climat ; Caractères généraux, 483 ; Régions de végétation, 486 ; Paramos et pajonales, 487 ; Orénoque, Amazone (Hylæa) ; Forêts tropicales de l'est du Brésil, Sertao, Campos, Région des Hamadryades, 489 ; Caatingas, 490 ; Sud du Brésil, 490 ; Région subtropicale tempérée des Andes, 491 ; Familles caractéristiques de la flore de l'Amérique du Sud ; Comparaison avec l'Inde, 492 ; Plantes cultivées, 493.

## 20° Hautes Andes et Amérique australe.

Bibliographie, 493 ; Climat, 494 ; Flore antarctique, 497 ; Steppes du Pérou et région andine, 498 ; Désert d'Atacama, Région de transition du Chili, 499 ; Région de la Puna, 500 ; Espinale Argentine (Chañar), 500 ; Pampas, 500 ; Patagonie, 501 ; Valdivia, 501 ; La Patrie de la Pomme de terre, 502 ; Taillis magellaniques, 502 ; Région antarctique, 503.

## 21° Iles Antarctiques.

Bibliographie, 503 ; Climat, 505 ; Malouines, 506 ; Région du Sud, 506 ; Nouvelle-Zélande, 507 ; Auckland, 508 ; Campbell, 509 ; Macquarie, 509 ; Amsterdam, Saint-Paul, 510 ; Kerguelen, 510.

## CHAPITRE IV. — Région florale océanique.

Bibliographie, 512 ; Formes de végétation, 514 ; Substratum, 517 ; Température de l'eau, 518 ; Formations, 519 ; Répartition des familles d'Algues marines.

APPENDICE. Additions et rectifications, 545.

---



3035

## INTRODUCTION

---

Ce qu'est la Géographie botanique; son objet. — Comment elle est devenue une science distincte; ses divisions; ses rapports avec la Géographie physique.

Quem nexum inter Meteorologiam, Physiologiam plantarum et Physiographiam (vel stirpium cognitionem systematicam) indicavi, dignus, sane est, qui a viris doctis, in naturæ investigatione occupatis, magis magisque consideretur. Geographia plantarum enim jam nunc pars haud spernanda Physices effecta est. (1)

A. de Humboldt. *Prolegomena ad Nov. Genera et Species plantarum*, 1815.

### Ce qu'est la Géographie botanique; son objet.

La Géographie botanique est l'application de la Géographie physique à l'étude raisonnée des flores. Elle a pour objet la recherche des lois présidant à la répartition des flores à la surface du globe, et des rapports reliant les diverses modalités de la vie végétale aux conditions extérieures variables avec la situation géographique. Pour être pleinement comprise, elle exige donc du botaniste à la fois des connaissances de systématique et de biologie végétale; d'autre part, elle se relie aux sciences géographiques, à l'étude spéciale des régions qui est sa base même, à la géographie géologique et zoologique, à la clima-

(1) « Cette connexion que j'ai indiquée entre la Météorologie, la Physiologie des plantes et la Physiographie, c'est-à-dire la connaissance systématique des familles naturelles, est digne à coup sûr d'attirer de plus en plus l'attention des savants occupés à l'investigation de la nature; car la géographie des plantes est devenue dès aujourd'hui une partie considérable de la Physique. » (Trad.).

tologie, à l'hydrographie et, d'un autre côté, à la géographie culturelle. Ainsi, elle sort du cadre étroit de la Botanique pure pour venir former, avec d'autres branches de nos connaissances, cette science complexe qui est la Géographie physique.

Grisebach (*Abhandl.* 1866, p. 307) distingue trois parties dans la Géographie botanique : une partie topographique, une partie climatologique, une partie géologique, divisions que nous pouvons encore admettre avec quelques modifications :

A. Géographie botanique climatologique; c'est l'étude du développement biologique des plantes en tant que soumises à des influences extérieures variables avec la situation géographique.

B. Géographie botanique géologique; nous entendons par là l'étude de la formation au cours des temps géologiques d'aires communes à certains groupes de plantes et celle de l'influence exercée sur les flores par les barrières naturelles.

C. Géographie botanique topographique ou étude des facies botaniques. Dans le tapis végétal, homogène ou hétérogène, qui couvre une contrée, et qui varie d'une région à une autre, d'une station à une autre, on peut distinguer un certain nombre de formes biologiques fondamentales.

A ces trois divisions il faut encore en ajouter une quatrième, pour tenir compte de l'action de l'homme sur les changements survenus à la surface du globe.

D. Modification des aires botaniques et du tapis végétal sous l'influence des cultures.

Pour être complète, l'étude de chaque flore régionale doit être faite à ces trois, ou plutôt à ces quatre points de vue, considérés isolément ou dans leur ensemble. Débutant d'ordinaire par la nomenclature de toutes les plantes indigènes ou introduites dans la contrée, cette étude porte ensuite sur la biologie essentiellement liée aux périodes annuelles, variables avec la situation géographique, et aussi aux particularités orographiques et climatologiques; puis elle passe à la description des plantes continentales et côtières auxquelles la région doit sa physionomie, plantes qu'elle divise d'après le port et les conditions d'existence des groupes les plus importants et les plus répandus. On donne d'ordinaire le nom de *flore* à la première partie, toute descriptive, du travail consacré à la systématique et où les plantes se trouvent classées en ordres, familles, genres et espèces, réservant le nom de *végétation* à la descrip-

tion des particularités biologiques causes déterminantes des diverses manières d'être du tapis végétatif.

Les recherches biologiques relatives aux flores tropicales et méridionales, et basées sur des observations géographiques, sont de date plus récente et par conséquent n'ont pas encore reçu une consécration suffisante; en revanche, les nomenclatures florales ont constitué depuis longtemps la partie principale sinon unique des flores, et les travaux des botanistes viennent les compléter chaque jour. Les récits des voyageurs nous ont fait connaître la végétation avec ses propriétés physiologiques et ses diversités, et c'est de là que ces notions sont passées dans le domaine de la géographie générale.

C'est donc un travail complexe que celui d'où est sortie la Géographie botanique et elle est la résultante d'actions bien diverses. Le voyageur rapporte des différentes régions des collections intéressantes à plus d'un titre, car, si elles viennent compléter nos connaissances au point de vue géographique, elles éclairent aussi les questions d'adaptation du tapis végétal au relief et à la composition du substratum. Le botaniste géographe étudie dans les herbiers ces matériaux de toutes provenances pour la détermination desquels il est obligé de recourir aux flores spéciales.

Quand il a établi les principes de répartition des divers groupes du système naturel, les grandes lignes de la division floristique de la surface terrestre se dégagent d'elles-mêmes. Il reste alors à se reporter du tableau de la végétation actuelle à celui des époques précédentes, et, mettant à profit les plantes fossiles, d'une conservation plus ou moins imparfaite suivant l'âge, à les comparer aux groupes actuels: à se rendre compte par ce moyen des changements survenus dans la répartition; à montrer comment les flores se sont succédé en un même point, comment, en définitive, la végétation actuelle se relie à celle des périodes géologiques antérieures.

Ainsi la Géographie botanique se rattache à la Paléontologie et à l'histoire générale de la Terre.

D'autre part, les recherches physiologiques, entreprises au laboratoire sur les plantes des jardins botaniques, nous mettent à même de juger de la part qui revient en biologie végétale aux différents facteurs: lumière (diurne et annuelle), nature du sol, humidité. Concluant alors de ces expériences à ce qui se passe en grand dans la nature, nous pourrions rapporter

les différentes actions à leurs causes déterminantes, nous rendre compte des phénomènes vitaux dont toute plante, au milieu de plantes semblables ou dissemblables, est le siège, et nous faire enfin dans tous ses détails une idée exacte de la vie végétative. Par ses rapports multiples avec la Botanique pure, avec la Géographie, la Géologie et la Climatologie, la Géographie botanique forme le trait d'union des sciences naturelles organiques avec la Géographie physique.

### Développement de la Géographie botanique comme science spéciale.

Les premiers matériaux qui servirent de base à la Géographie botanique furent des flores, qui, ne se contentant pas de simples descriptions d'espèces d'une région limitée, entrèrent dans des considérations géographiques.

La plus ancienne de ces flores régionales est le *Flora Lapponica* de Linné (1737); puis la *Flora Suecica* du même auteur (1743). Dans ces ouvrages, remarquables par la variété des aperçus, Linné se révèle un maître bien plus que dans son *Systema Naturæ* devenu aujourd'hui inutile.

Vers la même époque (1757), Gmelin publiait son importante *Flora Sibirica*, dans la préface de laquelle il développait des idées de Géographie botanique qui nous paraissent, pour le temps, d'une réelle fécondité. Ainsi ce fut avec les flores septentrionales que la Botanique entra dans le domaine géographique. Les flores partielles ou complètes de pays plus méridionaux ne tardèrent pas à paraître à leur tour; elles mirent en évidence la différence de végétation de pays éloignés les uns des autres, et cela d'autant mieux que la flore tropicale, qu'on venait à peine d'étudier, montrait des genres et des espèces absolument étrangers aux flores septentrionales. Toutefois il faut arriver aux premières années de notre siècle pour voir avec A. de Humboldt, Pyr. de Candolle et Rob. Brown, la Géographie botanique prendre son individualité.

« Il est curieux, dit Alph. de Candolle (*Géogr. Bot.*, p. VI), combien ces trois hommes suivaient à l'origine des inspirations différentes selon leurs études spéciales et les pays qu'ils parcouraient. De Humboldt se montrait surtout géographe et physicien; de plus, grâce à une combinaison de faentés extrêmement rare, il sut peindre en véritable poète la belle

végétation des pays équatoriaux. P. de Candolle s'attacha aux plantes d'Europe et aux rapports qui existent entre l'agriculture, la botanique et les conditions extérieures. Enfin R. Brown, partant également de réflexions profondes sur la méthode naturelle qu'il appliqua le premier aux formes bizarres de l'Australie, fixa son attention sur la distribution des classes et des familles et sur les proportions relatives de leurs espèces dans des régions différentes (1810-1814).

Peu après, à l'occasion de plantes recueillies au Congo (1818), il ouvrit la voie avec une sagacité remarquable à certaines recherches sur l'origine des plantes cultivées, sur les transports par les courants et sur les espèces communes à plusieurs régions équatoriales. »

Mais tous ces travaux, si ingénieux qu'ils fussent pour l'époque, ne formèrent d'abord que des fragments épars, chaque auteur s'occupant à peine des résultats obtenus par les autres, et pour fonder la Géographie Botanique il fallait les réunir. C'est ce que fit Humboldt dans les *Prolegomènes* de son *Nova Genera et Species plantarum* (Tome I, 1815, voir aussi Drude, *Fl. d. E.* p. 9) ouvrage qui fait suite à l'*Essai sur la Géographie des plantes*. Paris 1805 (ou 1807, selon les exemplaires).

Ces deux œuvres capitales font de Humboldt le fondateur de la Géographie botanique, comme Darwin est le fondateur de la Théorie de la Descendance (1). Ni l'un ni l'autre de ces savants n'a travaillé seul à son œuvre; bien au contraire, tant de naturalistes ont dirigé leurs efforts dans le même sens que tous ces travaux devaient aboutir en l'absence même de ces deux maîtres. Toutefois, durant de longues années, chacun d'eux a fait de sa science particulière l'objet principal de ses recherches, et son œuvre, aux côtés multiples, n'est pas seulement la dépendance et la conséquence des travaux d'autres observateurs. Toute dénomination spéciale appliquée à un sujet d'un intérêt général le fait gagner en importance. Ce fut le cas de la géographie botanique qui, grâce à Humboldt, se dégagait comme science spéciale de la botanique et de la géographie.

En 1823, parut l'ouvrage de Schouw (2), œuvre considérable

(1) Voir à ce propos : A. de Quatrefages, *Ch. Darwin et ses précurseurs français*. — Ed. Perrier, *La Philosophie zoologique avant Darwin* (Trad.).

(2) *Grundzüge einer allgemeinen Pflanzengeographie*. — Il ne faut pas confondre cet ouvrage qui, publié en danois, n'a jamais été traduit, avec l'Esquisse d'un cours sur la Géographie des plantes (Linnæa, t. VIII) qui figure dans le tome III de la 2<sup>e</sup> série des *Annales des Sciences naturelles. Botanique*, 1835 (Trad.).

où l'on trouve résumées les idées des auteurs précédents et qui fut bientôt suivie (1836) du *Grundriss der Pflanzen-Geographie* de Meyen. On s'occupait beaucoup alors de la flore exotique, dont l'étude motiva de nombreux voyages et de soigneuses explorations des pays déjà connus. Ce furent autant de matériaux nouveaux dont s'enrichit la Géographie botanique, et qui vinrent compléter et éclairer les notions déjà acquises. Ici nous entrons dans la période contemporaine (1).

### Divisions de la Géographie botanique.

A ce que nous avons dit plus haut des principales divisions de la Géographie botanique, nous n'ajouterons que quelques compléments, les auteurs n'étant pas d'accord sur la manière de traiter ces différentes parties. La partie *biologique* n'a pas besoin d'être justifiée. On peut, sans connaissances biologiques spéciales, se rendre compte de la dépendance étroite des plantes vis-à-vis des saisons et des conditions climatiques qu'elles entraînent. On comprend, sans plus de peine, l'influence de la nature chimique du sol, de son degré d'humidité, et aussi l'influence des grandes agglomérations de plantes, qui arrivent à constituer des conditions secondaires (telle, par exemple, l'ombre des forêts, recherchée par certaines espèces, évitée par d'autres). Cette partie de la Géographie botanique ne peut donc suivre d'autre voie que d'étudier, de concert avec la Physiologie expérimentale, les conditions fondamentales de la vie des plantes et leurs variations avec la situation géographique et topographique. Ainsi on arrive à se faire une idée du mode d'adaptation des plantes au caractère de chaque contrée. On y arrive par différentes voies où les hypothèses fausses peuvent se croiser avec les réelles ; mais c'est la Physiologie expérimentale, il ne faut pas l'oublier, qui tient la solution du problème. La *floristique systématique comparée* repose sur des principes aussi simples qu'incontestables. Les catalogues, dressés pour chaque région, nous montrent le degré de fréquence des groupes, leurs parentés, et les solutions de continuité dans leur répartition. La comparaison de ces catalogues d'une région à l'autre nous permet d'apprécier l'étendue des aires des groupes les plus importants, et de faire ressortir des ressemblances et des différences dont la Géographie physique saura tirer parti. Ici encore nous voyons très bien où nous allons et comment y arriver. Mais, sans explication, les faits ne sont que lettre morte, et ce qu'il nous faut rechercher, c'est la raison même des choses : pourquoi, par exemple, telles aires ont une forme et non pas une autre ? Pourquoi, au milieu d'une contrée, se voient des limites d'aires très nettes ? Pourquoi les mers semblent avoir servi de barrière à l'extension de quelques aires, alors qu'elles favorisaient le développement de certaines autres ? La liaison intime,

(1) Voir Ch. Martins, *La Géographie botanique et ses progrès*, 1856.

depuis longtemps reconnue, entre le climat et la végétation devait porter à considérer le climat, ou plus exactement l'action combinée du sol et du climat, comme la cause déterminante des limites d'extension des groupes. Dans la première période de la Géographie botanique, on considérait le climat, et encore le climat actuel, comme le seul régulateur du développement des flores, opinion qui, modifiée vers 1840, dut être plus tard absolument réformée. Dans cette question, en effet, il faut bien distinguer deux choses : le fait de l'apparition d'une espèce dans une localité, et les *moyens intrinsèques et extrinsèques* grâce auxquels elle peut s'y maintenir. C'est à la biologie à répondre à cette dernière question et nous revenons ainsi à ce que nous disions plus haut. La part d'influence du climat et de toutes les conditions extrinsèques se comprend; il est évident qu'une plante des eaux stagnantes et chaudes ne saurait vivre que dans un semblable milieu. Mais il faut traiter séparément des causes d'apparition. Une plante aquatique peut avoir été transportée d'un étang à un autre par des oiseaux migrateurs; elle peut avoir apparu dans telle ou telle région de notre terre, elle peut être restée dans une mare séparée d'une masse d'eau plus considérable à la suite de transformations géologiques. Ici nous sommes loin de la biologie, nous tombons dans l'inconnu, dans les hypothèses où ces questions d'apparition auront toujours la plus large part, et parmi lesquelles il nous faudra choisir la plus vraisemblable. Par là, la Géographie Botanique touche forcément à la Géologie, elle ne construira son édifice qu'avec ce qu'elle lui empruntera. En échange de ce que lui prêtent la Géologie géographique, la Paléontologie et l'Éthologie elle s'occupera des solutions personnelles de problèmes que la Géologie ne saurait résoudre. N'est-ce pas d'après les plantes fossiles que l'on détermine le climat régnant au moment du dépôt d'une couche déterminée, avec cette seule hypothèse qu'un même groupe de végétaux a exigé de tous temps pour se développer des conditions atmosphériques à peu près semblables. Ainsi, pour résoudre ces questions d'origine de groupes et de formation des aires actuelles, la Géographie botanique a été obligée de cheminer sur le terrain de la Géologie, histoire du développement de la terre; et c'est à partir de ce moment, comme le remarque justement A. de Candolle, qu'elle est véritablement entrée dans la voie scientifique.

Il n'en faut pourtant pas conclure que la Géologie ait, en quoi que ce soit, diminué l'importance qu'on attachait aux conditions externes: climat, sol, concurrence vitale des organismes; non, mais le climat actuel, l'orographie actuelle du globe n'ont pas seuls réglé la répartition des plantes. Cette répartition fait suite dans ses traits généraux à celles des époques géologiques antérieures, influencées elles-mêmes par l'orographie et le climat. Le climat actuel fait une sélection parmi ce qui vit à la surface de la terre, et qui est un reste de l'époque antérieure, détruisant certains groupes, provoquant l'extension d'autres, amenant certains d'entre eux en des points où ils formeront des colonies durables ou passagères, mais ce climat n'a rien créé de neuf.

Préoccupé comme l'indique le titre de son ouvrage — *La Végéta-*

*tion du Globe* — des rapports des plantes et du climat, Grisebach a non seulement laissé de côté la partie géologique de la Géographie botanique, mais encore il a demandé maintes fois à des recherches climatologiques la solution de questions que la philogénie des flores tenait seule en son pouvoir. C'est surtout quand il s'agit d'expliquer des disjonctions d'aires et des particularités de répartition que Grisebach invoque des déviations et des extensions anormales, tandis qu'il suffirait de se reporter aux conditions géologiques du pliocène, ou peut-être de la période glaciaire, pour que ces faits deviennent très intelligibles. On doit regretter que dans ce remarquable ouvrage Grisebach se soit si longuement arrêté à de semblables considérations; mais il faut lui rendre cette justice qu'en général il a su apprécier à sa valeur le rôle de la Géologie en Géographie botanique (voir Grisebach, *Abh.* p. 324-334, *Geologische Geobotanik*).

La partie *physionomique* de la Géographie botanique, dont il nous reste à parler, et qu'on peut définir l'étude de la *formation des diverses végétations*, s'est développée avec moins de méthode au gré des idées assez variables des différents auteurs.

La raison en est simple. La biologie d'une part, et l'étude comparative des aires des différents groupes d'autre part, sont les deux seuls points de vue botaniques. L'étude des facies, ou étude des formes organiques auxquelles peut se rapporter un tapis végétal, est un point de vue particulier de la Géographie physique. Les noms seuls employés l'indiquent : forêts, prairies, marécages, steppes, toundras sont des termes évoquant, il est vrai, en nous des idées de plantes, mais ne sont pas, à proprement parler, des termes de Botanique analytique. De là, la diversité dans la manière dont on les interprète. On admettait le plus souvent que l'étude des facies comportait la description purement artistique des paysages. C'était l'opinion de Kabsch (1863). Mais ainsi cette étude ne serait qu'un hors-d'œuvre des sciences naturelles.

C'est la forme dominante de végétation, la présence d'arbres ou d'arbrisseaux à feuilles persistantes, caduques, nulles, etc., qui détermine l'aspect du tapis végétal. Toutefois, dans une même forme de végétation, on trouve tous les groupes imaginables et c'est à eux aussi que le paysage doit sa variété. Tous les arbres d'Allemagne ont les feuilles caduques, ils diffèrent cependant les uns des autres : il y a des forêts de chênes, de bouleaux, de hêtres. Par conséquent le facies botanique d'un pays est déterminé à la fois par les formes végétatives et par les types morphologiques auxquels ces formes se ramènent, et que les flores régionales classent en ordres, genres et espèces. Cette étude ne nous offrirait donc aucun point qui n'eût été traité en biologie ou en systématique, si la réunion même de toutes ces plantes n'avait créé des actions de la plus grande importance, qui entrent pour une large part dans la caractéristique d'une contrée et de son climat. Il incombe à la Géographie botanique, cette branche de la Géographie physique d'étudier scientifiquement la répartition des plantes à la surface de la terre, répartition soumise dans ses traits généraux au sol et au climat.

### Rapports de la Géographie botanique avec la Géographie physique.

Par ce qui précède on voit clairement les services que la Géographie botanique peut rendre à la Géographie générale et spéciale. Tenant à la Botanique pure par son origine et sa méthode, elle est intimement unie par la Biologie, la Climatologie et la Géologie à la Géographie physique, et les problèmes qu'elle pose et résout, la Botanique pure ne saurait les aborder. Elle constitue donc en définitive une science indépendante reliant la Botanique à la Géographie physique. Comment dès lors, dans une série de *Manuels Géographiques*, arriver à protéger la Géographie physique des empiètements de la Botanique?

Poser cette question, ce serait se faire une idée étroite de l'individualité des sciences, les enfermer dans des limites qu'il est parfois impossible de tracer. Nous sommes ici en parfaite conformité de vue avec l'auteur du *Manuel de Géographie anthropologique* qui veut que, dans une classification logique des sciences, on ait en vue beaucoup moins la lettre que l'esprit.

« Les contours généraux d'une science dépendent de l'activité déployée par les travailleurs qui s'y appliquent. Voilà pourquoi les questions de limites précises, nées à propos de détails et sans vue d'ensemble, ont je ne sais quoi de vain qu'un esprit judicieux ne saurait admettre. Et ceci est vrai pour toutes les délimitations des territoires vagues qui font les frontières des sciences. » (*Géographie anthropologique*, T. 1<sup>er</sup> de la série des *Manuels géographiques*, p. 12. et 13).

Conformément à ces principes, nous ne négligerons dans ce livre aucun point important qui se rattache soit à la Botanique, soit à la Géographie, car c'est à cette seule condition, de s'occuper de tous les faits de son domaine, que la Géographie botanique peut figurer dignement au nombre des sciences dont l'ensemble constitue la Géographie physique.

Pour les détails nécessairement limités il est évident que, lorsqu'il s'agira de Géographie physique, les faits géographiques devront avoir la plus large part, tandis que nous ne prendrons aux faits botaniques que ce qui sera indispensable, et que, dans l'immense domaine de la floristique systématique, nous nous bornerons aux traits généraux.

En Géographie botanique, les Géographes distinguent avec rai-

son deux catégories de faits : d'une part les faits chorographiques, descriptions de régions, venant servir à compléter l'histoire des êtres organisés, d'autre part les faits d'histoire naturelle intéressant la Géographie ; de là, la distinction souvent établie autrefois entre la Botanique géographique et la Géographie botanique. Ces distinctions ont leur raison d'être ; mais, aller dire avec M. Beck (L. C. Beck, *Die Aufgaben der Geographie*. I et II. Jahresbericht d. Württembergischen Vereins f. Handelsgeogr. 1884, p. 69-112 — voir H. Wagner. Geogr. Jahrb. X, p. 540-584) que la répartition des formes de plantes et d'animaux n'a aucune valeur pour l'établissement des divisions géographiques, c'est évidemment une erreur. Eu disant cela, M. Beck paraît n'avoir voulu que simplifier l'étude de la Géographie en éludant des questions difficilement accessibles à tous. Pour lui, les seuls organismes à considérer sont ceux qui se trouvent en très grand nombre : or, les îles arctiques ne contiennent aucune forme spéciale, c'est-à-dire aucune preuve d'une évolution indépendante, consécutive à leur séparation ; au contraire, au sud-ouest de l'Afrique et de l'Australie on trouve une multitude de formes qui ne se montrent pas ailleurs, comme si ces régions, comparables à des îles océaniques, étaient séparées des contrées voisines par des barrières infranchissables ; n'est-ce donc pas là un caractère de grande valeur, et dont la Géographie doit tenir compte ? Dans ces questions de développement de continents et d'îles, questions fondamentales pour la Géographie et par lesquelles cette science s'unite à la Géologie, le degré de fréquence d'un groupe organique n'a qu'une valeur très secondaire.

Il est vrai que, dans cette direction, le géographe ne saurait s'aventurer seul ; aussi bien doit-il recourir à la Géographie botanique comme à une de ces sciences auxiliaires exigeant une étude spéciale. En négligeant les traits généraux de la distribution géographique des organismes, on s'exposerait à ébranler un des soutiens de ce vaste édifice de la Géographie physique.

---

## PREMIÈRE PARTIE

---

### **Des rapports entre les dispositions organiques et la variation dans la répartition géographique des agents extérieurs.**

Objet de la biologie végétale géographique. 1° Agents géographiques : lumière et chaleur solaire ; extrêmes de températures supportés par les plantes. — Précipitations atmosphériques et humidité de l'air. — Périodicité dans l'action des agents géographiques. Phénologie. 2° Agents topographiques : structure orographique : conditions vitales créées par la coexistence d'autres organismes. 3° Variétés biologiques d'organisation déterminées par les agents géographiques et topographiques. Formes de végétation. Zones de végétation du globe résultant des actions périodiques combinées de la lumière, de la chaleur et de l'humidité.

Une plante n'est point un instrument analogue au thermomètre, qui soit de nature à marcher parallèlement avec celui-ci : c'est plutôt une sorte de machine faisant un travail et un travail très varié sous l'impulsion des agents extérieurs, savoir, la chaleur et la lumière, et d'un agent intérieur, la vie, dont il est difficile de se passer pour se rendre compte des phénomènes. Si les fonctions accomplies par la plante donnent une mesure de la chaleur, ce n'est que d'une manière indirecte modifiée par une foule de causes secondaires.

ALPH. DE CANDOLLE. *Géogr. Botan.* 1855.

### **La Biologie végétale géographique.**

Dans le premier chapitre nous avons suffisamment fait connaître le rôle de la Biologie en Géographie botanique ; il nous reste à en indiquer les principales parties. Il va de soi que, dans l'étude des relations des plantes et du milieu

extérieur, la Géographie botanique ne doit s'occuper que des agents d'intensité variable d'un pays à un autre et dont les variations sont liées à la position géographique ou au relief du sol. Nous distinguerons donc les *agents géographiques*, c'est-à-dire ceux dont l'influence est prédominante sur le mode de distribution, et les *agents topographiques*; actions locales pouvant modifier en un point l'aspect végétatif général.

Si entre ces deux sortes d'actions une limite rigoureuse ne peut être tracée, il ne faut pas nous en étonner : c'est chose assez ordinaire dans le monde organique où ces distinctions, commodes au point de vue descriptif, ne sont pas toujours faciles à établir. A la première catégorie appartiennent des facteurs dépendant de la *situation géographique*, tels sont : la latitude, l'obliquité des rayons solaires qui, pour chaque saison, a une valeur déterminée; dans la seconde il faut ranger le régime hydrographique soumis au relief du sol, le mode de répartition des eaux dans le sol ou la composition du substratum, calcaire sur un point, siliceux sur un autre.

Ainsi nous éliminons tous les facteurs biologiques secondaires ou même de premier ordre, comme l'acide carbonique source d'assimilation des plantes vertes, et répandu partout en proportions variables mais partout suffisantes à l'entretien de la vie; nous les éliminons, quelle que soit leur influence, parce qu'ils agissent en tous points du globe. Dans un traité de Biologie comme celui de M. Wicsner, par exemple (*Elem. d. wiss. Bot. Tome III. Biologie*), il nous faudrait donc, au point de vue spécial où nous nous plaçons, faire un choix dans les différentes influences : laisser de côté celles qui se montrent uniformément partout, et ne prendre que celles variables avec la situation géographique, comme la lumière, la chaleur, les précipitations atmosphériques, le degré hygrométrique : celles-là sont des influences géographiques de premier ordre; à côté nous placerons la structure orographique et le régime hydrographique qui en est la conséquence, le substratum (composition chimique et hygroscopicité), les conditions secondaires créées par la vie d'autres organismes; les agents de cette catégorie constituent ce que nous avons appelé les agents topographiques.

## I. — Agents géographiques. — Lumière solaire.

Quand on étudie, au point de vue de la biologie végétale, les effets de la révolution annuelle de la terre autour du soleil, dont les saisons et les alternatives de jour et de nuit sont la conséquence, on s'arrête longuement aux actions calorifiques et l'on ne donne pas à la lumière toute l'importance qu'elle mérite. Cependant, les plantes vertes, qui trouvent dans l'acide carbonique de l'air leur source de nutrition, arrivent à assimiler à des températures assez basses (supérieures à 0° toutefois), mais elles ne peuvent jamais se passer complètement de la lumière qui, à ce titre, doit être considérée comme le principal régulateur de la vie végétale.

Cette loi, si générale, paraît cependant comporter une exception, celle des Algues marines, qui, emprisonnées sous la glace, ne s'en développent pas moins pendant les nuits polaires; il est vrai qu'elles ne sont pas toujours absolument privées de lumière (Voir V<sup>e</sup> partie, Chap. IV.)

Il est donc nécessaire, pour apprécier l'énergie végétative aux différentes époques de l'année, de juger par comparaison de ce que M. Hann appelle *climat solaire* (*Handbuch der Klimatologie*, p. 53). La répartition de la chaleur, qui doit être déduite théoriquement de ce climat solaire, a moins d'intérêt pour nous, car nous ne devons considérer en Géographie botanique que des conditions effectives. Par contre, la répartition de la lumière dépendant seulement de la nébulosité et non pas, comme la chaleur, des courants atmosphériques et des propriétés du sol et de l'eau, doit, dans ce climat solaire, être considérée à part : la valeur du travail organique végétal effectué, l'énergie végétative, doit, toutes autres conditions externes égales d'ailleurs, être proportionnelle à l'intensité de la lumière.

Si on représente par 1,000 la quantité de lumière tombant sur l'équateur au 20 mars, on obtient pour les sommes quotidiennes de lumière à l'époque du solstice d'été les chiffres suivants :

Pôle N.	62° N.	43° 1/2 N.	Equateur	66° 1/2 S.
1203	1092	1109	881	0

De plus on voit que, de l'hiver à l'été, la quantité de lumière varie : à l'équateur de 12 0/0 ; par 30° N. de 520 à 1088 ; par 50° N. de 197 à 1105 ; par 70° N. de 0 à 1130.

Ces chiffres, empruntés à M. Hann, offrent un grand intérêt en ce qu'ils montrent des conditions de vie déterminées par la lumière seule. En effet, en supposant une température égale sur toute la surface de la terre, la répartition inégale de la lumière suffirait seule à produire des zones climatiques nettement caractérisées par les seules variations de la périodicité annuelle.

Ces chiffres nous montrent que, dans les régions polaires, la faible durée de l'action lumineuse est compensée par une grande intensité, et qu'ainsi se trouve atteinte la moyenne de lumière indispensable au développement de la végétation. Il est plus difficile d'apprécier la valeur biologique de cette action, si courte, mais si vive, et de décider si elle est la cause de bien des particularités de la végétation polaire, car dans les recherches expérimentales (voyez plus bas) on n'a tenu compte que de l'effet combiné de la lumière et de la chaleur. Le moyen le plus simple de se faire une idée sur cette question, c'est encore de s'en rapporter aux expériences de laboratoire. Si on prend deux lots de plantes et qu'à température égale on expose les unes à une lumière continue et les autres à une lumière discontinue, on peut, en comparant à la fin de l'été l'augmentation de poids dans les deux cas, se rendre compte du travail organique accompli. — M. Sachs a montré que des plantes exposées à la lumière pendant quatorze heures ont gagné quatre fois plus de poids que celles exposées pendant sept heures. On a ainsi la mesure de l'assimilation de l'acide carbonique et des autres substances nutritives. Les plantes du premier lot, c'est-à-dire celles continuellement éclairées, fleurissent et portent des fruits, tandis que celles du second, soumises à un éclairage discontinu, ne portent même pas de bourgeons à fleurs. Ces expériences permettent de se rendre compte de l'influence considérable de la lumière continue sur la végétation si courte de l'été polaire, été durant lequel la faible hauteur du soleil au-dessus de l'horizon semble devoir exclure l'idée de toute action féconde.

Cependant les observations thermométriques faites au soleil durant l'été arctique permettent de juger de l'intensité de la radiation.

La rareté de ces observations m'engage à reproduire ici celles effectuées par M. Warming le 26 juin 1884 à Kristianshaab.

Thermomètre à boule noire :

(Mat.) 6 h. ½	7 h. ½	8 h. ½	9 h.	(Soir) 1 h.	2 h.	4 h.
18° C.	22°5	23°	30°	33°	33°	31°5

Thermomètre à boule blanche :

(Mat.) 6 h. ½	7 h. ½	8 h. ½	9 h.	(Soir) 1 h.	2 h.	4 h.
13° C.	20°5	19°	24°5	30°	31°	27°

A Tesuisak on a noté le 29 juillet, au soleil : à 11 h. ½ du matin 31° C., à midi ½ (maximum) 40° C. Ces températures sont prises au thermomètre à boule noire; le thermomètre à boule blanche marquait : 36°. (*Meddelelser om Grønland*, XII. 100).

Cette intensité de la radiation a pour conséquence une élévation de température bien inattendue sous ces latitudes. « Au Groenland, à certaines époques, dit M. Warming, le sol est brûlant : tout est desséché; mousses et lichens se recroquevillent. Dans de semblables conditions, les plantes vasculaires ne peuvent résister que grâce à certaines dispositions d'adaptation. Si étrange que cela paraisse, le Groenland, cette terre glacée, entourée de glaces de toutes parts, nourrit des plantes comme la bruyère et des plantes de rochers, qui, par la structure anatomique de leurs feuilles, rappellent les plantes des steppes et des déserts des contrées méridionales ».

Ces dispositions anatomiques tendent à diminuer la transpiration aussi bien qu'à protéger la chlorophylle des feuilles contre une radiation trop vive qui ne manquerait pas de la détruire; elles paraissent être les mêmes chez les plantes non abritées des steppes désertes continentales. Dans son travail intitulé « *Natürliche Einrichtungen zum Schutze des Chlorophylls* (1876), M. Wiesner cite, au nombre des dispositions protectrices contre la lumière, l'orientation et la formes des feuilles, la structure de l'épiderme supérieur, le revêtement pileux.

Dans le dernier chapitre de cet ouvrage, à propos de la végétation marine, nous verrons que la lumière règle la distribution bathymétrique de la flore océanique : la lumière ne pénétrant pas à une profondeur supérieure à 200 mètres, les algues s'arrêtent à ce niveau, car, sans lumière, pas de nutrition possible. Aussi la découverte faite par l'expédition de Plauktou

d'une algue verte, l'*Halosphaera viridis* (1), draguée en 1889 dans l'Océan Atlantique, entre 1000 et 2200 mètres, présente-t-elle un grand intérêt, car elle constitue la seconde exception connue à la nécessité de la lumière pour les végétaux.

### Chaleur.

La température est un facteur météorologique dont l'action sur le monde organique, et surtout sur la vie des plantes, a été de tout temps particulièrement étudiée; c'est que la chaleur est pour l'homme plus importante encore que la lumière, l'absence de lumière n'amenant pas dans l'organisme humain des troubles comparables à ceux qu'elle produit chez les plantes. Sans doute la chaleur dépend avant tout de la latitude, mais elle présente dans sa répartition beaucoup plus d'irrégularité que la lumière; elle n'est ni maxima à l'équateur, ni minima aux pôles, et l'air et le sol, la terre et l'eau, ont sur elle une grande influence. Aussi bien, dans l'étude biologique des actions lumineuses et calorifiques combinées, telle qu'on la fait d'ordinaire, faut-il tenir compte de toutes ces causes de variation.

Ici la loi fondamentale est celle qu'on peut appeler celle du *zéro spécifique* : tous les phénomènes végétatifs sont liés à des températures fixes différant pour un même phénomène d'une plante à l'autre, d'un phénomène à un autre, dans la même plante. On peut donc les qualifier de *spécifiques*.

Chacun de ces phénomènes commence à un point déterminé de l'échelle thermométrique, croît avec l'élévation de température pour atteindre une intensité maxima, diminuer ensuite et, arrivé à un certain degré, cesser complètement de se produire.

La limite inférieure est celle au-dessous de laquelle, en vertu des lois de l'hérédité, une plante ne saurait croître; dans des cas très rares, cette limite est inférieure au point de congélation de l'eau; elle est de très peu supérieure à ce point pour les espèces arctiques et celle des régions alpines; très notablement supérieure pour les plantes tropicales. Les espèces

(1) La même espèce, ou une espèce voisine, a été draguée vers la même profondeur dans la Méditerranée orientale par l'expédition de la *Pola* en 1890. (Wiener Akad. Anzeiger 1890, n° XIX). (Trad.).

dont la période végétative se poursuit durant la saison froide ont une limite inférieure beaucoup plus basse que celles vivant dans des régions où la moyenne normale est plus élevée.

Il est certain que pour les algues inférieures constituant ce qu'on appelle la flore des neiges et des glaces, *Chlamydomonas nivalis* (*Sphaerella n.*) *Pleurococcus*, etc., dont M. Wittrock vient de donner la liste pour le Groenland (Nordenskiöld's Studier och förökningar föränledda, etc. VII, p. 461, et *G. J. Tome XI*, p. 116), il est certain, disons-nous, que les phénomènes de nutrition, de croissance et de multiplication, peuvent suivre leur cours à des températures inférieures au point de congélation de l'eau. Durant l'hiver de 1872-73 qu'il a passé au Spitzberg, M. Kjellmann a observé plus de vingt espèces d'Algues en état de reproduction sous la glace pendant les nuits polaires alors que la température de la mer tombait à  $-1^{\circ}$  et  $-2^{\circ}$ . De même l'étude microscopique de nos algues inférieures européennes a nettement prouvé l'existence de manifestations vitales pendant la gelée. Mais en général, on peut dire que le minimum de température, pour les phénomènes biologiques, est supérieur à zéro. Pour les plantes tropicales, la température inférieure de germination doit dépasser  $10^{\circ}$ ; il faut  $14^{\circ}$  pour faire germer les concombres et les melons;  $4^{\circ}$  pour les céréales; en revanche quantité de plantes alpines germent déjà à  $2^{\circ}$  C.

Au-dessous du zéro spécifique, les plantes ne se développent pas, et si le froid ne les tue pas, du moins les plonge-t-il dans un état de sommeil et d'engourdissement qui ne prend fin que lorsque la température a dépassé le zéro spécifique. Si donc la limite inférieure de germination d'une graine est de  $8^{\circ}$  C., cette graine ne saurait germer entre  $0^{\circ}$  et  $8^{\circ}$  quand même on lui fournirait l'humidité nécessaire, et elle pourrira plutôt que de se développer. Cette température inférieure a reçu le nom de seuil. Car, en effet, pour que la végétation s'épanouisse, il faut que cette limite soit franchie.

La température du sol a la même influence sur la germination des graines, le développement des tubercules et des bulbes, la montée de l'eau par les racines, que la température de l'air sur les phénomènes de croissance des tiges et des feuilles, d'assimilation de l'acide carbonique, et sur les mouvements des organes floraux qui s'ouvrent et se referment en vue de la reproduction. Pour chaque plante, pour chaque fonction, les limites (inférieure et supérieure) diffèrent; mais pour des plantes vivant côte à côte dans des conditions semblables ces limites, pour une même fonction, sont très voisines.

Des recherches effectuées jusqu'ici on peut conclure que l'optimum de température, pour la plupart des plantes des climats tempérés, est de 20° à 25°; la limite supérieure, entre 35° et 40°. Cette dernière température maxima ne paraît guère pouvoir être franchie, même par les plantes tropicales. Toutefois nos données sur ce point sont encore incomplètes. Quoiqu'il en soit, à une température supérieure au maximum il se produit un ralentissement extrême dans les phénomènes végétatifs, et la plante ne reprend sa vitalité qu'à une température plus basse, quand toutefois elle n'a pas succombé, ce qui arrive vers 50° ou au dessus.

### Extrêmes de températures supportés par les plantes.

Il est intéressant de rechercher les limites inférieures et supérieures (de 0° à 40°) que les végétaux ne sauraient franchir sans risque de voir suspendre leurs phénomènes vitaux. Une des contrées les plus chaudes du globe est certainement la côte méridionale de la Mer Rouge. Là, la température des puits, de 4 à 5 mètres de profondeur atteint 34° et 35° C; celle de l'air extérieur étant de 54° à 56° C. (Hann, *Klimatologie* p. 261). Malgré ces conditions, considérées à juste titre comme mortelles pour les plantes dans les expériences de laboratoire, la région n'est pas absolument dépourvue de végétation. Pour résister à de pareilles chaleurs les plantes perdent leurs feuilles, leurs organes aériens se dessèchent et passant à l'état de vie ralentie, peuvent ainsi échapper à la mort.

Gœppert a rassemblé les observations relatives aux froids les plus intenses (*Gartenflora*, 1881, p. 172). Ce n'est pas dans les îles arctiques les plus septentrionales, privées de toute végétation arborescente, qu'on observe les froids les plus vifs. S'il en était ainsi on ne pourrait évaluer le pouvoir protecteur de la neige recouvrant les plantes de ces régions. On observe des froids bien plus intenses dans le nord de la Sibérie, à la limite septentrionale des forêts, et c'est dans cette région, à Werchojansk par 67° 1/2 de latitude nord, sur la Yana, au milieu d'une grande oasis de mélèzes de Sibérie, qu'on a noté, d'après M. Wild, des températures extraordinairement rigoureuses. En janvier, la moyenne est de -49° C; le minimum -60° et le maximum -28°; tandis que à Yakoutsk, où la moyenne est de -43° seule-

ment, le minimum descend à  $-62^{\circ}$ . La température de Werchojansk est inférieure au point de congélation du mercure ( $-40^{\circ}$ ), pendant les mois de novembre, décembre, janvier et février. Yakoutsk se trouve dans les mêmes conditions pendant les mois de décembre et janvier seulement. Ustjansk, qui se trouve environ à  $71^{\circ}$  de lat. nord, à l'embouchure de la Yana, n'atteint cette moyenne qu'en janvier. L'Amérique arctique, moins froide, se trouve au nord de la limite des arbres; cependant à l'embouchure du Youkon, dans le domaine forestier de l'Alaska septentrional, on a observé jusqu'à  $-52^{\circ}$  C., températures comparables à celles de la Sibérie. Les arbres et les lichens qui les couvrent, résistent à de semblables froids grâce à l'action protectrice de la neige (qui n'est peut-être pas aussi efficace qu'on le pense, si l'on s'en rapporte à certaines recherches entreprises dans l'extrême nord), mais aussi, et surtout, grâce à des particularités d'organisation encore mal connues, grâce au repos hivernal d'où la plante ne sort que lorsque la température s'élève au-dessus de  $0^{\circ}$ . Il est intéressant de remarquer que ce repos végétatif n'est pas toujours une sauvegarde, car, dans cette période, bien des plantes des régions chaudes, même parmi les espèces à feuilles coriaces, succombent à un froid un peu notable.

Pourquoi et comment la gelée faible ou forte vient-elle à tuer les plantes? Nous ne le savons pas encore exactement. Il est rare que la cause de la mort de la plante puisse être rapportée à la formation de glace dans les cellules, car dans beaucoup de cas cette formation n'intervient pas, et cependant les plantes meurent déjà à la température de  $+1^{\circ}$ . L'abaissement de la température amène donc des processus moléculaires auxquels telle plante résiste facilement, telle autre avec peine, alors qu'une troisième y succombe.

Il faut soigneusement distinguer les cas où le froid agit sur les organes au repos, de ceux où l'action porte sur des organes en état de végétation. En hiver, nos arbres supportent des froids rigoureux, et cependant, une légère gelée de mai fait tomber leurs feuilles. C'est pour cela sans doute que les plantes alpines cultivées dans une vallée beaucoup plus chaude gèlent souvent, car elles supportent moins bien les variations de température de cette vallée que le long hiver des sommets des montagnes, auquel succède un printemps régulier.

Sur de telles plantes la neige a vraiment une action protectrice en empêchant un développement trop précoce; mais que cette neige constitue une protection particulière pour les plantes arctiques c'est ce que M. Kjelmann n'admet pas (*voir G. J. Tome XI p. 115*): en effet, de grandes superficies des régions polaires sont dépourvues de neige en hiver, et sont en été couvertes d'une riche flore arctique.

Les organes d'hivernation de beaucoup de ces plantes, tiges et feuilles, ne sont pas souterrains mais directement exposés au froid et à l'air sans aucun revêtement de neige (1).

### Précipitations atmosphériques et humidité de l'air

Parmi les causes météorologiques, le troisième et dernier facteur géographique important, au point de vue de la Biologie végétale, est la répartition de l'eau fournie par l'atmosphère.— Sous forme de pluie elle arrose les plantes, imbibe le sol où les racines vont la chercher; sous forme de vapeur, elle se mêle à l'air, diminuant ainsi la transpiration des parties remplies de sève : la température vient-elle à baisser, ces vapeurs se condensent sur les organes refroidis et sur le sol, où elle pourra, en une faible proportion, servir encore aux racines.

Toutes les plantes consomment de l'eau, peu ou beaucoup : elles savent se contenter de la quantité disponible dans leur patrie, et n'en consomment qu'une proportion réglée par leur puissance assimilatrice; et de même que l'homme pauvre ne survient à ses besoins que par des prodiges d'épargne, tandis que les difficultés qu'il surmonte ne sont rien pour son riche, de même nous voyons certaines plantes opérer de semblables prodiges pour se procurer de l'eau et la conserver, alors que les plantes aquatiques et les plantes de marécages ne sont pas tenues à de pareilles économies.

La plante consomme de l'eau pour sa croissance, pour former de nouveaux organes, aussi et surtout, pour réparer les pertes que la transpiration cause aux organes aériens et aux feuilles.

Dans les climats secs c'est en ralentissant leur croissance et en se protégeant, par tous les moyens possibles, contre la transpiration, que les plantes arrivent à épargner leur eau. Pour

(1) Une couche de neige épaisse et persistante fournit aux plantes des climats tempérés une protection très efficace contre les froids rigoureux de l'hiver, protection appréciable surtout pour les organes qui restent verts. Non seulement cette neige préserve les racines du froid, mais elle diminue l'écart de température entre l'échauffement diurne, sous l'action des rayons solaires, et le refroidissement dû au rayonnement nocturne. Une épaisse couche de feuilles mortes constitue encore, pour les plantes, un revêtement protecteur plus sûr. Les parties les plus exposées à périr par la gelée, au plus profond du repos hivernal, sont les rameaux verts situés au ras du sol et soumises à la fois aux coups de soleil et aux froids intenses. *(Note de l'auteur).*

cela, elles remplacent d'ordinaire leurs grandes feuilles séveuses par de petits organes, coriaces, d'un vert brillant, recouverts d'un épiderme fortement cuticularisé; ou bien elles se couvrent d'épines et d'aiguillons (*Cactées, Euphorbiacées, Stapelia*), auxquels cas, les tiges vertes jouent un rôle actif dans l'assimilation de l'acide carbonique; ailleurs (*Aloes, Agave*), les feuilles charnues sont recouvertes d'un épiderme cireux qui les protège contre la dessiccation. Ailleurs encore, le bois, formé d'éléments relativement durs, se développe rapidement durant la courte période d'humidité. Aussi, quand vient la saison sèche, le bois formé n'exige-t-il plus qu'une proportion d'eau beaucoup moindre.

La plante arrive encore à se protéger contre l'évaporation en mûrissant rapidement, avant la fin de la période humide, ses graines, qui possèdent une structure leur permettant de résister à la dessiccation; alors la plante desséchée peut mourir, la conservation de l'espèce est désormais assurée; (plantes annuelles à courte période végétative). L'étude, récemment faite, de l'épiderme de la tige et des feuilles, montre d'importantes différences en relation avec le climat et pour lesquelles nous renverrons au mémoire de M. Tschirsch.

Cet auteur a examiné également la question au point de vue géographique. Voir pour la bibliographie: Tschirsch, *Linnaea*. Vol. XLIII, 1882; Areschoug *in* Engler, *Botan. Jahrb. f. Systematik u. Pflanzengeographie*, vol. II, p. 511; Volkens *in* *Jahrb. d. Kgl. Botan. Gartens Berlin*, 1884, vol. III, p. 1-46; Johow *in* Pringsheim, *Jahrb. f. wiss. Botan.* 1884, vol. XV, p. 282; Volkens, *Berichte d. deutsch. botan. Gesellschaft*, 1890, p. 190; et plus loin, dans ce Manuel, le chapitre relatif aux *Formes de végétation*.

On voit, et le titre même du beau travail de M. Tschirsch nous l'indique, que ces particularités biologiques relatives à l'apport de l'eau et à la transpiration, varient non seulement avec le climat mais aussi avec l'habitat: qu'il y a là, par conséquent, des influences géographiques et topographiques; ceci soit dit en passant; mais dans un livre comme celui-ci, il nous faut faire ressortir les facteurs biologiques ayant une importance générale.

Le plus souvent, les plantes puisent de l'eau dans le sol par leurs racines spécialement adaptées à cette fonction. Ces racines s'étalent à une faible profondeur, ou bien plongent pour arriver à travers les couches superficielles plus ou moins sèches, jusqu'à un niveau plus humide, alimenté, croit-on,

d'ordinaire, par les pluies. Toutefois, comme il y a des régions pauvres en pluies, d'autres où il ne pleut même pas du tout (sauf exceptions très rares), et que, d'autre part, ces régions ne sont pas absolument dépourvues de végétation, on doit se demander d'où vient en pareil cas l'eau nécessaire à la vie des plantes? Il y a sans doute la vapeur d'eau en suspension dans l'air, et dont la tension est très variable. Sa proportion dépend de l'abondance des précipitations atmosphériques; elle est forte, s'il pleut beaucoup, plus faible, si les pluies sont moins abondantes. A ce propos, il faut remarquer que les vents qui ont traversé de grandes masses d'eau, ou qui viennent de contrées où les pluies sont fréquentes, apportent dans ces régions pauvres en pluies et même dans les déserts la vapeur d'eau en quantités considérables, et, alors même que cette vapeur ne se condense pas en pluie, elle est peut-être en proportion suffisante pour entretenir, à elle seule, une maigre végétation où, autrement, il n'y aurait que le désert et la mort.

Jusqu'à quel point, la vapeur d'eau de l'atmosphère remplace-t-elle pour les plantes l'eau nécessaire à leur végétation? On pensait autrefois, que les plantes n'absorbaient en fait d'eau que celle tombée sous forme de gouttes liquides, qu'elles puisaient dans le sol par leurs racines. Si cela était vrai, si la vapeur contenue dans l'air n'avait d'autre rôle que de régler l'évaporation, au sens large du mot, si les plantes dépensaient d'autant moins d'eau que l'atmosphère ambiante est plus humide, ce serait justement dans les régions sèches, comme les hauts plateaux de Garua, au Pérou (ou, en général, dans les stations arides), que cette eau, si nécessaire, viendrait à manquer.

Rappelons-nous maintenant les conditions d'absorption de l'eau par les racines, et examinons l'action régulatrice du sol. Les racines n'enlèvent pas à la terre végétale toute l'eau qui y a été emmagasinée; elles en prennent d'autant moins que cette terre est plus hygroscopique, et retient davantage l'eau qui a pénétré. Le sol garde toujours de l'humidité, et c'est cette eau, imbibant les particules de terre, que les racines vont chercher en cas de nécessité; mais elles ne l'épuisent pas complètement, il en reste toujours retenue hygroscopiquement.

Un sol hygroscopique, et tous le sont à des degrés divers, peut donc prendre directement à l'air la vapeur d'eau qui y est contenue: cette humidité une fois absorbée, la terre deve-

nue moins sèche peut fournir, de nouveau, un peu d'eau aux racines. Il semble même, que, dans les climats secs, les plantes doivent recourir à ce mode d'approvisionnement en eau d'une façon beaucoup plus efficace qu'on ne l'avait cru jusqu'ici; car on a souvent observé, pendant les nuits fraîches, une élévation de l'état hygrométrique allant jusqu'à condensation de rosée.

Il est donc hors de doute, que, dans certaines circonstances, les plantes peuvent non-seulement absorber l'eau de pluie par leurs organes aériens (feuilles, tiges molles, et surtout poils) mais encore prendre à l'air atmosphérique la vapeur d'eau qu'il contient, la condenser d'une manière ou de l'autre. Si ce fait a encore échappé à l'observation dans nos plaines et nos champs cultivés où, peut-être, il ne se produit pas, étant inutile, du moins est-il bien réel pour la végétation désertique.

Les seules observations précises ont porté jusqu'ici sur quelques plantes désertiques. M. Volkens a étudié le mode d'approvisionnement d'eau chez le *Reaumuria hirtella*, arbrisseau de 50 centimètres à un mètre, des déserts de l'Égypte et de l'Arabie (*Sitzungsberichte d. K. Preuss. Akad. d. Wiss.*, Berlin 1886. Heft. VI. p. 70 et *Flora d. ägypt-arab. Wüste*. G.J. Tome XIII, p. 338). Cette plante arrive à supporter les longues périodes de sécheresse de ces contrées, grâce à une sécrétion de sel hygroscopique dont la tige et les feuilles sont le siège. Ce sel y forme un revêtement granuleux blanchâtre au milieu duquel sont disséminés des cristaux cubiques de la grosseur d'une tête d'épingle. Observées au printemps, alors qu'elles sont couvertes de jeunes bourgeons, après une journée pluvieuse les tiges paraissent d'un vert vif par suite de la dissolution de la couche saline. Le lendemain matin cependant les feuilles et les poils épidermiques apparaissent couverts de gouttelettes liquides régulièrement disposées. Au lever du soleil, au moment où l'évaporation augmente, ces gouttes disparaissent et font place à de petits amas de cristaux. Vient une longue période de sécheresse, on remarque alors, que, durant la nuit, et à l'aube, les plantes sont d'un vert clair, et couvertes de gouttelettes d'eau. Pendant le jour, elles paraissent enduites d'une couche grise blanchâtre, que le lavage à l'eau fait facilement disparaître; peu à peu cette couche augmente et les gouttes, nées isolément sur les poils confluentes, arrivent à couvrir toute la surface qui finalement disparaît sous un dépôt salin continu. Cette exsudation saline, qui se produit pendant la nuit, ne se montre que tant que les racines trouvent dans le sol de l'eau en quantité suffisante. conséquence, sans nul doute, de la pression relativement forte de ces racines. Malgré cela, on trouve souvent, l'été, pendant la saison sèche, en automne, et en hiver, durant toutes les nuits, les buissons de *Reaumuria* ruisselants d'eau, alors que tout est desséché autour d'eux.

Cette eau ne peut avoir été prise qu'à l'atmosphère, et c'est au pouvoir hygroscopique du sel qu'elle doit sa précipitation. Des expériences directes pourraient peut-être démontrer que les feuilles couvertes de substance saline, sont les seules à rester fraîches et vertes exposées au soleil, tandis que celles qui en sont dépourvues se fanent. Ce qui est certain c'est la nécessité, pour la vie des plantes, de vapeur d'eau atmosphérique; vapeur qu'elles condensent par un moyen spécial, pendant les longues périodes de sécheresse. Voir à ce propos la discussion entre M. Volkens et M. Marloth (*Berichte der deutschen bot. Gesellschaft*, 1887, p. 319 et 434).

Dans cette partie relative à la biologie, on s'est bien plus préoccupé des adaptations des plantes aux climats secs ou à pluies rares que des adaptations correspondant à la vie dans un climat d'une humidité extrême. Il reste encore à savoir si les pays dans lesquels les précipitations atmosphériques sont les plus fortes se distinguent par des formes spéciales de végétation. Pour pouvoir tirer des conclusions physiologiques bien nettes, il faudrait que l'absence dans telle ou telle contrée de telle ou telle forme de végétation fût en corrélation avec le manque d'eau; d'autre part, pour ce qui est des pays à pluies excessives, il faudrait ne pas tenir compte des circonstances secondaires provenant de cette abondance de pluies, telles que: nébulosité, manque de soleil, brouillard, etc., et limiter la question à l'étude de l'influence de l'eau seule, toutes choses égales d'ailleurs. Ainsi posé, le problème peut être résolu en disant que, si un excès d'eau n'est pas favorable au développement de la végétation, l'excès contraire a pour effet de l'arrêter complètement.

Des expériences faites en Allemagne sur des plantes cultivées, ont montré que des récoltes étaient à peu près les mêmes pour une teneur du sol en eau de 40 à 80 %; mais la récolte diminue de moitié quand le chiffre s'abaisse à 20 %, et, s'il tombe à 10 %, on n'obtient plus que le 1/8 de la récolte normale. Ceci nous permet de nous rendre compte de ce fait, que, dans un domaine floral uniforme, les parties où les pluies sont très abondantes ne diffèrent pas beaucoup sous le rapport de la végétation de celles où il pleut moins, tandis que les climats où la pluie est rare se distinguent absolument de ceux à pluies moyennes par des formes xérophiles.

### Périodicité d'action des agents géographiques.

Les actions réglant pour une large part la répartition géographique des plantes et dont il vient d'être question dans ce qui précède, se distinguent des actions topographiques par la régularité de leurs alternances, bienfaisantes ou contraires, se succédant au cours d'une année. Il n'en est pas ainsi de l'influence du sol, car les rapports d'une plante avec son entourage sont constants, ou ne subissent des variations périodiques, que par le fait même des variations annuelles des agents climatologiques.

Ces changements périodiques qui se produisent au cours d'une année et qui tiennent en leur dépendance le monde organique et même la vie humaine, réglée d'après le cours des astres, amènent les changements de végétation d'une régularité si admirable. D'autre part c'est en se basant sur des caractères distinctifs de chaque végétation que l'on peut définir les zones climatiques naturelles. Si les alternatives du jour et de la nuit amènent une périodicité des phénomènes de la vie des plantes, la succession des grandes périodes annuelles a des effets bien plus sensibles, et il n'est peut-être pas un groupe de végétaux qui ne subisse ces variations. A priori, il semble qu'ou aurait plus de chances de trouver des plantes insensibles aux variations de saisons dans la zone torride, où, l'année durant, lumière, chaleur, humidité, permettent le libre développement de la vie végétale. Cependant, même dans ces contrées, ces différents facteurs subissent, une ou deux fois l'an, une augmentation ou une diminution régulière. Ce paraît être un tel besoin pour les plantes de diviser leur existence en périodes de croissance et périodes de repos, que, choisissant pour croître les époques de l'année les plus favorables, elles passent les autres périodes à l'état de repos végétatif alors même que ces périodes « défavorables » représenteraient un ensemble de conditions justement regardées comme favorables pour des régions extratropicales.

Il est presque impossible de préciser lequel des trois facteurs géographiques, lumière, chaleur, humidité, a la prépondérance dans la reprise périodique de l'activité végétative. Tantôt c'est l'augmentation ou la diminution de l'intensité lumineuse, l'élévation ou l'abaissement de la température ; parfois le chan-

gement de régime des précipitations atmosphériques survenant à certaines époques de l'année après la sécheresse. La cause première de toutes ces variations c'est toujours l'inclinaison de l'axe de rotation de la terre sur le plan de l'orbite ; c'est elle qui entraîne tous les autres phénomènes susceptibles de produire des changements périodiques.

Ainsi donc la vie des plantes se divise suivant les circonstances climatologiques en périodes végétatives, et périodes de repos.

Chaque contrée est caractérisée par une moyenne de jours durant lesquels les plantes sont dans la période d'activité, avec une date moyenne marquant le commencement et la fin de cette période. Théoriquement, on peut dire qu'il y a dans certaines contrées deux périodes végétatives alternant avec deux périodes de repos ; tels sont les pays où, le froid, en hiver, la sécheresse, en été, suspendent la végétation ; cela se produit aussi, plus ou moins, dans les régions subtropicales, à la limite de la zone où le froid commence à se faire sentir, mais cette action ne s'étend pas à toutes les plantes.

Depuis longtemps on détermine la durée de la période végétative en comptant le nombre de jours ; il n'y a pour marquer le commencement et la fin de la végétation que des indications de dates. Avec un calendrier uniforme ce serait très simple, mais les périodes ne correspondant pas d'une région à une autre, en Allemagne, par exemple, et dans l'Australie méridionale, il est difficile de noter comparativement les commencements d'effet utile des actions régulatrices. Il serait aisé d'introduire un mode d'évaluation absolu, aussi bien pour la question présente, que pour l'étude des phénomènes phénologiques dont il nous reste à parler ; ce serait de prendre pour origine la date du solstice, dans les régions septentrionales et méridionales, et à partir de ce moment de noter les effets successifs du retour de la chaleur et de la lumière sur le développement plus ou moins rapide de la végétation. Pour les contrées septentrionales, le zéro serait donc le 21 décembre et la feuillaison des bois vers le 15 avril, c'est-à-dire le cent quinzième jour.

Par tous pays, les plantes indigènes sont faites aux périodes végétatives inhérentes au climat local, et les phénomènes biolo-

Il faut bien avouer que les évaluations relatives à la durée de la période végétatives sont extrêmement peu précises. Ainsi, pour une espèce d'arbre donnée, on compte cette période à dater de la feuillaison, mais celle-ci embrasse souvent une quinzaine de jours, du commencement à la fin. Et que dire de la période végétative d'une contrée ! Doit-on la mesurer d'après l'arbre le plus *précoce* comme par exemple le Bouleau, en Europe centrale, ou bien faut-il, au contraire, prendre pour cette évaluation l'arbre le plus tardif, ou bien encore une espèce intermédiaire ? (*Note de l'auteur.*)

giques qu'elles présentent y suivent leurs cours naturel. Cependant elles ne sont pas tellement liées à ces périodes qu'elles ne puissent s'en affranchir, même dans une mesure notable.

Le fait qu'une plante s'adapte, de suite ou graduellement, à une période de l'année différente de celle à laquelle elle était accoutumée dans son pays d'origine, porte le nom d'*acclimatation*; du degré de possibilité d'acclimatation, de la capacité d'acclimatation d'une plante susceptible d'ailleurs de migrations, dépend la grandeur de l'aire qu'elle peut occuper sur le globe (voir II<sup>e</sup> Partie).

On s'est demandé si la période végétative d'une plante dépendait exclusivement des conditions extérieures, ou bien, au contraire, si c'était un fait d'hérédité. C'est à la fois l'un et l'autre. Cette période de végétation ne peut être considérée que comme la conséquence d'action combinée des agents climatiques et d'une adaptation physiologique aux conditions existantes. Mais, en même temps, cette manifestation biologique est si étroitement liée à l'organisme, le rythme de ces successions régulières, tellement marqué par le passage à travers des milliers de générations, qu'il est presque aussi impossible à la plante la plus variable de s'en affranchir, au-delà d'une certaine mesure, que de changer notablement ses caractères morphologiques spécifiques.

Quelles sont les limites de cette acclimatation? Les plantes tropicales cultivées dans nos jardins botaniques à la faveur du climat artificiel des serres, remplaçant jusqu'à un certain point la chaleur et l'humidité de leur pays natal, peuvent nous renseigner à ce sujet. Sans doute, durant l'hiver septentrional, il est impossible de suppléer à la lumière des tropiques, et l'on comprend facilement, que la privation de soleil constitue pour ces plantes des conditions très fâcheuses et provoque un arrêt de leur végétation. Cependant beaucoup d'entre elles arrivent à fleurir sous nos latitudes. Cet arrêt de végétation que nous observons chez elles ne tient pas seulement au climat plus rigoureux, puisque des arbres du Nord transportés à Madère ont présenté, eux aussi, ce temps de repos végétatif, et ont perdu leurs feuilles, malgré la douceur du climat. D'après Heer (*Verhandl. der Schweiz. naturf. Gesellschaft*, 1851, p. 54), dans cette île à température si constante, le hêtre reste sans feuilles 149 jours, le chêne 110, le tulipier d'Amérique (*Liriodendron*) 87, la vigne 157, et cela avec une température se rapprochant de celle de l'été en Europe centrale, avec une intensité lumineuse à peu près égale à celle de la fin de l'automne pour les régions septentrionales. En revanche à Cumana, Humboldt a vu en toute saison notre vigne européenne chargée de fleurs et de fruits. Les Cactus américains du genre *Opuntia* se sont naturalisés dans l'Europe méridionale sans que

la plante paraisse en souffrir, les périodes de végétation se rapprochant beaucoup de celles qu'elle présente en Amérique. Mais l'*Agave americana*, plante monocarpique, qui, dans sa patrie fleurit au bout de cinq ans, aux Canaries au bout de tous les dix ans, ne fleurit plus chez nous qu'au bout d'un siècle.

Les températures inférieures caractéristiques pour chaque plante du commencement de la végétation semblent être dans la plupart des cas étroitement liées à des questions d'hérédité, et, par conséquent, très difficilement déplaçables.

Ainsi, des plantes de l'extrême nord ou des plantes alpines cultivées en serre froide entrent normalement dans leur période de repos hivernal malgré une température supérieure à celle de leur pays d'origine (3° et pas de gelées); mais des plantes tropicales cultivées en serre froide, meurent dès que le thermomètre descend au-dessous de leur zéro spécifique.

Les phénomènes de sommeil quotidien de la feuille, résultant des alternatives du jour et de la nuit, sont comparables sous le rapport de la fixité à ceux que nous relatons ici. A ce sujet on a fait des expériences sur des haricots des tropiques cultivés sous des latitudes plus élevées (voir *Grisebach*, *Berichte*, 1850, p. 61).

### Phénologie.

Il y a, pour la Géographie descriptive d'une contrée, un tel intérêt à connaître la date et la durée des périodes de végétation, que depuis longtemps nous possédons sur ce point des données statistiques précises. C'est surtout dans les régions septentrionales tempérées, où les plantes exotiques exigent pour se développer une longue période végétative, que l'arrivée du printemps est impatientement attendue, là que le retard ou la précocité de cette saison entraînent le plus de conséquences. Dans la détermination d'une période végétative il faut pour une plante donnée, tenir compte : premièrement de ses phénomènes de croissance qui se traduisent par la formation de nouvelles feuilles; noter la fin de cette activité; deuxièmement, du commencement et de la fin de la période de nutrition qui n'atteint toute son énergie qu'après l'épanouissement des feuilles; troisièmement, enfin, du développement et des processus de maturation des organes de multiplication (formation de fleurs et de fruits, maturation de spores); en outre les différentes périodes végétatives de certaines plantes rurales peuvent servir de caractéristique à la période végétative d'une contrée. En Allemagne, par exemple, cette période s'ouvre avec la sortie du perce-neige et peut à peine

être considérée comme close avec la chute des dernières feuilles. Cependant, pour ne pas se perdre dans les particularités, on a, dans chaque contrée, pris pour guide les phénomènes caractéristiques de la vie des plantes qui contribuent le plus à donner à cette contrée sa physionomie spéciale, et c'est à eux qu'on donne le nom de *phénomènes phénologiques*; tels sont, par exemple, dans le Groenland, la sortie des fleurs de dessous la neige, en Allemagne la feuillaison des forêts, dans le Dekan après la sécheresse, l'apparition des premières feuilles aux arbres, etc. Nous verrons plus tard (V<sup>e</sup> Partie) les détails caractéristiques de chaque région; pour le moment nous nous en tenons à l'étude des principes théoriques de la phénologie, et des rapports établis entre ces observations et le climat, étude qui est pour la climatologie (voy. Hann, *Klimatologie*, p. 52 et 54) d'un intérêt capital.

Maintes fois, on a essayé d'expliquer les rapports des phénomènes phénologiques et du climat, par les lois mêmes de ce climat qui doivent être concrétées d'une façon quelconque (1). La vérité, c'est que, à des époques déterminées, on peut s'attendre à trouver dans chaque contrée un certain aspect du tapis végétal, et en même temps un certain climat. On sait, depuis longtemps déjà, les relations générales existant entre la végétation et la température, et de là à conclure à un parallélisme il n'y a qu'un pas. Pourtant il ne faut pas oublier que c'est à *la fois* la lumière, la chaleur et l'humidité qui déterminent les phases de végétation des plantes et la part d'action de chacun de ces facteurs isolé est presque impossible à connaître. Nous disons que c'est l'élévation de la température printanière qui détermine l'entrée en végétation de nos arbres, et physiologiquement il n'y a rien contre, mais on sait depuis longtemps que la température n'est pas seule en jeu et qu'elle est secondée par une certaine rythmique inhérente aux arbres, laquelle marche de

(1) Dès 1860, M. Sachs avait noté les difficultés de la question, car il dit (*Jahrb. f. wiss. Botanik*, Tome II, p. 370): « Il est possible qu'en comparant pour une localité déterminée les moyennes de température et de végétation, on en puisse déduire des lois. Mais tant qu'on ne sera pas à même de faire le départ entre l'action de la température et les actions concomitantes de la lumière et de l'humidité, les lois auxquelles on arrivera, n'auront aucun sens au point de vue physiologique..... Tant que nous ne saurons pas quelle est l'action de chaque degré de température (considéré comme constant), sur un processus végétatif déterminé, aussi longtemps nous n'aurons pas le droit d'interpréter physiologiquement cette moyenne de température ». (*Note de l'auteur.*)

pair avec le climat. Le premier pas fait, et les bourgeons épanouis, lumière et humidité viennent *simultanément*, autant du moins qu'on en peut juger, joindre leur action à celle de la chaleur. A. de Candolle (*Géog. bot.*, p. 45) comparait cette reprise de la végétation (dans nos climats) au zéro d'un thermomètre dépendant, pour chaque plante, de propriétés spécifiques. La végétation une fois commencée, la plante est semblable à une machine mise en jeu par certaines températures et par la lumière, et qui ne détruit jamais ce qu'elle a fait. Le mercure du thermomètre monte et descend, la plante ne rétrograde jamais; elle peut rester stationnaire si le froid survient, mais, au retour de la chaleur, elle reprend sa marche du point même où le froid l'avait arrêtée.

Ces conditions, qui sont les nôtres, et encore plus celles de l'extrême nord, ne sont pas du tout celles des contrées plus chaudes. Les observations ont montré que, sous les tropiques, c'est de la saison pluvieuse que dépend le début de la période végétative et le fait que certaines espèces manifestent leur activité *antérieurement* à cette période montre bien qu'en pareil cas le rythme régulier de leur apparition est une caractéristique de ces espèces, qui n'est pas nécessairement dépendante de la venue des pluies et de la nébulosité du ciel. Les facteurs de la périodicité varient donc avec la situation géographique; dans le Nord c'est l'élévation de température, sous les tropiques l'arrivée de la saison pluvieuse; mais ces facteurs n'agissent jamais isolément. C'est cette idée générale qui doit dominer toute la théorie phénologique sous peine d'être en désaccord avec les données météorologiques et nos connaissances en physiologie.

C'est seulement dans les pays du Nord et les régions tempérées qu'on a pu faire des observations quelque peu circonstanciées sur les faits d'élévation et d'abaissement de la température au commencement et à la fin de la période végétative. Le travail d'Alph. de Candolle qui a examiné les divers points de vue de la question (*Géog. bot.* Livre I<sup>er</sup>) a été classique à son époque. Celui de M. Hult (Recherches sur les phénomènes périodiques des plantes in : *Nova Acta Reg. Soc. Scient.*, Upsal, série III, 1881) offre, avec le développement historique qu'il contient, des déductions d'un grand intérêt.

Il est fâcheux que la Géographie Botanique en soit réduite à s'appuyer sur des tableaux météorologiques, quand elle ne

devrait les employer que concurremment avec des observations de plantes. Les observations phénologiques portent sur des végétaux répartis sur différents points; les observations météorologiques, au contraire, sont faites au même lieu et généralement à l'ombre. Les variations entre la température au soleil à midi, et celle correspondant au froid de la nuit ne sont pas susceptibles d'une commune mesure. Dans la lecture du thermomètre, il faut tenir compte de sa hauteur au-dessus du sol, de telle sorte qu'on ne peut, avec *un seul instrument*, évaluer exactement l'influence de la chaleur sur la floraison du perce-neige et sur celle du cornouiller. Il est non moins évident que la température du sol, même à une certaine profondeur, agit sur l'entrée en végétation des plantes bulbeuses printanières, tandis que leur floraison subit l'influence de la température de l'air au ras du sol. Pour les plantes croissant au soleil, et sur lesquelles les observations ont généralement porté, les thermomètres d'insolation, si nécessaires, ne sont guère employés qu'à Giessen. La manière dont les observations sont faites est tellement sujette à critiques, il y a de telles difficultés à surmonter, qu'en admettant même, au point de vue théorique, qu'il existe réellement un lien concret entre la température et les phases de la végétation, il ne faudrait pas s'étonner qu'on n'ait encore pu le discerner. D'ailleurs, même au point de vue théorique, rien ne nous prouve jusqu'ici l'existence de semblable relation entre la température, quel que soit le procédé météorologique d'évaluation, et les phases de la végétation.

En effet, ce n'est pas une température isolée qui détermine l'entrée d'un végétal dans une certaine phase, mais bien la température des jours précédents. Voilà pourquoi, depuis longtemps, on a coutume de faire la somme des températures, sous nos latitudes, par exemple, depuis le 1<sup>er</sup> janvier jusqu'au jour où commence une phase déterminée, et de considérer cette somme comme l'expression de la quantité de chaleur nécessaire à la plante pour arriver à cette phase. Mais de nouvelles difficultés se présentent : à dater de quel jour doit-on sommer ces températures? doit-on faire la somme des moyennes journalières ou celle des maxima? observer à l'ombre ou au soleil? faut-il faire figurer dans ce total toutes les températures enregistrées? autant de questions qui ont été traitées de façons différentes.

A. de Candolle est parti de cette idée fort juste que, pour nos plantes indigènes, les températures inférieures à zéro étaient sans utilité, mais qu'il ne fallait pas cependant les considérer comme négatives et les soustraire de la somme totale; en conséquence, dans les sommes de températures dressées d'après les données des observatoires météorologiques, il n'a fait entrer que les températures supérieures à 0°; de plus, considérant que les processus végétatifs ne commencent pas, même dans nos contrées, immédiatement au-dessous de 0° et que le zéro spécifique est bien supérieur au point de fusion de la glace, il a fait d'autres sommes de températures celles de + 1, celles de + 2, de + 3, etc., jusqu'à + 20; il a donc présenté sous un jour inconnu à la climatologie les tables météorologiques et nous trouvons là, pour la première fois, un principe souvent appliqué depuis au tracé de cartes de toute une région d'après la durée de certaines températures.

Partant de la notion du zéro spécifique introduite par Martins, M. Oettingen (voir *Phänologie der Dörpater Lignosen* in *Archiv. f. Naturkunde Liv., Esth. und Kurlands*, Tome VIII, et *G. J. Tome VIII*, p. 231) a voulu établir un nouveau système d'évaluation. Malheureusement, c'est par des calculs et non par des expériences physiologiques que cet auteur détermine ce zéro spécifique; il a voulu calculer quand il fallait des mesures et des observations, et tout son système pêche par le manque de clarté.

Hoffmann, au contraire (*Verhandlungen der K. K. Zool. Bot. Gesellschaft zu Wien XXV*, p. 563 et *G. J.*, Tome VII, p. 180; et T. XIII, p. 309) fait la somme des températures maxima observées au soleil depuis le 1<sup>er</sup> janvier jusqu'à l'entrée dans la phase considérée, et laisse de côté les températures un peu inférieures à 0°. Il arrive ainsi par des calculs répétés à des résultats satisfaisants pour une localité (Giessen), tandis que par la méthode d'Oettingen, méthode suivie également par Staub, auquel on doit des observations phénologiques en Hongrie, les chiffres trouvés ne concordent pas (voir Engler, *Botan. Jahrbücher* Tome III, p. 431). Toutefois Schaffer, qui a appliqué la méthode d'Hoffmann à des recherches effectuées en Suisse, a trouvé qu'elle ne donnait pas de résultats; que des températures qui auraient dû se trouver presque égales subissaient des écarts considérables suivant l'arrivée hâtive ou tardive de la phase de végétation. Ainsi, par exemple, pour la floraison du Sycomore (*Acer pseudo-platanus L.*) on trouvait des

nombres variant de 863° à 1801° suivant que cette floraison avançait de treize jours ou retardait de dix (voir : Nachträge z. Flora d. Mittelrheingebiets in Bericht d. Oberhess. Ges. f. Nat. u. Heilkunde, Giessen, 1879, et *G. J. Tome VIII*, p. 230).

Nulle part, on n'est arrivé à une méthode évitant la difficulté de fixer aux évaluations un point de départ naturel. Si ce point de départ est tout indiqué pour les plantes annuelles (céréales), que l'on prenne le jour du semis de graines régulièrement préparées, ou le jour d'apparition des germinations, pour les herbes vivaces et les végétaux ligneux les conditions sont tout autres et n'ont été étudiées au point de vue physiologique que d'une façon très générale, comme on peut s'en convaincre par les recherches de M. Askenasy, (*Bot. Ztg.* 1877. — *G. J. Tome VII*, p. 179).

Dans son étude sur le merisier (*Prunus arium*), cet auteur a recherché si le repos hivernal des arbres était réel ou apparent.

M. Geleznoff, le seul qui eût jusqu'alors étudié la question, arrivait à cette conclusion que l'arrêt dans le développement des bourgeons n'est qu'apparent, puisque à une température inférieure à zéro (à Moscou, où l'auteur expérimentait, la moyenne de janvier est de  $(-14,5^{\circ})$ , les rayons solaires fournissaient assez de chaleur pour amener leur développement.

Les expériences de M. Askenasy ont eu lieu à Heidelberg et ont embrassé une période végétative entière. Il a pesé de cent à deux cents bourgeons dont il évaluait le poids sec. Trois années d'observations l'amènèrent à conclure que : « Le développement des bourgeons du merisier se divise en deux périodes séparées par un temps de repos ou de croissance très faible. Durant la première période (période estivale) le développement est régulier mais lent ; durant la seconde (période printanière suivante) la croissance, lente d'abord, devient très rapide ».

La période de repos est de deux à trois mois, du commencement de novembre au milieu de février. Les faibles différences trouvées durant les trois hivers qu'embrasse cette série d'expériences sont hors de proportion avec les grandes variations de température correspondant à ces périodes ; cependant, durant un hiver très doux, on a noté, après un repos absolu en novembre, une légère croissance en décembre et janvier qui sont, d'ordinaire, des mois de complet repos. Les deux dernières semaines avant la floraison montrent une forte augmentation de la croissance malgré des baisses fréquentes de la température. Il va sans dire, que, pendant les années à température très douce, le développement des bourgeons est beaucoup plus rapide.

Les essais ont porté également sur des branches détachées de merisier qu'on faisait épanouir en serre chaude de 15° à 20° C.

Sur celles-ci la chaleur eut d'autant plus d'action que les branches étaient coupées à des dates plus rapprochées de la floraison normale. En

automne la mise en serre est fatale. Les branches coupées à la fin d'octobre restent sans changement et finissent par se faner. Le tableau suivant indique le nombre de jours écoulés entre la section et la floraison, pour des branches maintenues en serre chaude et coupées à différentes reprises.

Les branches coupées le	14 décembre	fleurissent après	27	jours
»	10 janvier	»	»	18 »
»	2 février	»	»	17 »
»	2 mars	»	»	12 »
»	23 mars	»	»	8 »
»	3 avril	»	»	5 »

De décembre à mars, l'examen et même la pesée des bourgeons restés sur les arbres ne révèlent aucune modification. A ce propos, M. Askenasy fait observer que, même dans leur période de repos, ces bourgeons sont le siège de transformations (probablement chimiques) qui ne se traduisent ni par un changement de volume, ni par une augmentation de poids. Ainsi, le repos hivernal et les températures inférieures à 0 ont une action certaine sur la vie des plantes, action qui devient très visible quand on se rapproche du zéro spécifique de la plante considérée.

Cet exemple nous prouve qu'il ne faut pas attacher trop d'importance aux observations phénologiques, en tant qu'exprimant une relation entre la température et les phases de végétation. La physiologie expérimentale est la seule base sur laquelle la Géographie botanique puisse s'appuyer, et toutes les théories fondées sur le calcul seul sont entachées dans leur principe. Reste à savoir quel point de départ il faut donner à ces observations de températures appliquées à la phénologie. Doit-on faire le total de ces observations depuis le commencement du repos végétatif, ou, depuis la reprise de la végétation? en tous cas, le 1<sup>er</sup> janvier paraît une date trop tardive. Comme moyen terme, il faudrait pour la phase vernal, dans le nord, faire la somme des températures depuis le solstice d'hiver, peut-être même depuis le 1<sup>er</sup> décembre.

Un résultat plus important, corroboré par des milliers d'observations, c'est que, plus une plante est restée longtemps au repos, plus elle est sensible à l'élévation de température. Cela prouve que les jours où la température tombe au-dessous de 0° ne doivent pas être soustraits de la somme totale, qu'ils sont utiles, en tant que représentant une période de repos nécessaire, sans laquelle, même avec les températures les plus favorables, la plante ne saurait entrer dans la phase normale de son développement. Par contre, lorsque la durée

du repos normal aura été outre-passée, la plante entrera en végétation malgré une température défavorable. Il s'ensuit que les phénomènes périodiques dépendent directement d'une rythmique intrinsèque à la plante, laquelle est contrebalancée à chaque instant, comme toute propriété biologique, par une moyenne de conditions extrinsèques, et c'est de la résultante de cette double action, qu'il faut savoir tenir compte.

Ainsi compris et avec ces réserves, les calculs comparatifs de températures maxima et minima, à l'ombre et au soleil, prennent une valeur qu'ils n'ont pas quand on veut y voir la mesure de l'influence de la chaleur seule sur la vie végétale. Là n'est pas la question : ce qu'il s'agit de déterminer, c'est l'ensemble des conditions climatologiques moyennes réalisées à chaque période pour une région et une station donnée, et sur lesquelles les plantes pourront compter ; car les variations annuelles de ces conditions sont limitées et, depuis des milliers d'années les plantes indigènes y sont faites ; elles sont adaptées à ce climat, et cette adaptation, devenue une de leurs caractéristiques héréditaires, n'est susceptible que de modifications graduelles quand l'adaptation à un autre climat devient possible. C'est seulement ainsi entendus que les essais et les observations phénologiques justifient l'importance qu'on leur donne.

Il y a un grand intérêt à faire servir ces recherches à l'appréciation des limites laissées par le climat à l'activité vitale d'une plante, comment il lui permet parfois de s'étendre sur de grands espaces, comment il lui oppose sur certains points une barrière infranchissable. C'est affaire à la biologie géographique de comparer l'activité vitale d'une même plante croissant en des points éloignés et dans des climats différents, à Bruxelles et à Saint-Petersbourg, par exemple. Etant donné qu'en chacun de ces points nous trouvons que les mêmes phases de végétation se produisent à des époques différentes, et qu'en outre les températures initiales et finales ne sont pas les mêmes pour ces deux stations, on comprendra qu'il ne suffise pas de constater simplement ces différences, mais qu'il faille en chercher les causes, et en déduire certaines règles théoriques.

Dans cette direction, les deux mémoires de Linsser peuvent être donnés comme des modèles qui n'ont pas été dépassés. (*Die periodischen Erscheinungen des Pflanzenlebens*, Mémoires de l'Acad. des Sc. de St-Petersbourg, VII<sup>e</sup> série, Tomes XI, n° 7 ;

et XIII, n° 8, années 1867 et 1869). Partant d'un grand nombre d'observations phénologiques, l'auteur arrive à des règles théoriques applicables seulement aux climats tempérés de l'hémisphère boréal. On n'a pas cherché à déterminer par expérience les parts d'influence de tel ou tel facteur, et tout se borne à des comparaisons de phénologie climatologique, c'est-à-dire thermométriques. Linsser arrive à la loi suivante : « Pour deux stations différentes les sommes de températures positives correspondant à une même phase de végétation, sont proportionnelles aux sommes de toutes les températures positives de ces deux stations.

### Exemple de Bruxelles et de Saint-Pétersbourg.

On a divisé les plantes en six groupes d'après l'ordre de leur apparition : un premier groupe comprend les premières plantes printanières (*Anemone*, *Noisetier*); les suivants comprennent des plantes de floraison de plus en plus tardives; dans le dernier on compte par exemple le Tilleul et le Thym. Au lieu de s'arrêter aux données fournies par une seule espèce on a pris pour chaque groupe les moyennes des époques de floraison et de fenilaison, et on a fait la somme de toutes les températures positives complètes, pour Bruxelles par exemple, depuis le 16 janvier qui correspond au point le plus bas de la courbe des températures, pour Saint-Pétersbourg depuis le 8 avril, date où le thermomètre remonte à zéro. Faisant ainsi pour chaque groupe la somme des degrés de température jusqu'à la floraison on a marqué le nombre de jours s'écoulant entre la floraison à Bruxelles et la même floraison à Saint-Pétersbourg.

Groupe 1 :	16 Mars	+ 51 jours	184°	93°
» 2 :	7 Avril	+ 44 »	334°	216°
» 3 :	29 Avril	+ 39 »	543°	421°
» 4 :	19 Mai	+ 33 »	791°	617°
» 5 :	4 Juin	+ 22 »	1017°	698°
» 6 :	30 Juin	+ 11 »	1466°	937°
	Phase de végétation pour Bruxelles — St-Pétersbourg.		Sommes de températures pour Bruxelles — St-Pétersbourg.	

La somme totale des températures positives est pour Bruxelles 3687° C, pour Saint-Pétersbourg 2253° C.

Le quotient des sommes de températures correspondant à chacun des groupes (de 1 à 6) par la somme totale, représente pour la même phase

de végétation le rapport de l'échauffement partiel à la quantité totale de chaleur reçue par la plante dans les limites de temps indiquées :

Groupes :	1	2	3	4	5	6
Bruxelles	0,05	0,09	0,15	0,21	0,28	0,40
Saint-Petersbourg	0,04	0,10	0,19	0,27	0,31	0,42

Dans les treize stations d'expériences, on trouve pour ces rapports des chiffres très approchants. Aussi bien Linsser a-t-il pu dire « Toute plante règle le cours de sa vie d'après la quantité de chaleur dont elle peut disposer dans son pays d'origine, en vertu d'un principe héréditaire; des individus de même espèce, mais placés dans des lieux différents arrivant au même stade de développement à l'aide de quantités égales de chaleur. Pour les manifestations vitales extérieurement visibles les températures inférieures à 0° sont sans effet sur la plante. Et dans la seconde partie de son travail : « Il y a dans la vie de chaque plante deux grands agents régulateurs : l'habitude individuelle et le principe d'économie. »

Faute d'espace nous sommes obligés de ne pas donner à diverses remarques et à la question physiologique les développements qu'elles comporteraient. Au point de vue physiologique nous devons, comme le fait Hult (*Phénomènes périodiques*, p. 38), rappeler la loi du zéro spécifique. Ce point initial de température, au-dessous duquel une fonction cesse de s'accomplir et une phase végétative de se produire, varie d'une plante à une autre, et, pour une plante à large distribution, d'un habitat à un autre. On trouvera, dans la quatrième partie, l'exemple détaillé d'une plante de cette catégorie, le Bouleau, avec les courbes de températures pour chaque station. On y verra comparées les températures maxima au soleil correspondant aux floraisons des arbres dans la Hesse et en Suisse : les dernières sont supérieures aux premières. C'est donc d'après ces principes qu'il faut déterminer l'acclimatation. Il faut voir la résultante des actions, multiples et combinées de la lumière et des précipitations atmosphériques sur l'activité de la nutrition, la maturation des fruits et toutes les manifestations organiques de la période végétative. Pour ce qui est de l'influence des précipitations atmosphériques, des variations observées suivant que, dans la région, il pleut peu ou beaucoup, le lecteur trouvera dans le mémoire de Linsser de précieuses indications. — Ajoutons que l'idée de considérer, pour les différentes plantes d'une même flore, le début d'une phase comme fonction de la somme des températures nécessaires à ces plantes pour entrer dans cette phase, n'est nullement exacte, et ce qui le

prouve c'est que chaque année l'ordre de floraison des différentes espèces n'est pas rigoureusement constant, alors même qu'on note ces floraisons sur un même individu. C'est à ces variations qu'on a donné le nom d'*inversions phénologiques* (voyez Rahn, *Über phänologische Inversionen in Bericht d. Oberhess. Ges. f. Natur. u. Heil-Kunde* (1882) p. 113 et 143 et *G. J.* Tome X, p. 150).

Les essais de culture comparée des diverses sortes de Blé, ont un intérêt à la fois pratique et théorique car, dans tous les pays où la comparaison a été faite, c'est-à-dire dans l'Europe occidentale, centrale et septentrionale, tous ces blés proviennent de la même espèce, différemment adaptée aux diverses contrées et constituant des races climatériques assez peu fixes. Dans son mémoire *Sur la méthode des sommes de température*, etc., etc., Bibliothèque universelle de Genève, 1875, Tomes 53 et 54 (comparer *Griseb., Abh.* p. 493), Alphonse de Candolle a étudié cette question et arrive à cette conclusion qu'à la même latitude pour une même fonction, les sommes de températures sont plus élevées à l'Ouest de l'Europe qu'à l'Est, en raison du climat maritime; on voit, en outre, et pour la même raison, que plus on avance de l'Est à l'Ouest, plus augmente la somme de jours nécessaires au même travail végétatif.

Nous nous en sommes tenus à l'exposé des principes biologiques de la phénologie et de son étude comparative avec le climat et, en particulier, pour les régions septentrionales, avec la courbe de chaleur. C'est la série des observations thermométriques qu'il s'agit de comparer à celle du développement. Ajoutons qu'au point de vue géographique la statistique phénologique est arrivée à se constituer d'une façon indépendante de la climatologie et que, grâce à elle, nous connaissons exactement les caractéristiques des grandes zones de végétation et même celle des régions particulières. Il est d'un grand intérêt géographique de figurer, par des cartes, les moyennes de nombreuses observations sur les époques de floraison de plantes généralement répandues, ou la frondaison des arbres. C'est ce que Hoffmann avait commencé à si bien faire pour les plantes d'Europe. Il y aurait intérêt à faire entrer les plantes des cultures dans le cadre de ces recherches.

## II. — Agents topographiques.

Les agents physiques, dont nous venons de parler, manifesteraient leurs actions sur la vie végétale alors même que la surface terrestre serait parfaitement unie et partout de nature identique. Dans ce cas l'influence périodique de la lumière, de la chaleur et des précipitations atmosphériques apparaîtrait plus nette encore. Mais la surface du globe est composée de parties bien différentes. Les roches les plus variées constituent autant de conditions distinctes de nutrition minérale, et la manière dont elles se comportent vis-à-vis de la radiation solaire est des plus diverses. L'orographie n'a pas pour seul effet de modifier des climats, qui autrement seraient les mêmes à la même latitude. Non seulement, ces montagnes forment comme des îles à climat particulier au milieu d'autres climats, mais encore, la répartition inégale des eaux courantes y amène une diversité de stations que, dans toutes autres conditions, la terre ne posséderait pas; enfin presque tous les pays sont recouverts d'un tapis végétal, d'épaisseur variable, qui à son tour, constitue un milieu doué d'autant de propriétés nouvelles pour les plantes qui viendront s'y établir; leur donnant tantôt une ombre épaisse tantôt, pour celles qui s'établissent au sommet des arbres, une vive lumière; et c'est entre ces végétaux une lutte continuelle pour la conquête du sol. Ajoutez à cela le rôle des animaux, utiles dans la fécondation, la dispersion des graines, nuisibles dans beaucoup d'autres cas. Ainsi en dehors des agents physiques à périodicités réglées nous trouvons toute une série d'influences ne dépendant directement, ni de la rotation de la terre autour du soleil, ni de la latitude, et dépourvue du caractère de généralité de ceux précédemment cités, mais dont la sphère d'action est plus restreinte (si toutefois nous considérons à part les changements climatiques amenés par les chaînes de montagnes). Ces facteurs sont : l'orographie et la concurrence des autres êtres vivants.

### Structure orographique.

C'est le relief du sol qui donne aux climats terrestres leur grande diversité, c'est lui qui détermine leurs limites

réelles. Les montagnes et les plaines sont les unes et les autres soumises aux périodicités annuelles et à ce titre rentrent dans la catégorie des études climatologiques précédentes; mais en dehors de cela elles constituent de nouvelles conditions amenant des combinaisons différentes de lumière, de chaleur et de précipitation atmosphérique.

La direction des vallées, l'élevation de pics isolés, offre aux plantes autant de conditions d'établissements différentes, suivant l'exposition; les unes exposées à un soleil intense, les autres à des vents pluvieux et violents. Ainsi, on observe de grandes variations dans les limites d'altitude de toute une formation végétale ou de plantes isolées, et parfois les deux flancs d'une vallée peuvent, selon leur exposition, être couverts de plantes très différentes.

Sendtner a fait à ce propos des recherches sur les limites en altitude du hêtre dans les Alpes et la Forêt de Bavière, et voici, exprimés en pieds bavarais, les nombres trouvés par lui.

Exposition :	NE.	E.	SE.	S.	SO.	O.	NO.	N.
Altitude des Alpes	4200	4360	4485	4465	4405	4430	4300	4280
Altitude de la Forêt de Bavière	3590	3885	3950	3850	3840	3820	3600	3625

En maints endroits on peut observer, dans une vallée, le changement de végétation à la limite de régions différentes, suivant l'exposition du versant de la vallée. Je citerai comme exemple la vallée sauvage de la Reuss dans le Jura suisse. Sur le versant droit s'élève à 1500<sup>m</sup>, le fond de la vallée étant à la côte 700, le massif calcaire du Creux-du-Van. Ce massif exposé au N.-E., est couvert d'arbres à feuilles caduques et de conifères. Jusque dans le fond de la vallée, la pente est recouverte de nombreuses plantes alpines : *Bellidiastrum*, *Dentaria pinnata*, *Saxifraga rotundifolia*, *Gentiana lutea*, *Arabis alpina*. En face sur le versant gauche s'élève, entre Noiraigue et Chambrélieu, une série de hauteurs de 850 à 1200<sup>m</sup> exposées S.S.E. et couvertes de bois clairsemés d'arbres à feuilles caduques, d'arbrisseaux et de plantes des rochers : *Dianthus sylvestris*, *Melittis melissophyllum*, différents *Teucrium*, *Rosa pimpinellifolia*, *Coronilla emerus* et *montana*, en sont les plantes caractéristiques. Il n'y a pas trace des plantes alpines de l'autre versant.

Dans son mémoire sur la flore du Groenland mentionné dans la V<sup>e</sup> partie, Warming fait observer l'action remarquable résultant de l'exposition au soleil au moment de la fonte des neiges. — Dans les montagnes tropicales on n'a, jusqu'ici, noté d'autre influence que celle du vent.

Voyons maintenant l'influence du *substratum*, c'est-à-dire de la composition chimique du sol; elle n'est pas indifférente aux plantes aquatiques et pour les plantes terrestre son importance est extrême.

*Bibliographie* Voir surtout : *Thurmann*, Essai de Phytostatique appliquée à la chaîne du Jura, etc. 2 vol. Berne 1849. (Griseb., Berichte, 1849, p. 14.) *H. Hoffmann*, Untersuchungen z. Klima, u. Bodenkunde mit Rücksicht auf die Vegetation (Beilage z. Bot. Zeitung, 1865, avec une carte). *Saint-Lager*, Etude de l'influence chimique exercée par le sol. etc. Annales de la Soc. Bot. de Lyon. 4<sup>e</sup> année, 1877, n<sup>o</sup> 1. — *Contejean*, Géographie botanique. Influence du terrain sur la végétation. Paris 1881, 143 pages. — *Magnin*, Recherches sur la Géogr. Bot. du Lyonnais, Paris 1879 et La Végétation de la région Lyonnaise, etc. Lyon 1886, p. 278 et suiv. — *Vallot*, Recherches physico-chimiques sur la terre végétale et ses rapports avec la distrib. géograph. des plantes, Paris 1883. — *Hoeck*, Einige Hauptergebnisse d. Pflanzengeographie in den letzten 20 Jahren in Monatl. Mittl. d. nat. Ver. Frankfurt, 1888. — *Drude*, G. J. Tome XIII, p. 295-297, et Berichte d. deutsch. Bot. Ges. 1887, p. 286. — *Müller*, Studien über die natürlichen Humusformen. u. d. Einwirkung auf Vegetation und Boden. 1887. — *Planchon*, Végétation spéciale des Dolomies, etc. Bull. de la Soc. Bot. de France Tome I, p. 218 et Bull. Soc. Languedoc. de Géographie 1879. — *Sendtner*, Vegetationsverhältnisse von Südhayern 1854, u. des bayrischen Waldes, 1860. *Gaston Bonnier* : Quelques observations sur la flore alpine d'Europe (Ann. d. Sc. nat. Bot. 1880; *id.* Etudes sur la végétation de la vallée d'Aure (Hautes-Pyrénées). Revue générale de Botanique, 1890. On trouvera dans l'ouvrage de M. Vallot, précédemment cité, 62 pages de soigneuses indications bibliographiques.

L'influence du sol est de la plus grande importance et du jour où les études floristiques sont devenues plus précises, on en a justement tenu compte. Dans le trias de l'Allemagne centrale on peut voir la flore changer du muschelkalk au grès bigarré, ou au keuper. Dans les sables d'alluvions du bord sud des landes de Lüneburg apparaissent, sur des îlots calcaires, les plantes du Hanovre méridional; dans les Alpes la flore des calcaires diffère profondément de celles des roches primitives dont la teneur en chaux est faible. Les intercalations siliceuses, fréquentes dans le Jura, au milieu des massifs calcaires, ont une flore toute autre que celle de ces terrains calcaires. Le S. E. de la France et les environs de Lyon ont, d'après les dernières recherches, des flores nettement distinctes suivant les terrains. Pendant longtemps on a cru que le châtaignier ne croissait pas sur le calcaire; c'est cependant sa station dans certaines régions de l'Autriche (1), dans la

(1) D'après Mgr de Haynald (*De distributione geographica Castaneæ in Hungaria*) mais M. Vallot (*Terre végétale*, p. 220) qui a discuté soigneusement les faits relatés par cet auteur, conclut qu'il n'y a aucune preuve certaine de la présence du châtaignier dans un terrain calcaire. (Trad.)

région méditerranéenne il y a maintes espèces spéciales à certain sol et dont les limites sont exactement celles de ce substratum ; si incomplètes que soient les observations effectuées dans le domaine tropical elles révèlent cependant une relation très nette entre le terrain et la végétation qui le couvre. Les latérites (1) de Barma sont caractérisées par des forêts d'arbres à feuilles caduques contrastant avec la perpétuelle verdure des forêts tropicales. Les steppes salées occupant l'emplacement d'un lac desséché et les plages côtières ont leurs espèces particulières.

Ces exemples suffisent à donner une idée des faits observés, et à montrer les contrastes dans la végétation suivant la nature du terrain sur lequel elle se développe : roches primitives et basaltes, dolomie, roches calcaires, grès, éboulis ou pierrailles de l'une quelconque de ces roches ; sel marin en proportion notable au milieu d'autres éléments du sol, nitrates de l'humus.

On a fait des terrains pierreux un genre particulier de sol parce que certaines plantes poussent aussi bien sur les pierrailles siliceuses que sur les pierrailles calcaires n'exigeant qu'une roche à débris sablonneux. C'est l'état de division du sol qui permet à ces plantes de se développer. Parmi les dix classes du sol établies, et qui elles-mêmes sont susceptibles de subdivisions, on peut distinguer trois catégories principales d'après leurs végétations bien tranchées : la silice, le calcaire et les terrains salés. Les plantes croissant sur la silice sont dites *silicicoles*, les plantes du calcaire *calcicoles*, celles des terrains salés *halophytes*. Les plantes du calcaire et de la silice sont dites respectivement : calcicoles exclusives, silicoles exclusives, ou bien amies de la chaux, ou amies de la silice, suivant qu'elles ne peuvent vivre que sur le calcaire ou sur la silice, ou qu'elles montrent seulement une préférence marquée pour l'un ou

(1) On sait que la *latérite* est une roche argileuse sans fossiles, de couleur rouge, ferrugineuse, qui couvre dans l'Inde d'immenses surfaces et se retrouve aussi, quoique exceptionnellement, dans l'Afrique centrale et en Australie. Pour le Dr Walther qui a fait, durant l'hiver 1888-89, un voyage dans l'Inde pour étudier en particulier l'influence du climat des tropiques sur les roches, la *latérite* est le résultat des influences météoriques sur des roches de nature très diverse. Ces formations se rencontrent à toutes les latitudes et à toutes les altitudes, et résultent de l'action des eaux atmosphériques fortement chargées d'acide nitrique et d'ozone, sur les roches riches en sels de fer. Plus la roche contient de fer, plus la latérite résultant est de couleur foncée.

(Trad.)

l'autre de ces substratums. Celles qui n'ont pas de préférence, par exemple les plantes des sables, sont dites indifférentes.

On admet généralement qu'il n'y a pas de sol absolument nécessaire (cependant il faut peut-être faire une exception pour quelques plantes des steppes salées, insuffisamment étudiées jusqu'ici, et liées sans doute par leur structure organique à la vie dans des terrains contenant une forte proportion de chlorure de sodium). Beaucoup de plantes croissant dans certain domaine floral sur un sol déterminé, présentent, dans des régions plus chaudes ou plus froides, des conditions de substratum tout à fait différentes. C'est seulement, semble-t-il, pour la végétation d'un district floral restreint qu'on peut admettre cette nécessité d'un certain sol. L'étude comparative de la distribution des plantes aux environs de Lyon et dans le centre de l'Allemagne, par exemple, montre que les mêmes espèces recherchent des sols différents; d'ailleurs dans les jardins botaniques les mêmes plantes se développent sur des sols très différents. Il est vrai de dire que la plupart des observations relatives aux stations ont été faites très sommairement, sans analyse chimique, et qu'une faible quantité de silice, dans un cas, ou de calcaire, dans un autre, a pu passer inaperçue; mais il y a toujours des traces de chaux et de magnésie et autres sels minéraux indispensables au développement de la plante, et la question est seulement de savoir où s'arrête le nécessaire et où commence ce superflu qui a valu aux végétaux la qualification de *calcicoles* ou de *silicicoles*. Les recherches expérimentales de M. Magnin qui a étudié les différences de végétation d'un sol à un autre, l'ont amené à établir qu'un sol est *calcaire* quand il contient un minimum de 2 à 3 0/0 de carbonate de chaux; au-dessous de 1 à 2 0/0 il est siliceux; le sol qui ne contient que 2 0/0 n'a pas de caractère bien tranché. — Enfin il y a quelques roches, plus rares, la serpentine en particulier, qui paraissent avoir une influence encore plus marquée sur le tapis végétal, qui constituent les stations exclusives de quelques rares espèces, et ne sont pas habitables pour d'autres. Dans l'Allemagne du Nord, la Silésie et la Saxe, l'*Asplenium Serpentinii* est une de ces plantes caractéristique de la serpentine.

Nous abordons maintenant un sujet qui est plutôt du ressort de la physiologie expérimentale que de celui de la géographie descriptive; il s'agit de savoir si dans un domaine

floral donné l'influence du sol qui détermine la formation d'un tapis végétal caractéristique est d'ordre physique ou chimique? L'action chimique est indéniable le sol étant la source d'éléments nutritifs indispensables parmi lesquelles la chaux ne peut jamais manquer, ainsi qu'on l'a vu plus haut. Les échanges nutritifs, et la formation de nouveaux organes, exigent un minimum de substances minérales, telles que le fer, les phosphates, les sulfates, la potasse et les nitrates et ce n'est pas de ce minimum qu'il sera question ici. Dans quelle mesure des quantités plus considérables de chaux et d'autres sels minéraux agissent-elles sur l'organisme, quelle est en un mot la mesure de l'action chimique? C'est ce qu'on ne sait pas encore au juste. L'ouvrage de Thurmann sur le Jura, qui date d'une quarantaine d'années, eut à ce propos, un retentissement considérable, l'auteur s'y montrant partisan déclaré de l'action physique. Sans aucun doute la conductibilité thermique, les pouvoirs émissifs et absorbants, l'hygroscopicité, la facilité avec laquelle il cède aux racines l'eau qu'il contient, sont autant de facteurs physiques, dépendant, comme le remarque Thurmann, de l'état de division mécanique du sol. Les plantes calcaires, par exemple, croitraient sur ce terrain parce qu'il est compact et sec; leur système racinaire est peu développé et il y a prédominance d'espèces à souche vigoureuse ramifiées, à feuilles rassemblées en rosette basale, toutes conditions correspondant au développement dans un sol peu profond et soumis à des assèchements périodiques. Au contraire d'autres plantes se développent dans les terrains siliceux parce qu'elles y trouvent le sol profond et meuble qui convient à leur végétation.

Les observations de Thurmann sont justes, et beaucoup de botanistes en ont tiré parti, surtout aux débuts de leurs études; mais il ne voit qu'un côté étroit de la question, et le botaniste bavarois Sendtner, puis Nägeli ont, par de soigneuses observations sur les plantes alpines, successivement montré le manque de solidité de sa théorie. Les travaux des botanistes français ci-dessus mentionnés ont éclairé la question d'un nouveau jour, et prouvé la prépondérance de l'influence chimique du sol sur la répartition des plantes, l'action physique ne jouant qu'un rôle secondaire. Il est cependant très possible que l'action chimique ne soit pas si exclusive et qu'elle n'ait pour effet que de favoriser l'installation de certaines plantes

au détriment de certaines autres. Ainsi, par exemple, la flore du calcaire est seule, de par son organisation, en état de supporter l'excès de carbonate de chaux contenu dans le sol, ce que les plantes de la silice ne sauraient faire. Par contre, celles-ci auraient l'avantage sur la silice qui est défavorable aux plantes calcaires. Il s'agit là, simplement, de conformité organique entre la plante et le milieu extérieur.

C'est, du moins, l'opinion de M. Contejean et ce savant fait remarquer qu'il n'y a en réalité que deux substances minérales qui, se trouvant en grande quantité, aient une influence sur la distribution géographique des plantes; ce sont la *chaux*, en combinaison avec les acides carbonique ou sulfurique, et le *chlorure de sodium*. Ces deux substances peuvent déterminer le développement d'une flore spéciale, car elles sont si intimement liées à la présence de certaines plantes que c'est à croire qu'elles leur sont absolument nécessaires, tandis que d'autres paraissent indifférentes à leur présence en excès, et que cet excès chasse complètement une troisième catégorie d'espèces. L'action nuisible de la chaux et du chlorure de sodium sur certaines plantes est toutefois beaucoup plus marquée que ne l'est l'action favorable de ces substances sur les plantes calcicoles et halophytes. En effet, avec des soins particuliers, ou même dans la nature, les plantes de ces catégories arrivent à vivre sans calcaire et sans sel; il est vrai qu'alors elles se trouvent, vis-à-vis des plantes silicicoles d'un district floral, inférieures dans la lutte pour l'existence.

Mais même en accordant la prépondérance à l'action chimique, il ne faudrait pas méconnaître la valeur des recherches de Thurmann. Pourquoi attacher toujours plus d'importance à l'action chimique et rejeter au second plan l'action physique? Est-ce que dans certains cas, plus rares peut-être, les rôles ne seraient pas renversés? est-ce que ces deux facteurs ne pourraient avoir autant d'importance l'un que l'autre? Ces séparations que nous établissons dans nos études n'existent pas dans la nature, et le sol calcaire, caractérisé au point de vue chimique par la présence de la chaux, a des coefficients physiques particuliers comme eau et chaleur, dont les racines s'accoutument plus ou moins. L'organisation des plantes spéciales à la chaux et amies de la chaux, est en rapport avec ces conditions physiques et chimiques et c'est là la

cause de leur infériorité dans la lutte pour l'existence quand le calcaire vient à manquer. Des modifications d'ordre physique interviennent encore suivant la nature de la roche, que le sol soit une roche, dure, fendillée, qu'il soit formé de pierrailles, de sable fin ou d'argile produit de la désagrégation de certaines roches, les principales modifications dans la flore de ces divers substratums ont reçu des noms particuliers; on dit, par exemple, plantes des rochers, des sables, de l'argile.

Thurmann donne respectivement aux roches dures et aux roches tendres les noms de *dysgéogènes* et d'*eugéogènes*; la même dénomination est appliquée aux sols dérivés de ces roches et qui par leurs caractères physiques joueraient le principal rôle dans le développement de la végétation. La roche calcaire peu délitable (dysgéogène) donne comme détritum une fine poussière; le sol, dit alors *pélique*, est très perméable à l'eau, peu profond, très vite sec, et propre au développement des *plantes xérophiles* (aimant les terrains secs). Les roches non calcaires facilement délitables et eugéogènes donnent un détritum sablonneux ou argilo-sablonneux; ce sol est dit *psammitique* dans le premier cas, *pélopsammitique* dans le second; peu perméable à l'eau, la couche humide y atteint une grande épaisseur. Un tel sol est donc propre au développement des plantes dont les racines ont besoin de cette humidité (*plantes hygrophiles*). Thurmann a très nettement montré que la forme des racines de la plupart des plantes calcaires indique qu'elles ont besoin d'un sol peu profond et soumis à des assèchements périodiques; les espèces annuelles y sont rares; parmi les plantes vivaces beaucoup possèdent des rhizomes rampants ou plongeants. Les tiges courtes peu ramifiées émettent des feuilles radicales en rosettes; les espèces traçantes sont rares, le mélange de végétation très varié et, dans les endroits favorables, la flore se renouvelle beaucoup.

Il ne me paraît pas douteux que ces propriétés du sol notées par Thurmann ne sont pas nécessairement liées à la présence ou à l'absence de calcaire et qu'on ne puisse trouver des plantes calcaires sur les roches siliceuses sèches, et, inversement, des plantes siliceuses sur du calcaire. Dans un mémoire cité plus haut j'ai montré qu'en Saxe le *Carex humilis* et autres plantes calcicoles exclusives se rencontrent sur des roches granitiques dont la teneur en chaux n'atteint pas 2 0/0. Cette plante y est associée au *Viscaria vulgaris* qui passe pour silicicole exclusive, et que j'ai rencontrée sur des calcaires marneux fissiles en d'autres points de la Saxe. Le *Cytisus nigricans* regardé par certains floristes comme aimant les terrains calcaires, fuit en Saxe les coteaux marneux pour aller vivre sur les granits, les syénites et les gneiss. Dans son excellent ouvrage sur la *Terre végétale*, M. Vallot considère l'*Artemisia campestris* et l'*Eryngium campestre* comme des plantes des terrains calcaires et c'est bien en effet leur station dans le sud de la France; en Saxe elles croissent dans des terrains dont j'ai pu constater, par analyse

directe, la pauvreté en calcaire, et il me paraît en être ainsi pour bien des stations de l'Allemagne du Nord.

Tout cela nous prouve qu'en fait de propriétés physiques et de propriétés chimiques, il est impossible de nier l'influence des unes au profit des autres et que toute explication de l'influence du sol où l'on ne tient compte que de l'action physique ou de l'action chimique est par cela même fautive. Maintenant, comment agit dans chaque Flore la répartition du substratum, c'est ce que nous ne savons pas encore. Pour M. Planchon le calcaire a une action bien moins évidente dans la Flore de Montpellier que dans les flores plus septentrionales; cet auteur a cependant constaté que les roches dolomitiques avaient une végétation spéciale, caractérisée surtout par *Armeria juncea* et bien distincte de celle des roches environnantes.

Il est presque superflu de faire remarquer que la structure orographique amène la répartition des pluies et eaux de fonte des neiges, sur des points parfois très éloignés, et que partout, en dehors des grandes divisions climatologiques en régions pauvres en pluie et régions riches en pluie, il faut compter avec les climats locaux dépendant du régime hydrographique. Ces climats locaux différents s'observent parfois en des points très rapprochés les uns des autres. C'est ainsi qu'on trouve un lac dans une région sèche, des roches sur lesquelles il pleut beaucoup au voisinage de roches où les pluies sont rares, et ces climats locaux joints à la variété du substratum, constituent autant de conditions biologiques diverses. Toute région qui n'est pas absolument uniforme offre des exemples de semblables variations locales. La manière dont un sol se comporte vis-à-vis de l'eau, est bien faite pour montrer l'influence des propriétés physiques; tantôt ce sol retient l'eau, tantôt il la laisse écouler, et, tous les terrains ne se comportent pas de même quand il s'agit d'abandonner aux plantes les dernières réserves d'eau, dans les jours de sécheresse.

Des couches épaisses d'humus peuvent, parfois, masquer l'action de la roche sous jacente. C'est ainsi que des myrtilles et des aïrelles peuvent se développer sur des roches calcaires sèches, là où, sous le couvert de vieux sapins, une petite tourbière a pu s'établir. En pareil cas ce sont les qualités mêmes de l'humus, sa perméabilité et son acidité qui jouent le rôle principal, ce dont on peut juger d'après la présence ou l'absence des vers de terre. Müller a fait dans les forêts danoises des recherches fort bien conduites sur ces diverses variétés d'humus. (Voir plus haut).

Le substratum a donc une importance considérable tant au point de vue du groupement des espèces en une même station, qu'à celui de l'apparition d'espèces isolées ; et cela pour des causes très diverses. Une chose certaine c'est qu'au point de vue du choix et de la fréquence des stations le sol opère une sélection parmi les plantes d'un domaine floral (1).

### Conditions vitales créées par la coexistence d'autres organismes.

A chaque substratum correspondent, nous venons de le voir, des conditions biologiques différentes. Les êtres vivants, à leur tour, créent par leur seule présence un ensemble de conditions vitales particulières, et dont il nous faut dire un mot. L'épaisse couche d'humus formée sous les bois offre à des végétaux plus ou moins exigeants comme lumière, une station dans laquelle ces plantes seront tenues de régler leurs périodes végétatives sur les changements surveuant chez leurs puissants voisins. C'est ainsi qu'au printemps, avant la feuillaison des arbres, on voit, dans les forêts d'Allemagne, s'épanouir de nombreuses anémones et primevères qui terminent leur végétation avant qu'en été le feuillage des arbres vienne les priver de la lumière nécessaire. Au cœur de l'été, au contraire, sortent des profondeurs de l'humus les saprophytes sans chlorophylle, les champignons et quelques rares plantes phanérogames : tous ces végétaux utilisent, pour leur existence, le déchet des produits d'assimilation des arbres accumulés durant l'année précédente. Dans les forêts tropicales toujours vertes la période lumineuse du printemps ne se produit pas comme dans les forêts d'Allemagne. Aussi les

(1) Parmi les nombreux exemples que l'on pourrait donner pour montrer l'influence du terrain sur la végétation, il en est peu d'aussi instructifs que le suivant :

M. de Saint-Venant avait remarqué dans la forêt d'Orléans dont la flore est franchement silicicole, une colonie de végétaux habituellement calcicoles (*Cornus mas*, *Rhamnus* etc.) disposés en une bande rectiligne de largeur constante, sur une longueur de plusieurs kilomètres.

Soupçonnant que cette anomalie devait se rapporter à l'existence d'une ancienne route, M. de Saint-Venant fit opérer des fouilles en divers points, et l'on trouva, à des profondeurs variables, des pierres calcaires disposées par lits réguliers pour l'établissement d'une voie romaine dont les arbustes calcicoles avaient exactement jalonné le tracé. — *O. J. Richard*, note au sujet des voies romaines. Bull. Soc. des Antiquaires de l'Ouest. Poitiers 1891.

(Trad.).

plantes ayant besoin de lumière y manquent-elles; en revanche de nombreux épiphytes habitent les sommets des arbres où, privés de l'apport d'eau que fait la terre aux autres plantes, ils sont obligés de remédier à cette nécessité par une adaptation spéciale. Tous les parasites sont cantonnés, cela va sans dire, dans les limites de leurs hôtes; mais ils ont une certaine indépendance vis-à-vis de leurs périodes biologiques. Les marais et les prairies nous offrent d'autres exemples de la dépendance dans laquelle se trouvent un grand nombre de plantes vis-à-vis des plantes voisines. Bon nombre de plantes de ces stations en acceptent difficilement d'autres, protégées qu'elles sont dans le marais par les mousses aquatiques, dans la prairie par une herbe épaisse. Il leur faut aussi se faire aux périodes végétatives de ces mousses et de ces herbes, profiter des périodes de lumière, croître en même temps que les mousses et pouvoir supporter les longues températures basses résultant de l'humidité du sol.

Il est d'autres conditions biologiques créées par les animaux qui ont un rôle actif, soit dans la fécondation, soit dans la dissémination des fruits et des graines. Les plantes dont la fécondation se fait par l'intermédiaire des insectes doivent nécessairement épanouir leurs fleurs au temps où volent ces animaux, et ces fleurs doivent être brillantes. Les recherches de M. Johow sur ce point (voir *Jahrb. d. Kgl. Botan. Gartens u. Museum Berlin*, 1884, t. III, p. 47-68 et *G. J. Tome XI*, p. 108) sont d'une grande importance biologique. Laissant de côté la question morphologique, cet auteur ne s'occupe que de l'effet produit sur l'œil par la masse des fleurs qui contribuent souvent à donner à un paysage un caractère particulier. La grandeur des fleurs des petites plantes arctiques et subarctiques a été depuis longtemps rapprochée de la rareté des insectes dans ces contrées; de même, M. Wallace voit un rapport entre la petitesse relative des fleurs et leurs dispositions, dans les grands arbres des tropiques, et les mœurs toutes différentes des insectes de ces régions, toutes choses sur lesquelles nous reviendrons dans la quatrième partie de ce livre. De même pour les plantes de la Nouvelle-Zélande on a signalé des rapports entre l'ensemble des dispositions de l'appareil floral rendant la fleur plus voyante (*Schauapparat*) et certains caractères spéciaux aux insectes indigènes.

D'autre part la dissémination des plantes se fait de bien

des manières ; tantôt leurs graines sont munies de crochets, tantôt, ingérées avec les fruits, elles sont emportées par les animaux frugivores ; ailleurs elles se fixent sur la toison des mammifères vivant en troupeaux, ou bien (plantes aquatiques) des fragments de la plante s'attachent au plumage des oiseaux. Tous ces animaux ont donc une influence marquée sur la distribution géographique et jouent un rôle dans les migrations des plantes. Les plantes grimpantes pourvues d'organes de fixation sont, en partie, celles qui se transportent le plus facilement, comme l'ont montré les recherches de M. Huth qui a étudié récemment ces dispositions biologiques.

Ainsi, les êtres vivants apportent aux conditions organiques préexistantes une complication nouvelle, et, concurremment avec les actions périodiques résultant des climats, des causes locales et occasionnelles viennent parfois troubler les conditions biologiques fondamentales ; toutefois, il est rare que les facteurs ayant un caractère général soient profondément influencés, et les changements, quand ils surviennent, n'apparaissent qu'avec une extrême lenteur.

### III. — Variétés biologiques d'organisation déterminées par les agents géographiques et topographiques.

Les causes multiples et connexes dont il a été question dans ce qui précède déterminent la formation de facies végétatifs dont les traits principaux sont dûs aux actions périodiques, les traits secondaires aux différences de stations. Dans l'Europe centrale, l'effet du printemps se fait sentir presque simultanément dans les contrées couvertes et découvertes, dans les forêts et les prairies, les landes et les marécages ; partout la vie végétative se manifeste au même moment, et seules quelques stations isolées se montrent en avance ou en retard. Par contre, dans les étangs, les marais, les prairies et les forêts de districts très secs et ensoleillés, ou bien dans les gorges humides, on constate une différence notable qui se traduit par une végétation très différente. La structure d'une plante correspond à la fois à un ensemble de caractères d'hérédité, et à un autre ensemble de caractères d'adaptation, ce dernier variable avec l'humidité,

la lumière, l'exposition au soleil et la nature du sol. Les phénomènes périodiques dont cette plante est le siège sont réglés par les phénomènes de croissance, de nutrition et de reproduction. Si, abstraction faite de toute considération morphologique, on envisage les plantes de tous les pays d'après leurs modalités de croissance et leur adaptation aux conditions extérieures, on arrive à l'idée des *formes de végétation*. Si maintenant on cherche à diviser la surface terrestre d'après le mode de répartition des mêmes formes de végétation, ayant mêmes périodes végétatives, on est conduit à l'idée des *zones de végétation*. Ce sont deux manières d'exprimer, exactement, et en dehors de toute idée morphologique, les rapports des agents extérieurs et de la vie végétale.

### Formes de végétation.

C'est au point de vue biologique seul qu'il nous faut considérer les formes de végétation, et la place des plantes dans le système naturel, leur nom scientifique, n'ont pas à nous préoccuper. On se trouve nécessairement conduit à réunir les formes de végétation semblables, et à établir des *classes de végétation*, c'est-à-dire qu'on arrive à un système ayant la biologie pour base. Sans doute, ce système ne présente pas l'unité du système morphologique dit naturel, car les particularités de chaque forme de végétation peuvent être très différemment appréciées, comme le montre la littérature botanique. On pourrait diviser les plantes en plantes aquatiques et plantes terrestres, ou bien en plantes à chlorophylle et plantes sans chlorophylle; on pourrait encore faire le partage en plantes vivant à la lumière et plantes vivant à l'ombre, ou bien encore, établir la division d'après la structure de l'épiderme considéré au point de vue de la fonction de transpiration. Il y aurait bien des points de vue importants auxquels on pourrait se placer; par exemple, les formes extérieures des fleurs dans leurs rapports avec la pollinisation, suivant que celle-ci s'effectue par l'entremise du vent ou à l'aide des insectes, et ces différents points de vue pourraient être combinés avec les précédents. Cependant, même ici, on peut en quelque sorte établir un système sur une base naturelle, car le simple bon sens a exprimé par des dénominations

tions spéciales, appliquées à certains végétaux, la somme des propriétés biologiques correspondant à ces végétaux ; ce sont les classes de végétation naturelles. Voici, par exemple, les termes d'arbre et de plante herbacée : le premier correspond à un végétal à tige ligneuse, représentant un grand appareil pour la conduction de l'eau, puissamment protégé contre la sécheresse et la gelée, le second indique un végétal à tige herbacée qui, à chaque période végétative, rejette la terre qui le recouvrait durant la période de repos. Ces deux termes représentent les deux plus grandes classes de végétation, embrassant chacune un nombre considérable de plantes, différentes sans doute au point de vue systématique, aussi bien que par leur aspect extérieur, mais manifestant de façons identiques leur activité vitale, et dont les formes de végétation, c'est là l'important, accusent des différences au point de vue des grandes périodes climatiques, permettant ainsi de reconnaître à la surface du globe des zones de végétation. A ces deux grandes classes de végétation de Phanérogames vivaces sont opposées les plantes annuelles, qui meurent après avoir formé leurs organes reproducteurs au bout d'une période végétative, et qui sont limitées à certains climats.

Il est inutile de nous étendre longuement ici sur les différences séparant les principales classes de végétation (le lecteur trouvera à ce sujet des développements dans le *Traité de Botanique* de Schenk, Vol. III, 2<sup>e</sup> Partie, p. 486-489 et dans le *Manuel du voyageur* de Neumayr (*Handbuch für Reisende*, Tome II, p. 155). Aussi bien, nous n'énumérerons pas les principaux types de végétation importants à connaître au point de vue des faciès végétatifs. Ce sujet sera traité avec le détail qu'il comporte dans la quatrième partie de ce manuel ; nous nous bornerons pour l'instant à quelques mots sur les classes de végétation.

La majeure partie des végétaux ligneux qui couvrent la surface du globe se divisent en deux classes passant graduellement de l'une à l'autre (comme c'est le cas pour la plupart des classes biologiques) ; celle des *arbres* et celles des *arbrisseaux*. Dans chacune d'elles, nous distinguerons deux sections suivant que les feuilles sont caduques ou persistantes, ce qui dépend, nous l'avons dit, des influences climatiques. Les arbres à feuilles caduques ont d'ordinaire une couronne ramifiée, et ces ramifications portent de nombreux bourgeons développant de nouvelles feuilles à chaque période végétative. Selon que l'entrée dans la

période végétative est produite par l'élévation de température ou par l'arrivée des pluies, les arbres se rangeront en deux sections : les *arbres à feuillaison estivale* et les *arbres à feuillaison* correspondant à l'arrivée des pluies. Les arbres à *feuilles persistantes* peuvent se diviser en deux catégories, les arbres à *tige simple* et les arbres à *tige ramifiée*. Les premiers sont caractérisés par un tronc (*stipe*) n'émettant pas de branches ou n'en donnant que rarement auquel cas elles sont, comme le tronc principal, terminés par une couronne de larges feuilles (*Schopfbaum*) ; les seconds, au contraire, ont une ramification plus ou moins abondante et un grand nombre de feuilles (*Wipfelbaum*). Les mêmes idées sont applicables à la subdivision des arbrisseaux.

Les classes des *lianes* et des *palétuviers*, limitées presque exclusivement aux régions tropicales, renferment des formes biologiques de végétation très particulières, spécialement adaptées aux conditions de vie dans les forêts vierges très chaudes, et sur les côtes maritimes.

Les plantes des classes dont il vient d'être question possèdent des feuilles caduques ou persistantes ; mais il y a aussi des plantes ligneuses aphyllées, que la sécheresse du climat ou de la station spéciale qu'elles occupent contraint à localiser à la tige et à ses ramifications la fonction assimilatrice. En pareils cas, les tiges et les branches, armées le plus souvent d'épines remplaçant les feuilles, sont charnues comme dans les Cactées et de nombreuses Euphorbiacées. C'est ce qu'on appelle des plantes à tiges succulentes (*plantes grasses*). Ailleurs, les ramifications grêles ne tardent pas à perdre les feuilles développées dès le début de la période végétative, et en demeurent ainsi dépourvues tant que dure cette période. C'est la catégorie des *arbustes aphyllés* à laquelle il faut joindre de nombreux arbustes épineux des climats secs subtropicaux.

Aux végétaux à tiges succulentes se rattachent, par bien des particularités de leur organisation, les plantes à *feuilles succulentes*, à tige si courtes qu'elles les font souvent exclure de la catégorie des plantes ligneuses ; par contre, leurs feuilles atteignent parfois, comme dans les *Agave*, de grandes dimensions, et, grâce à leur structure charnue et à un épiderme spécialement disposé pour les protéger contre l'évaporation, ces feuilles persistent durant les périodes de sécheresse.

Nous trouvons maintenant deux points de transition entre les plantes ligneuses proprement dites, et les plantes herbacées.

Ce sont d'abord des *sous-arbrisseaux*, dont les branches ne durent que quelques périodes végétatives, pour être remplacées ensuite par de nouvelles pousses issues de la base de la tige ; la bruyère et le myrtille nous offrent des exemples de ces arbrisseaux très bas à feuillage persistant ou caduque (1). Viennent ensuite les plantes à *rosette foliaire terminale*, comprenant des plantes vivaces pendant un certain nombre d'années, et qui ont, comme le bananier (*Musa*), une tige herbacée recouverte d'une gaine de feuilles, et ressemblant par leur taille à de petits arbres, ou bien, comme certaines Fougères, possédant une rosette foliaire portée sur une tige courte et nue.

Les *Epiphytes*, qui se développent sur les autres plantes, et, en particulier, sur les arbres, ne demandent à leurs hôtes qu'une place où se fixer, de l'eau de pluie, et la poussière de leur écorce. Ce groupe, très bien étudié par M. Schimper (2), au point de vue de son mode de nutrition, est largement représenté dans les régions tropicales. Nous en parlerons avec quelques détails dans la quatrième partie, à propos des formations forestières de ces régions.

Puis, viennent les plantes herbacées aquatiques : d'abord les plantes marines représentées surtout par des Algues et des Monocotylédones ; ensuite les plantes des eaux douces, tantôt flottant à la surface au moyen d'organes de natation, tantôt submergées, et alors fixées au fond. Les plantes terrestres se répartissent en herbes vivaces, plantes suffrutescentes, herbes

(1) Je dois dire qu'aujourd'hui, conformément à l'observation de M. Warming, le choix de la callune et de la myrtille comme exemple de sous-arbrisseaux, ne me paraît pas heureux ; aussi vais-je essayer de préciser l'emploi des termes. — Dans les véritables sous-arbrisseaux qui constituent les plantes suffrutescentes proprement dites (*suffrutices*) les rameaux florifères meurent après la maturation des fruits ; l'année suivante leur tige courte et aérienne développe de nouvelles pousses. Tels sont dans la flore européenne les *Ruta* et *Helianthemum*. A mon sens, les sous-arbrisseaux (*suffrutices*) tiennent la tête de la série des arbustes à axes aériens persistants, tandis que dans les plantes fruticuleuses (*fruticulati*) auxquelles appartiennent les *Calluna* et *Myrtillus* le même axe porte plusieurs générations de fleurs, et par conséquent ne meurt qu'après un certain nombre d'années. Je rattacherai aux plantes suffrutescentes (*suffrutices*) ces plantes pérennantes par le moyen d'une souche ligneuse comme le *Dryas* et l'*Empetrum*, à côté desquelles on pourrait placer celles formant des gazons cespiteux comme le *Dianthus cæsius*, le *Silene acaulis*, le *Saxifraga cæspitosa* et autres espèces du même genre. Il faudra nécessairement, en floristique biologique, tenir plus de compte qu'on ne l'a fait jusqu'ici des différentes manières dont la plante assure sa pérennité.

(Note de l'auteur).

(2) *Botan. Centralblatt* XVII. 492 (1884) et aussi *Botan. Mittheilungen aus den Tropen*, I.

bisannuelles ou annuelles. Chez toutes ces plantes, la transpiration de la feuille est bien diminuée, grâce à la structure de leur épiderme. La classe des plantes herbacées est remarquable par la grande variété des dispositions protectrices leur permettant de traverser les périodes de froid ou de sécheresse. Beaucoup portent des feuilles aériennes persistantes, et se rattachent ainsi aux plantes grasses, mais la plupart ont des feuilles caduques et des bourgeons hibernants(1); ailleurs encore, la tige souterraine ou les feuilles inférieures qui l'entourent, sont le siège d'accumulation de réserves qui en font en quelques sorte une plante grasse, mais à organes souterrains : ce sont les formes biologiques des *tiges tuberculeuses* et des *bulbes écailleux*.

Ces dernières montrent nettement l'influence du climat et de la station, car elles abondent dans les régions à courte période végétative, et où une protection active et prolongée contre la sécheresse devient nécessaire. Ces deux points, persistance et adaptation des organes nutritifs assimilateurs (feuilles) à la période végétative et aux divers degrés d'humidité de l'atmosphère, peuvent être pris pour base d'une division biologique de la plupart des autres formes végétales herbacées, y compris les Graminées. C'est seulement sous ce rapport qu'il y a une différence, au double point de vue géographique et biologique, entre les herbes vivaces et les herbes annuelles, car ces dernières manquent presque complètement aux climats arctiques, et dans les climats secs elles peuvent sans peine profiter du seul moment quelque peu propice à l'accumulation de l'eau dont elles ont besoin. Il en est autrement des herbes vivaces et des arbrisseaux à période végétative moins brève ; leur organisation est bien différente suivant la manière dont sont protégés leurs bourgeons, en hiver, contre le froid, leurs feuilles, en été, contre une transpiration trop active. Sous ce rapport, nous trouvons dans les climats secs subtropicaux, où dominent les plantes que A. de Candolle a nommées *xérophiles* (Chap. III), huit dispositions protectrices convenant aussi bien aux herbes qu'aux végétaux ligneux. Ce sont :

(1) Dans une de ses remarquables études sur la Morphologie des organes vivaces, M. Warming a appelé *Kraftknospe* ces bourgeons écailleux de remplacement qui se montrent sur les axes souterrains des plantes herbacées ; voir Warming, *Ueber Sprossbau, Ueberwinterung, und Verjüngung*. *Botan. Jahrb. f. Systematik*, etc. Tome V. (1884). Litt. Ber. p. 56-67, le mémoire original a été publié en danois.  
(Note de l'auteur).

1° La *petitesse* des jeunes feuilles qui *tombent très vite* ne traversant jamais la période de sécheresse, disposition souvent associée au développement d'*épinés* sur les branches.

2° Les feuilles ou les tiges aphyllés sont *succulentes*. L'épaississement et la tuberculisation des tiges n'est qu'une variété de cette adaptation. Une Dioscoréacée, le *Testudinaria elephantipes*, avec ses pousses dormantes cachées sous une écorce subérifiée, où elles trouvent l'eau nécessaire, nous offre un des types de cette disposition.

3° Les feuilles sont couvertes de *poils* et l'épiderme est fortement épaissi.

4° Les feuilles, les tiges et les branches sont le siège de sécrétions particulières, d'un dépôt de *cire* et surtout d'un dépôt de *verniss*. M. Volkens a bien mis en lumière, dans un mémoire récent (*Berichte d. deutsch. bot. Ges.* 1890, p. 120), ces dernières particularités d'organisation et montré que la sécrétion résineuse est produite par des poils, ou par de jeunes stipules, ou bien encore localisée sous l'épiderme.

5° Les feuilles et les tiges produisent une huile *éthérée* ou du mucilage.

6° Les stomates sont situées au fond de cryptes pilifères ou munies d'écaillés, etc., *disposition éminemment protectrice*.

7° La feuille, longue et mince, *replie ses bords l'un contre l'autre*. Cette disposition, fréquente chez les graminées, caractérise surtout les graminées des steppes vis-à-vis de celles des prairies.

M. Tschirch, auquel on doit, à ce sujet, de soigneuses observations, considère ce dispositif de plissement et d'enroulement de la feuille des graminées des steppes, comme très favorable, la protection contre la sécheresse. Étant donné, dit-il, que la plupart de ces plantes surtout celles des sables ne portent de stomates que sur les bords de leurs gouttières longitudinales, et que les faces externes sont recouvertes d'un épais anneau de cellules scléreuses, l'occlusion de ces gouttières longitudinales, ou l'enroulement de la feuille interrompt presque complètement la communication entre l'atmosphère interne de la plante, saturée de vapeur d'eau et l'air extérieur, résultat assuré encore par ce fait que les gouttières et les portions prismatiques de tissus qui les séparent sont recouvertes d'un épais feutrage de poils, qui, lors de la fermeture, s'engrèneent les uns dans les autres.

8° La plante contient des sels et donne une sécrétion saline (voir plus haut, p. 22).

Dans cette adaptation à la vie dans les stations sèches, comme dans l'adaptation contraire, se révèle constamment une relation nette, et chaque jour mieux connue, *entre la structure et la fonction des organes*. Mais la fonction dépendant des conditions extérieures, c'est sur cette base qu'il nous faut établir les différents groupes biologiques de formes végétales.

Aux plantes herbacées se rattachent les *Mousses* et les *Lichens*, dont le système morphologique correspond, jusqu'à un certain point, au système biologique, et, caractérisés, les premiers par des feuilles vertes non protégées contre la dessiccation, les seconds comme thallophytes. Enfin les *champignons* constituent la majeure partie de la classe des parasites ou saprophytes, les phanérogames parasites ou saprophytes pouvant être rattachées aux plantes vivaces ou même aux végétaux ligneux à titre de formes spéciales de végétation.

Ainsi, se trouve réalisée une division des formes végétales, qui demeure, sauf des cas imprévus, indépendante de la place des plantes dans le système. La périodicité et les conditions de station n'ont rien à voir avec la systématique, mais seulement avec les formes biologiques de végétation. Un grand nombre de classes de végétation sont liées, en tout ou en grande partie, à des zones climatiques déterminées du globe, mais les formes à organisation spéciale sont presque toujours étroitement liées aux limites d'une certaine zone.

La nécessité d'affranchir les formes biologiques fondamentales du système morphologique, malgré l'importance de conditions secondaires résultant de l'hérédité, a été depuis longtemps reconnue, et Humboldt, Grisebach, de même que M. Reiter (dans son mémoire sur la Physiognomique végétale 1885 (1), s'y sont conformés dans leurs ouvrages. Toutefois les essais de dénomination des formes spéciales par des noms spéciaux, n'ont pas été heureux faute aux auteurs d'avoir suffisamment accentué la note biologique qui doit être dominante. Il reste encore à savoir ce qu'il y a de plus important dans les relations de la structure et de la fonction, relations qui doivent servir à délimiter les classes de végétation. Peut-être la survie des organes et leurs moyens de protections pendant la période de repos doivent-ils être pris comme base de cette classification.

(1) *Consolidation des Physiognomik als Versuch einer Ökologie der Gewächse*. Graz.

### Les zones de la végétation du globe.

Les périodicités biologiques dont il vient d'être question, permettent de diviser la surface du globe en zones de végétation.

Tout indépendantes qu'elles soient des zones de la météorologie, lesquelles sont établies d'après les climats, on doit cependant les étudier comparativement avec ces dernières pour arriver à une appréciation exacte des effets des différents acteurs sur les traits généraux de la végétation du globe.

*Par zone de végétation, nous entendons la partie de la surface terrestre occupée par des formes végétaives analogues, caractérisées par des périodes d'activité égales et présentant mêmes adaptations et mêmes dispositions protectrices.*

C'est la biologie, et non la systématique, qui devra nous servir le guide dans le groupement de ces formes végétaives. Nous mettrons, par exemple, le mélèze qui perd ses feuilles à la fin de l'automne, dans la catégorie des arbres à feuilles caduques des régions septentrionales. Nous devons séparer, bien que tous deux soient des Conifères, les Sapins de l'hémisphère nord, qui, malgré leurs aiguilles toujours vertes, cessent de végéter durant les froids de l'hiver, des Araucarias habitant les contrées plus chaudes, et qui ne supportent pas le froid. Par contre, le mode de végétation des Palmiers arborescents nous les fera rapprocher des Vauquois (*Pandanus*) au point de vue systématique.

Toutes les classes de végétation ne sont pas également propres à montrer les relations du climat et de la périodicité. Si donc, nous voulons mettre en avant les classes principales, encore que la périodicité se manifeste aussi nettement dans les classes secondaires, nous trouvons d'abord les arbres, qui, d'après les grands traits de leur végétation, vont nous fournir de bons caractères. Après les arbres, il nous faudra étudier d'autres classes, parfois limitées à des zones spéciales, comme les palétuviers, les lianes, les épiphytes, les plantes à tige ou à feuilles succulentes, les arbustes épineux, les plantes herbacées arctiques, et les plantes xérophiies.

Il semble que les arbres, et aussi presque à coup sûr, les arbrisseaux à grand développement ne puissent vivre dans certaines régions de la terre, par suite de températures basses continues, de sécheresse trop prolongée, ou eu raison de l'impossibilité pour eux de trouver dans l'atmosphère l'eau néces-

saire à leur entretien. Les régions à végétation arborescente se partagent comme il suit : celles où il n'y a que des arbres, au sens morphologique du mot, celles où l'on trouve à la fois des arbres à tige simple et des arbres à tige ramifiée. Dans certaines régions, la feuillaison des arbres à feuilles caduques, est produite par une augmentation de lumière et une élévation de température ; dans d'autres, ce phénomène est en rapport avec les pluies et ce mode de division, *d'après la période d'activité, et les dispositions organiques correspondant à cette période*, adopté ici pour les arbres, est également applicable à toutes les formes de végétation. On saisit ainsi des relations particulièrement intéressantes entre la structure interne et les influences extérieures. L'exploration de ce vaste champ de recherches ne peut manquer de donner une grande extension à la partie géographique de la botanique. Cette étude révèle d'importantes dispositions biologiques, semblables chez des plantes très diverses, qui n'ont d'autre point commun que d'appartenir au même climat, par conséquent à la même zone, dont elles ne dépassent les limites qu'à la faveur d'influences locales particulières.

Dans la carte n° 46 de l'*Atlas physique de Berghaus*, ayant pour titre *Zones de végétation du Globe*, on a cherché à indiquer les limites des zones de végétation, au seul point de vue biologique, c'est-à-dire, d'après l'ensemble des périodes végétatives et d'après les conditions de croissance qu'elles entraînent (1). D'autre part, la carte en couleur publiée par M. Engler dans le second volume de son *Histoire du développement des Flores (Entwicklung d. Florenge.)*, répond au même but. Nous avons cherché, dans ce Manuel, à figurer sur une carte les données climatologiques fondamentales de façon à rapprocher autant que possible les effets, c'est-à-dire les conditions biologiques essentielles qui se résument dans les zones de végétation, de leurs causes déterminantes. Si l'on compare cette carte avec celle de l'*Atlas physique*, on verra que si

(1) Une autre carte répondant au même but a été récemment publiée par M. Welsch, professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Poitiers (voir *Annales de Géographie*, n° 8, 15 Juillet 1893). L'auteur ne reconnaît que huit régions, car en France on n'a pas encore fait de distinction entre les régions florales et les zones de végétations. Pour les régions des forêts boréales et australes, M. Welsch réunit les forêts montagneuses de l'Australie et de la Nouvelle-Zélande avec celles de Sibérie, du Canada et d'Europe, ce qui est inadmissible. A part cela et quelques autres réunions un peu forcées, cette carte concorde assez bien avec le mode de représentation adopté dans l'*Atlas physique* de Berghaus.

(Note de l'auteur).

les zones climatologiques ne correspondent pas toujours aux zones de végétation, il en est cependant ainsi dans la majorité des cas, et que les anomalies proviennent en grande partie de l'exagération de certaines données, presque inévitable quand il faut tenir compte de deux choses à la fois, et aussi de ce qu'on néglige certains phénomènes connexes, anomalies dont une étude spéciale donnerait l'explication.

Les trois facteurs principaux de la périodicité, la lumière, la chaleur et l'humidité, sont représentés sur la carte dans leur action commune; les cercles de latitude figurent la quantité de lumière variable avec les saisons, et on ne saurait l'évaluer autrement. Ces degrés de latitude représentent, il est vrai, la lumière totale, abstraction faite de celle qui est arrêtée par les nuages. Les zones de chaleur sont, sans aucun changement, celles établies par M. Köppen dans son mémoire original (1), p. 98. Quant aux précipitations atmosphériques, qui peuvent jusqu'à un certain point servir à évaluer le degré d'humidité de l'air, elles ont été l'objet d'une notation particulière.

Il nous faut d'abord nous familiariser avec les zones de chaleur telles que M. Köppen les a établies, car elles cadrent mieux qu'aucune autre description thermographique avec l'ensemble des recherches concernant la distribution géographique des plantes à la surface du globe, dans leurs rapports avec le climat. Il est à souhaiter qu'une étude ultérieure de ces questions et la connaissance de régions encore inexplorées permettent d'apporter une précision plus grande dans la délimitation de ces zones.

La supériorité du principe d'après lequel la répartition des zones de chaleur a été faite dans la carte de M. Köppen, nous a engagé à suivre cette carte pour établir sur chaque continent les Régions Florales dont il sera question dans le prochain chapitre, et dont les limites particulières n'ont pas besoin d'être précisées quant à présent; en outre nous avons tenu compte des limites des xérophytes.

L'étude corrélatrice des limites de température et des zones va nous permettre de montrer, par quelques exemples, l'importance de la carte de M. Köppen. La limite septentrionale des arbres, qui sépare la première zone de végétation de la

(1) Köppen, *Die Wärmezonen der Erde, nach der Dauer der heissen, gemässigten und kalten Zeit und nach der Wirkung der Wärme auf die organische Welt betrachtet*. Meteorol. Zeitschrift. 1884, Tome II, 215, avec carte.

seconde, dépendant essentiellement de la chaleur, correspond sensiblement à l'isotherme de juillet de  $10^{\circ}$  ; si bien que dans les régions où cet isotherme s'infléchit vers le nord, on note quelque amélioration résultant du déplacement de l'isotherme annuel de  $0^{\circ}$ . En pareil cas nous pouvons constater l'influence favorable d'une moyenne relativement basse, car la coïncidence entre la limite des arbres et l'isotherme de  $10^{\circ}$  n'est pas fortuite ; mais ailleurs des extrêmes comparables n'ont pas le même résultat. Voici, par exemple, l'isotherme de juillet de  $30^{\circ}$  : les régions qu'il embrasse ne sont pas celles où la végétation tropicale atteint son maximum de développement, mais bien des déserts brûlants.

D'autre part, les isothermes de janvier de  $-20^{\circ}$  et de  $-40^{\circ}$  traversent des régions septentrionales boisées, aussi bien que l'isotherme de  $0^{\circ}$ . Les cartes de température montrent que l'isotherme de juillet de  $+20^{\circ}$  passe par Iakoutsk, Paris et la région des grands lacs américains, toutes contrées appartenant sans doute à la même zone de végétation, mais jouissant de conditions secondaires bien différentes et différemment entourées ; par conséquent, l'isotherme de juillet de  $+10^{\circ}$  a déjà perdu de son influence prépondérante à la hauteur de l'isotherme de  $20^{\circ}$ , car il faut tenir compte des froids de l'hiver qui viennent changer la moyenne annuelle, et il n'est pas du tout indifférent qu'une station comme Paris se trouve sur l'isotherme de janvier de  $0^{\circ}$ , au lieu d'être, comme Iakoutsk, sur l'isotherme de janvier de  $-40^{\circ}$ . Nous voyons de même les zones de végétation tropicales, dépendant, bien plus que les zones boréale ou australe, de la moyenne de température de l'année, rester en grande partie comprises dans les limites des isothermes annuels de  $24^{\circ}$ . D'une part, l'abaissement à  $20^{\circ}$  de cette moyenne annuelle n'exclut pas encore la végétation tropicale, comme on peut le voir dans le sud du Brésil, et d'autre part, une élévation de cette moyenne est plutôt favorable à l'établissement de déserts qu'au développement de la flore tropicale (Khartoum et Tombouctou appartiennent à une zone où la moyenne annuelle dépasse  $30^{\circ}$  C.) Par contre, nous voyons dans la zone de végétation tropicale la différence entre les températures extrêmes devenir faible. L'isotherme de  $20^{\circ}$  en janvier suit une marche qui n'est pas très éloignée de celle de l'isotherme de  $20^{\circ}$  en juillet. C'est donc l'uniformité de température, plutôt qu'une chaleur excessive mais de peu de durée, qui caractérise ces régions.

Les lignes d'égaies oscillations de température de 5° entre juillet et janvier, oscillations annuelles très faibles, se trouvent comprises dans le domaine de la végétation tropicale.

Ces phénomènes seraient bien plus frappants encore si au lieu de nous en tenir aux moyennes mensuelles nous prenions comme comparaison les moyennes des températures les plus basses à l'ombre, ou les moyennes des températures les plus élevées au soleil ; mais les observations nécessaires à cette comparaison font défaut pour la plupart des contrées. Nous voyons donc que même en nous tenant au mode de représentation le plus simple, celui des moyennes de températures à l'ombre, ce sont des combinaisons de températures annuelles très-diverses qui concourent à la formation des zones de végétation ; tantôt les températures les plus élevées, tantôt les plus basses, tantôt les températures moyennes ; ailleurs de grands ou de petits écarts au-dessus ou au-dessous de la moyenne. Il s'ensuit que les zones de températures basées comme celles de M. Supan (*Geogr. Mittheil* 1879, p. 349, T. XVIII) sur une simple moyenne, malgré tout l'intérêt météorologique qu'elles présentent, sont peu applicables au but spécial que nous poursuivons. Ce qu'il faut pour apprécier exactement la valeur des indications thermométriques qui ont un sens différent suivant les régions et les zones de végétation, pour que ces zones de végétation représentent effectivement ce qu'on pourrait appeler des « zones de chaleur organique » ayant un caractère net et un sens précis, ce qu'il faut, disons-nous, c'est faire entrer en ligne de compte non-seulement les simples moyennes, mais la combinaison de toutes les moyennes de l'année.

Partant de ce point, que les phénomènes de végétation des différentes plantes sont liés à des minima de température différents, qu'en outre, nous l'avons vu, des sommes de températures jouent un rôle important, en ce sens que l'accumulation de force vive organique doit se faire dans des limites de temps déterminées, M. Köppen a distingué des zones de chaleur terrestres suivant la durée des périodes chaudes, tempérées, ou froides, et d'après l'action de la chaleur sur les êtres vivants ». Ces périodes sont celles durant lesquelles la température ne dépasse pas certaines limites inférieures. Cette limite est toujours quelque peu artificielle, cependant, la comparaison des températures supérieures et moyennes d'une région donnée, conduit à trouver assez exactement celles qui sont déterminantes du

développement des principales formes végétatives. Par exemple une température de 10° soutenue pendant un mois est le minimum nécessaire à la vie d'un arbre. On a pris de même comme moyenne estivale mensuelle les températures voisines de 20° C.

M. Köppen distingue de part et d'autre de l'équateur 7 zones de chaleur :

1. La *zone tropicale*, comprenant les contrées ayant une moyenne mensuelle d'au moins 20° C; elle est caractérisée par de fortes chaleurs régulières avec de minimes oscillations annuelles. Ce sont les pluies qui y déterminent la périodicité.

2. Les deux *zones extratropicales*. Dans ces régions la température s'abaisse au-dessous de 20° C pendant un mois au minimum, huit mois au maximum, et pendant quatre mois au moins le soleil est dans toute sa force. Ces zones sont susceptibles de deux à trois subdivisions, indiquées sur notre carte par un trait rouge ou bleu d'après la durée de la saison moins chaude, comprenant plus ou moins de quatre mois, et d'après la valeur de l'abaissement de température du mois le plus froid jusqu'à 10° ou au-dessous, auquel cas on se rapproche de la zone tempérée.

3-5. Les zones 3, 4 et 5 contrastent avec les zones tropicales par leur climat *tempéré*. Les températures chaudes (+ 20°) durent au maximum 4 mois et ne se présentent plus dans les régions nord de la zone, tandis que les températures de 10° à 20°, proprement dites tempérées, ont une durée minima de 4 mois (confins nord de la cinquième zone), le plus souvent une durée de 6 mois; pendant 8 mois au plus la température tombe au-dessous de 10° degrés. Ces trois zones très connexes, et à limites respectives peu nettes, se subdivisent selon que les températures torrides des zones tropicales s'y manifestent encore pendant quelques mois, ou, au contraire, que les températures inférieures à 10°, se soutenant durant plusieurs mois, les rattachent aux climats froids. Sur les océans et en quelques points des continents, on considère comme zone constamment tempérée celle dans laquelle, à aucune époque, la moyenne mensuelle ne s'élève au-dessus de 20° C, ni ne s'abaisse au-dessous de 10°. Cette troisième zone *constamment tempérée*, de même que la quatrième à *étés chauds*, se correspondent l'une à l'autre, tandis que la cinquième, plus septentrionale, fait suite aux deux précédentes. L'isotherme de 10° du mois le plus froid, marque la limite des zones 3 et 5, tandis que l'isotherme 22° du mois le plus chaud sépare les zones 4 et 5. M. Köppen préfère prendre comme limite cet isotherme, plutôt que l'isotherme 20°. Cet isotherme de 20° semble devoir être préféré comme limite à celui de 20°, car autrement la quatrième zone s'étendrait beaucoup trop au nord. Ajoutons que dans les cartes publiées par d'autres auteurs, l'isotherme 22° pour juillet, remonte beaucoup plus vers le nord que ne le figure M. Köppen.

6. La *zone froide*, moins développée dans l'hémisphère boréal que dans l'hémisphère austral, est caractérisée par 4 mois au maximum,

1 mois au minimum de température supérieure ou au moins égale à 10°. Elle est limitée au nord par l'isotherme de + 10° pour juillet et nous avons montré combien cette limite est naturelle. Dans ces régions tous les mois sont froids, à l'exception de juillet, et leurs moyennes de températures sont basses. La limite méridionale de la région où le sol est toujours gelé, non seulement rentre dans cette zone, mais vient même en certains points à en toucher la limite sud.

Plus haut vers le nord, le sol qui conserve, l'été durant, la température moyenne de l'année, laquelle est très basse sous ces latitudes, est toujours gelé à 23<sup>m</sup> de profondeur et quelquefois plus près de la surface, sauf bien entendu dans les parties directement exposées à la radiation solaire. Malgré ces conditions la terre nourrit non seulement des forêts d'arbres élevés, mais encore des céréales.

7° La zone polaire, qui fait suite, commence de l'autre côté de l'isotherme de 10° pour le mois le plus chaud et embrasse le reste du globe. En raison du petit format de notre carte, nous n'avons pu y figurer les régions alpines, lesquelles rentrent dans cette zone. Les recherches de M. Supan, sur l'isotherme 0° pour le mois le plus chaud, offrent à ce propos le plus grand intérêt. Cet auteur a montré que dans l'hémisphère nord, même près du pôle, où la moyenne de juillet est 0°45, on n'atteint nulle part la moyenne de 0°, tandis que cette température est atteinte dans l'hémisphère austral, à la hauteur du cercle polaire. Or, comme dans ces régions on observe des phénogames, s'y maintenant pour des causes inconnues, on est bien obligé de faire pour ces contrées une zone à part, différente de la zone froide polaire.

Les météorologistes accordent de plus en plus d'importance au principe d'établissement des zones sur la durée d'une température, limite déterminée, et c'est d'après ce principe que les observations commencent à se faire en chaque point. Pour l'Europe, par exemple, M. Supan a étudié très complètement la durée de la période de gelée, de la période chaude et de la période tempérée. (*Petermann's Geogr. Mittheil.* 1887, p. 165. Gotha). Il est évident que ces travaux plus complets répondent complètement au désir des naturalistes. Si, grâce au travail de M. Supan, surtout en y ajoutant des cartes d'extrêmes de température, nous possédons pour l'Europe des données précises sur les grandes lignes de végétation dans leurs rapports avec le climat, il n'en est pas de même pour les autres pays. Les résultats directs de l'insolation, n'ont pas encore été étudiés à un point de vue général.

La répartition des précipitations atmosphériques et de l'humidité de l'air joue dans ces zones un rôle important. Sans doute ce troisième facteur n'est pas une des causes primordiales de la végétation à la surface du globe terrestre, car l'action de l'humidité sur l'organisme végétal est subordonnée à celle de la lumière et de la chaleur. La pluie et l'humidité de l'air ne sont d'aucune utilité pour des plantes au temps du

repos hivernal produit par le froid et l'absence de lumière. Il se peut que la pluie venant s'emmagasiner dans le sol agisse encore ultérieurement sur le début de la période végétative, mais c'est l'humidité de l'air qui agit au départ de la végétation. Voilà pourquoi, si la situation géographique est le grand régulateur des périodes végétatives, la pluie et l'humidité jouent un rôle très caractéristique et dont il nous faut tenir compte.

Ceci dit, il est d'un grand intérêt d'étudier la répartition des climats secs et des climats humides tant au point de vue général qu'à celui de leur action sur la végétation. D'après M. Peschel (Ausland 1866 : voir Griseb. Abhandl, p. 335), la répartition des domaines fertiles et des domaines déserts dépend, pour un continent, de la configuration même de ce continent.

La grande extension des terres fermes sur près de 160° en longitude dans l'hémisphère oriental, est favorable à l'établissement des déserts, et ceux-ci s'étendent en une bande presque continue et dirigée ouest-sud-ouest — est-nord-est, entre le 20° et le 50° parallèle, du Sahara au désert de Gobi. C'est la direction même des vents alizés : mais les vents sont d'autant plus pauvres en vapeur d'eau qu'ils soufflent plus loin de la mer, et c'est ici précisément le cas.

C'est à des circonstances semblables qu'il faut rapporter la présence des deux bandes de steppes et de déserts de l'hémisphère oriental en Afrique centrale et en Australie ; dans les deux cas la côte où les pluies sont abondantes est couverte d'une riche végétation hygrophile, tandis qu'on ne trouve qu'une région desséchée sur la côte ouest, où les pluies sont rares. C'est encore aux mêmes causes qu'il faut rapporter le développement des steppes infertiles et des déserts sud-américains, avec cette différence cependant que la forme amincie du continent vers le sud, et surtout la présence de la chaîne côtière des Andes à l'ouest, ne permet que le développement de déserts peu étendus depuis la Californie jusqu'à l'Utah, au Chili à la hauteur du Tropique du Capricorne, et dans le sud de la Patagonie.

L'humidité d'une région dépend encore, absolument et au point de vue de son mode de répartition dans la période végétative, du tapis végétal lui-même. Les plantes qui couvrent le sol se comportent différemment sous le rapport de l'évaporation de l'eau selon leur nature physiologique, la résistance qu'elles opposent au vent et l'ombre plus ou moins épaisse qu'elles

jettent sur la terre humide. On a dit des déserts du nord de l'Afrique que dans leur sable aride rien ne croît parce qu'il ne pleut pas, et qu'il ne pleut pas parce que rien n'y croît. Cela exprime bien l'action mutuelle depuis longtemps reconnue entre les agglomérations végétales et le climat, action que M. Woeikoff (*Die Klimate des Erdballs*, St-Petersbourg, 1884; *De l'influence des forêts s. l. tempér. et s. l'humidité de l'air*, 3. Congr. géog. internat., Venise 1881, Tome II) a si clairement démontrée pour la végétation forestière.

Il est certain, que, fut-il possible de donner d'un coup aux régions sans pluie un revêtement de forêts aux lieux de leurs steppes et de leurs déserts, il n'y pleuvrait pas assez pour que ces forêts se conservent, et qu'elles se dessécheraient. Il n'en est pas moins vrai que dans les contrées boisées, les forêts, par leur action régulatrice sur l'humidité, contribuent elles-mêmes à leur entretien. Dans certaines contrées, par exemple, la quantité trop faible de précipitations atmosphériques, et la succession brusque de la saison humide à la saison sèche rendraient très problématique la possibilité d'établissement d'une forêt; mais celles qui existent peuvent se conserver d'elles-mêmes, tandis que, une fois détruites, il leur est très difficile de se reconstituer même à la faveur d'arrosages artificiels, et encore leur faut-il de longues années pour arriver à ce résultat.

Cette question générale est susceptible de bien des solutions particulières dépendant des conditions climatiques de chaque contrée, et les choses ne se passent pas de même dans la zone tempérée, dans la zone tropicale ou subtropicale; en tous cas il est nécessaire de tenir compte de l'influence du tapis végétal sur les changements dans la période de températures journalières.

Si l'influence des forêts sous le climat tempéré de l'Europe centrale a été étudiée dans les stations météorologiques forestières, il n'en est pas de même pour les régions tropicales. Sur ce point nous nous en rapporterons à M. Woeikoff qui formule ainsi son opinion: « Pour ce qui est de l'influence des épaisses forêts de la zone chaude sur les pluies, je crois que les forêts, même celles occupant la plus grande superficie, sont impuissantes à amener la pluie quand les conditions climatologiques générales sont contraires à ce phénomène; par exemple, lorsque le vent est constamment descendant, c'est à dire lorsqu'il provient des régions froides et sèches de l'atmosphère, comme c'est le cas à Assam où le vent de Nord-Est domine de novembre à février. Si, au contraire, le vent

provient de régions chaudes et humides, auquel cas il est ascendant, les conditions deviennent alors favorables à la pluie, quelle que soit la couverture du sol, forêts, champs, ou steppes. *Mais les types de vents sont loin d'être toujours aussi nettement tranchés.* Il arrive souvent, par exemple près de l'équateur, que les vents sont variables ou locaux, ou bien qu'il se produit des calmes.

Dans ces conditions les forêts épaisses favorisent la pluie, en opposant au vent une résistance qui le force à s'élever; en outre, l'air ambiant des forêts est toujours humide, et ces deux conditions concourent à la condensation de vapeur. Quand la direction du vent est constante il ne doit pas pleuvoir ou très peu en l'absence de forêts. En l'absence de vent et par un temps serein, après une longue période sans pluie, le courant d'air qui s'élève au-dessus des forêts est bien plus humide qu'au-dessus des contrées découvertes où le sol est sec et la végétation fanée; ce sont donc là encore des conditions plus favorables à la pluie. Qu'en l'absence même du vent, le courant d'air ascendant puisse produire la pluie, nous en avons la preuve dans les orages qui éclatent si fréquemment, l'après-midi, dans les vallées abritées des Alpes. La précocité de la période de pluie dans les régions boisées des tropiques vient encore à l'appui de ce que nous venons de dire. »

Pour montrer l'influence des précipitations atmosphériques et leur mode de répartition dans les différentes zones de végétation, il était nécessaire de représenter comparativement sur une carte non seulement les hauteurs annuelles de pluie, mais les proportions de pluies correspondant aux périodes végétatives. C'est ce que nous avons cherché à faire dans notre carte des zones de chaleur où les pluies ont été l'objet de notations spéciales.

On a figuré par quatre cercles disposés deux à deux de part et d'autre d'un trait vertical, les quatre saisons météorologiques : Décembre-Février (en haut à gauche); Mars-Mai (en bas à gauche); Juin-Août (en haut à droite); Septembre-Novembre (en bas à droite).

Décembre-Février



Juin-Août



Mars-Mai



Septembre-Novembre



Ces cercles sont clairs quand il a plu durant la période qu'ils représentent, et que ces pluies coïncident avec la période végétative; ils sont noirs quand il n'a pas plu et que cette absence de pluie

amène un repos végétatif. Ainsi, par exemple, un cercle clair à gauche en bas et un autre à droite en haut signifient que du commencement de mars à la fin d'août il pleut dans la région considérée pendant la période végétative. Un cercle noir avec un point au centre indique une sécheresse persistante toute l'année. Nous avons adopté pour les pluies un mode de notation abrégé et conventionnel. Mais étant donné qu'une carte indiquant la répartition des zones de végétation selon les climats doit tenir également compte des trois agents lumière, chaleur, humidité et que la répartition de la lumière selon les saisons, c'est-à-dire dans ses rapports avec la chaleur, est tout indiquée par la latitude, on a dû chercher à caractériser aussi les pluies, tout au moins dans leurs conséquences. Les contrées pauvres en pluie en tous temps, ont une importance particulière en ce qu'elles établissent des barrières entre les flores environnantes. Ces régions sèches, centres naturels de développement des plantes xérophiles ou xérophytes (comme les appelle M. de Candolle), se trouvent circonscrites aux pays où la ration annuelle de pluie ne dépasse pas 20 centimètres dans l'hémisphère nord et 60 centimètres dans l'hémisphère sud. Nous avons emprunté nos données aux cartes de M. Hann, publiées dans l'*Atlas physique*. Sur notre carte ces régions, qui ont été avec intention délimitées de façon différente pour les deux hémisphères, renferment des flores très spéciales et du plus grand intérêt.

Cinq régions ont été désignées par des étoiles rouges ; ce sont : les hauts plateaux du Mexique, la côte du Pérou, le Pays des Somalis avec le sud de l'Arabie, la région sud-africaine où croît le *Welwitschia*, et enfin le domaine des Savanes de l'Australie. Ces régions qui doivent à leur situation géographique leur caractère tropical, renferment à côté de groupes très particuliers, des plantes xérophiles tropicales : *Euphorbiacées*, *Cucurbitacées*, *Apocynées*, *Légumineuses*, *Liliacées*, etc., à l'exclusion bien entendu des genres ne pouvant se passer d'une humidité régulière. Nous reviendrons dans le VII<sup>e</sup> Livre sur ces formes xérophiles.

La comparaison des cartes météorologiques générales de la pluie et de la température nous montre que c'est sous les tropiques, dans les contrées à températures élevées mais non excessives, que la précipitation annuelle de pluie atteint son maximum, dépassant 2 mètres dans certaines contrées. Des chaleurs excessives jointes à des pluies très peu abondantes amènent au contraire la formation de déserts, comme on peut s'en rendre compte par l'examen des cartes de M. Hann dans l'*Atlas physique*. C'est le cas par exemple pour la région du Grand Lac Salé, de l'Utah jusqu'au Mexique à la hauteur du tropique du cancer, où l'on observe des températures de 30° et 36° en juillet, et une ration annuelle de pluies généralement inférieure à 20

centimètres. Il en est de même pour le Sahara, l'Arabie, la Perse jusque Yarkand, où l'on peut noter, avec une température supérieure à 34° en juillet, la même moyenne pluviale. La quantité de pluie n'est pas plus forte en Asie centrale jusque vers l'Altaï et le Sajan, et cependant la température y descend en juillet au-dessous de 30°, jusqu'à 24°, et même 22° sur certains points, conditions moins propices à l'établissement de déserts. Au sud de l'Afrique, dans le Kalahari, on trouve encore cette moyenne annuelle de pluie inférieure à 20 cent. avec une moyenne de température dépassant 30° en janvier. Des conditions analogues se retrouvent encore en Australie, où, avec cette même quantité de pluie si faible, le thermomètre dépasse en janvier 32° et même 34°.

La chaleur n'atteint jamais ce degré dans l'Amérique du Sud, où le désert d'Atacama traversé par l'isotherme de 20° pour janvier, doit à la seule absence de pluies son manque de végétation.

Le grand intérêt que présente la comparaison des cartes de températures et de pluies, et en même temps le fait que, à l'époque actuelle, la lumière et la chaleur ont une marche généralement parallèle, pourrait faire croire à la possibilité de dresser des cartes de végétation basées seulement sur la température et l'humidité, ce qui serait une erreur. Si les variations annuelles de la lumière n'ont pas été figurées sur une carte, comme on l'a fait pour la chaleur et l'humidité, toute carte de végétation doit cependant tenir compte de ce facteur essentiel. Pour la même raison les zones de végétation ne doivent pas être établies d'après la seule distribution des différentes formes « thermophiles » et « hygrophiles » (par exemple d'après la distribution des xérophiles), mais bien sur *l'ensemble des phénomènes périodiques* dépendant des trois facteurs lumière, chaleur, humidité.

Ces observations générales admises, nous sommes amenés à distinguer six zones de végétation nettement tranchées, dont les limites ont été tracées sur le 46° feuille de l'*Atlas physique* de Berghaus; l'une d'elle correspond à la zone chaude tropicale située de part et d'autre de l'équateur: trois correspondent aux zones de chaleur tempérée et froide de l'hémisphère boréal; deux aux zones tempérées et froides de l'hémisphère austral. Nous les énumérerons en allant du nord au sud, réservant les détails des descriptions pour le septième livre de ce Manuel.

I. — *Zone glaciale arctique et Toundra.* — Elle commence sur le bord des solitudes circumpolaires où, à l'exception de quelques algues on ne trouve pas de végétation sauf dans les endroits non recouverts de neige.

Cette zone descend vers le sud jusqu'à la limite des arbres et est caractérisée surtout par quelques sous-arbrisseaux et plantes herbacées à courte période végétative, par des mousses et par des lichens. C'est en juillet que ces plantes atteignent tout leur développement. En raison de la très courte durée des températures supérieures à 10°, non seulement les arbres et les arbrisseaux manquent à la région, mais encore toutes les plantes bisannuelles ; parmi les plantes annuelles on ne trouve ni plantes phanérogames des eaux douces, ni plantes succulentes, ni épiphytes, ni lianes, ni plantes parasites supérieures. La durée de la période végétative est de trois mois.

Dans les hautes régions de l'hémisphère nord où, par suite de l'abaissement de la température, cette période n'est pas plus longue, alors même que la lumière est très vive, on retrouve les mêmes plantes. C'est le cas par exemple pour les hauts plateaux du Thibet dont l'altitude sur plusieurs points dépasse 5,000 mètres. Cette zone correspond assez exactement à la zone polaire septentrionale de Köppen.

II. — *Zone des conifères et des arbres à feuillaison estivale, des prairies et des marais couverts en été d'une végétation verdoyante.* — Cette zone commence au N. à la limite septentrionale des forêts et s'étend dans le Sud jusqu'aux régions où l'on voit prédominer les arbres et les arbrisseaux à tige ramifiée et à feuilles persistantes, et où, au cœur de l'été, les prairies et les landes, au lieu de se couvrir de fleurs ne montrent qu'une végétation brûlée par le soleil. Dans cette zone, le repos végétatif est amené par l'abaissement de la température en hiver, saison durant laquelle le sol est, plus ou moins longtemps, couvert de neige. La durée de la période végétative est de 3 à 7 mois et la végétation est dans tout son éclat en juillet.

Les principales formes de végétation sont les arbres à tige ramifiée et à feuillaison estivale, et leurs arbrisseaux, qui perdent leurs feuilles à l'automne et prennent des bourgeons d'hiver pour la période de repos. Ces arbres sont associés aux Conifères à feuilles persistantes que nous étudierons ici non pas au point de vue systématique, mais au point de vue de leur

grande résistance au froid, souvent très intense, particularité qu'ils doivent à la résine contenue dans leurs feuilles et qui joue un rôle protecteur. Les sous-arbrisseaux et les plantes herbacées, les mousses et les lichens, sont largement représentés et, en général, beaucoup plus variés que dans la zone polaire glaciale et la toundra. Les plantes annuelles et bisannuelles font leur apparition en certaines places, les phanérogames aquatiques fleurissent en grand nombre; d'autres classes de végétations s'y montrent également, mais moins développées.

Cette seconde zone correspond presque exactement à l'ensemble des deux zones de M. Köppen; la première appelée par cet auteur « zone froide septentrionale, » et caractérisée par 4-4 mois tempérés, les autres froids; la seconde qui continue la première au Sud est celle des « étés tempérés et des hivers froids. » La limite tracée par M. Köppen entre la zone froide et la zone tempérée, et qui passe dans l'Amérique septentrionale par 50° N, dans l'ancien continent au S. de la Scandinavie pour gagner, en suivant le cours supérieur de la Volga, la Sibérie par 55° N, où elle finit dans la région de l'Amour, cette limite, disons-nous, a son importance car elle partage la zone en une partie septentrionale et une partie méridionale. Dans la première la période végétative dure de 3 à 5 mois, et dans la seconde de 3 à 7; dans celle-ci naturellement on observe une bien plus grande variété de formes végétatives.

Toutefois, au point de vue botanique, il est plus naturel, pour cette zone comme pour les autres, de fonder des divisions principales sur la répartition des pluies. Nous distinguerons alors les régions forestières proprement dites, à précipitations atmosphériques régulières, et les régions des plaines à graminées d'été. Ces dernières s'étendent dans la partie méridionale de la zone, d'une part dans la région des Montagnes-Rocheuses et sur leur versant oriental, en Amérique du Nord, d'autre part depuis le cours inférieur du Danube au delà du Dnieper et de la Volga inférieure jusqu'à la Steppe de Baraba et la Mongolie. Cette région a beaucoup de ressemblance avec la région des steppes de la zone suivante, où la végétation est également brûlée en été par le soleil. Etant donné que la zone froide septentrionale, à période végétative de 3 à 5 mois, ne renferme que des régions forestières, que d'autre part, la zone tempérée septentrionale comprend à la fois des contrées couvertes de forêts avec des périodes végétatives de 5 à 7 mois, et des

plaines à graminées, on peut, en se basant à la fois sur la répartition des températures et sur celle des formations, établir pour cette zone trois subdivisions principales; ce sont :

1° La sous-zone septentrionale froide (forêts, marais, prairies).

2° La sous-zone forestière méridionale tempérée à pluies régulières.

3° La sous-zone méridionale tempérée des plaines à graminées. Les pluies sont rares au cœur de l'été.

III. — *Zone septentrionale des arbres et arbustes y compris les Conifères, à feuilles persistantes ou caduques, des steppes et déserts à étés brûlants.* Par ce titre même la quatrième zone (zone tropicale), se trouve délimitée. Cette troisième zone renferme toutes les contrées comprises entre le bord S de la seconde zone et le bord N de la zone tropicale. Elle est caractérisée par une période de repos plus courte amenée en janvier par la gelée, un peu de neige ou, plus fréquemment encore, par un abaissement de la température au voisinage de zéro. Il y a des différences notables pour les températures hivernales, entre les régions les plus septentrionales et les plus méridionales de cette zone, comme le montre la comparaison des isothermes de janvier; (— 10° pour les premières et + 20° pour la troisième zone.

Dans les contrées, où, comme en Amérique septentrionale sur les deux flancs des Montagnes Rocheuses, ou encore dans les vastes steppes de l'Asie centrale, on rencontre sur plusieurs degrés de latitude des steppes et des plaines à graminées, la limite entre les zones II et III se trouve, à défaut d'autre limite naturelle, coïncider avec l'isotherme de juillet de 22°. Cet isotherme marque en effet la séparation des étés *tempérés* et des étés *brûlants*. Il va de soi que sur les hautes montagnes une grande partie des prairies n'appartient pas à la zone des steppes, mais à celle dite des prairies. Une grande partie des prairies n'appartiennent pas à la zone III (steppes et déserts), mais à la zone II (prairies).

Sauf le cas où il pleut au cœur de l'été, la végétation déjà très développée, subit presque toujours un arrêt à cette époque, pour repartir momentanément à l'automne quand la chaleur devient moins intense; et cela n'a pas lieu de nous étonner, cette zone renfermant les contrées, précédemment mentionnées, qui sont les plus chaudes du globe. En juillet, la température moyenne est supérieure à 30° et, chose curieuse, dès qu'on a franchi le bord N. de la zone tropicale, la température s'abaisse de nouveau.

Parmi les formes de végétations de cette zone nous nommerons avec celles précédemment citées de nombreux arbres et arbustes à tige ramifiée et à feuilles persistantes, appartenant aussi bien à la classe des dicotylédones qu'à celle des conifères. Ceux-ci ne sont pas, sauf exceptions, organisés pour résister au froid.

Les arbres à tige simple et à feuilles persistantes ne se montrent qu'exceptionnellement et sous des formes naines buissonnantes. Les plantes à tiges et à feuilles succulentes sont très répandues, de même que les arbustes aphyllés (souvent épineux); parmi les plantes herbacées les formes bulbeuses sont largement représentées, d'autres montrent une adaptation spéciale contre la sécheresse; les graminées et herbes annuelles sont nombreuses. Les lichens terrestres deviennent rares.

Cette troisième zone embrasse les deux dernières zones de chaleur tempérée de Köppen, les deux plus méridionales reconues par cet auteur et qui ne paraissent pas distinctes, savoir : la zone à *étés torrides* et la zone *constamment tempérée*.

Outre ces deux zones, la notre comprend encore la partie Nord de la zone subtropicale de M. Köppen avec des moyennes de températures supérieures à 20° C. pendant 4 mois environ.

On voit sur notre carte la zone chaude subtropicale traversée par une ligne rouge séparant les contrées qui jouissent pendant 4 mois d'une température plus fraîche (la moyenne n'atteint pas 20°), des contrées subtropicales, dans lesquelles cette période de températures plus fraîches est beaucoup plus courte. Cette ligne correspond à peu près à la limite méridionale de notre troisième zone. L'analogie entre nos zones de végétation et les zones de chaleur de Köppen ne peut être complète, attendu que, comme nous l'avons dit plus haut, les contrées les plus chaudes de l'hémisphère boréal (et c'est aussi vrai pour l'hémisphère austral), ne sont pas du tout celles où la flore tropicale atteint son plus grand développement, mais tout au contraire des steppes désertes. Les divisions de M. Köppen, basées sur les températures, ne sont donc pas applicables au tracé des zones de végétation, et nous voyons ici apparaître un autre élément, résultant de la nécessité pour les plantes de fuir les chaleurs excessives. Avec l'uniformité de la température il nous faut tenir compte d'un autre facteur météorologique; nous voulons parler des *pluies tropicales d'été*; le mode de représentation des précipitations atmosphériques adopté pour notre carte, per-

net de se rendre facilement compte de cette délimitation. Ici encore nous trouvons trois subdivisions naturelles de cette troisième zone. Ce sont :

1° Des contrées couvertes surtout de forêts et de buissons à feuilles persistantes ou caduques. Ces régions correspondent principalement à la zone à étés torrides, et à la zone consensamment tempérée de Köppen.

2° Les steppes et déserts dans lesquels la végétation s'arrête en janvier par suite de l'abaissement de la température. Les minima varient entre  $-10$  sur les hauts plateaux du Nord et  $+10$ .

3° Les déserts subtropicaux où les hivers ne sont jamais rigoureux, (la moyenne de janvier oscille entre  $+10^{\circ}$  et  $+20^{\circ}$ ), et où dominent les étés les plus chauds du globe. — Nous rattacherons ces contrées à cette zone en raison de l'absence de caractère tropical de leurs formes de végétation. Ce sont principalement le Sahara, l'Arabie, les déserts de l'Inde, et le désert de Mohave dans le Nevada.

IV — *Zone des formes de végétation tropicales à verdure persistante ou périodique, et dont la feuillaison dépend alors de la saison pluvieuse.* — Cette zone embrasse toutes les contrées dans lesquelles le repos végétatif n'est pas causé par le froid et où l'arrivée de pluies d'été vient tempérer une chaleur continue trop intense fatale à la végétation, qui amènerait la formation d'un désert. Le développement des formations végétatives dans cette zone dépend uniquement de la répartition des précipitations atmosphériques qui se produisent toute l'année, ou sont au contraire limitées à certaines époques, sans que la période de sécheresse consécutive réalise les conditions de vie des déserts subtropicaux.

Cette zone est caractérisée par de nombreuses formes de végétation particulières, et certaines classes de végétations y sont tout à fait localisées. C'est le cas des arbres à tige simple et à grandes feuilles persistantes, qui, seules ou mêlées à d'autres arbres, forment des bois et ne sauraient vivre dans un autre climat : tels sont les *Palmiers* et les *Pandanées*, etc. ; à côté d'eux se voient des plantes herbacées vivaces comme le bananier (*Musa*), dont les feuilles engainantes serrées les unes contre les autres arrivent à figurer un tronc. La classe des arbres à tige ramifiée et à feuilles persistantes et celle des arbres à feuilles caduques et dont la feuillaison dépend de la

saison pluvieuse constituent la majeure partie des forêts. Cette dernière catégorie est spéciale à cette zone.

Au bord de la mer croissent les palétuviers ; à l'intérieur des terres, les lianes et les épiphytes donnent aux forêts leur cachet si particulier, et ces deux classes de végétaux atteignent dans cette zone une richesse de formes qui ne se rencontre pas ailleurs. Les parasites ligneux et les saprophytes atteignent également là leur maximum de développement ; on y voit aussi des végétaux à tiges et feuilles succulentes, tandis que, à l'exception des mousses, les formes de végétation de la zone glaciale et de la toundra, sont en régression marquée vis à vis de celles que nous venons de mentionner.

Nous déterminerons donc les limites de notre quatrième zone en nous basant sur la présence de « forêts tropicales » présentant les caractères ci-dessus, et sur l'existence de pluies régulières pendant tout le cours de l'année ou pendant l'été seulement. Ces limites sont au N. une ligne partant du bord de l'Océan Pacifique, dans l'Amérique septentrionale, un peu à la hauteur du 26° parallèle, contournant les hauts plateaux du Mexique, et s'infléchissant vers le golfe du même nom dont elle atteint le bord au voisinage du 24° degré.

On la retrouve coupant la pointe sud de la Floride et passant au-delà des Bahamas. Elle reparait au nord des îles du Cap Vert et du Sénégal, d'où elle se dirige E.O., contournant la boucle du Niger, et s'infléchissant au sud pour remonter au nord, au-delà du lac Tchad, d'où elle se dirige, en décrivant une courbe à concavité tournée vers le Sahara, sur le bord de la mer Rouge qu'elle atteint par 24° N. De là, suivant les côtes de l'Arabie méridionale et du Golfe persique, elle contourne le désert indien du Tharr pour remonter vers l'Himalaya dont elle longe le versant méridional, puis coupant l'Irraoudy, le Salouen et le Mékong, elle vient finir à la côte du Pacifique entre Hanoï et Hong-Kong. — Sa limite méridionale n'est pas très exactement connue sur le versant ouest des Andes du Pérou ; elle est nette au Rio-Mamore, en Bolivie, par 18° de latitude sud, se dirige au S.-E. vers le tropique du Capricorne, et, contournant au N. les hauts plateaux du Brésil, elle atteint, à Rio de Janeiro, la côte atlantique le long de laquelle elle détache une étroite bande jusqu'à Santa-Catarina.

En Afrique elle passe au N. de la rivière Counéné par 16° Sud, et se dirige vers le lac Ngami d'où elle atteint par

24° Sud la côte de la Mer des Indes, passant en dedans de Madagascar et des Mascareignes, elle reparait à la côte ouest de l'Australie entre le tropique et le 20° parallèle, et, contournant le désert australien, elle vient finir à la côte du Pacifique par 26° Sud. Les îles Polynésiennes comprises entre les tropiques doivent être rattachées à cette zone.

Des zones de chaleurs de M. Köppen la *zone tropicale* rentre absolument dans ce que nous avons appelé zone de végétation tropicale; les contrées au N. et au S. de l'équateur, rattachée par M. Köppen à sa *zone subtropicale*, et coupées sur notre carte par la ligue rouge (c'est-à-dire les contrées ayant pendant quatre mois des températures moins chaudes, inférieures à 20°), se trouvent également, pour les raisons données plus haut, rattachées à notre quatrième zone.

Cette zone comprend les subdivisions suivantes :

1° Partie tropicale sèche; la végétation est interrompue par une période de sécheresse d'une durée supérieure à 3 mois; formes de végétation dominantes: celles des savanes et plantes tropicales adaptées à la sécheresse.

2° Partie tropicale humide. La sécheresse ne vient pas interrompre la végétation, ou du moins cette interruption dure au plus trois mois; c'est là que les plantes hygrophiles à feuillage persistant atteignent leur maximum de développement.

3° Partie tropicale alpine: la végétation est constamment entretenue par un climat humide et frais.

*Les deux zones de végétation de l'hémisphère sud :*

A quelque principe de division que l'on s'arrête en météorologie, on trouve toujours de part et d'autre de l'équateur des zones correspondantes. A mon avis il n'en saurait être de même en Géographie botanique; car en réalité, à latitude égale, il y a de grande différences entre l'hémisphère boréal et l'hémisphère austral.

La zone tropicale comprise entre les tropiques, que d'ailleurs elle atteint rarement et dépasse plus rarement encore, est bien homogène et il ne saurait en être autrement; mais au nord et au sud de cette zone on ne retrouve pas de conditions semblables, et même à identité de climat, il n'y a que des analogies entre les flores. On n'observe aucune forme importante de végétation se retrouvant à la fois au nord du tropique du Cancer et au sud du tropique du Capricorne, et, s'il y a des formes analogues, on en trouve par contre d'autres absolument différentes. De plus il

est facile de voir que les deux zones de Köppen dites respectivement : à hivers tempérés, et tempérée pendant 1-4 mois, froide le reste de l'année, se trouvent, il est vrai, dans l'hémisphère boréal et dans l'hémisphère austral à des latitudes correspondantes, mais que dans ce dernier hémisphère, elles s'étendent bien moins vers le pôle et sont beaucoup plus localisées. De plus, dans l'hémisphère austral, l'hiver et l'été ne présentent pas de différences très marquées. C'est pourquoi la zone des Conifères et des arbres à feuillaison estivale, qui, dans le Nord, doit son existence à cette circonstance même, manque dans le Sud ; on y distingue donc seulement deux zones au lieu de trois, après la zone tropicale dont la limite, encore que peu tranchée, est la limite de croissance des arbres. L'hémisphère sud possède, comme l'hémisphère boréal, des arbres à feuilles caduques et à feuillaison estivale, un hêtre du Chili a le port de celui d'Europe ; c'est donc la même forme végétative ; mais elle n'est pas ici comme dans le nord une caractéristique de la zone, laquelle est fournie par les arbres à tiges ramifiées et à feuilles persistantes, arbrisseaux à des latitudes plus australes, mais arbrisseaux à feuilles persistantes. C'est là une différence importante entre les deux hémisphères.

V. — *Zone australe des arbres à tige ramifiée et à feuilles persistantes ou caduques, des conifères à feuilles persistantes et à feuilles caduques, des arbrisseaux à feuilles persistantes, des arbrisseaux épineux, et des steppes desséchées en été.* — Elle comprend toutes les régions au sud de la zone tropicale, exceptées : la pointe sud-américaine, depuis le 46° parallèle et le haut plateau des Andes du Chili, les Malouines, l'île de Kerguelen, et autres îles antarctiques au sud du 48° degré de latitude, les régions montagneuses de la Tasmanie et de la Nouvelle-Zélande, qui se rattachent à la sixième zone.

Dans ces régions, la période végétative subit un arrêt de durée variable, au mois de juillet, qui correspond à l'hiver ; plus près des tropiques on observe encore en janvier une seconde période de repos amenée par la sécheresse, toutes conditions dues aux mêmes causes que celles énumérées à propos de la III<sup>e</sup> zone.

Toute la zone de chaleur australe de M. Köppen caractérisée par « des étés tempérés, des hivers froids » correspond à cette V<sup>e</sup> zone qui comprend également toute la zone australe à étés torrides et tout ce qui reste de la zone subtropicale et

que nous venons de mentionner. Le mode de répartition des pluies permet d'établir dans cette zone des subdivisions secondaires :

1° Sous-zone des plaines à graminées et steppes désertes : oscillations de températures très grandes ; dans certains cas, chaleurs excessives. Les pluies, arrivant surtout en été, sont de courte durée et peu abondantes, elles manquent parfois complètement (Pampas, Kalahari, plaines à graminées et steppes désertes australiennes).

2° Sous-zone des forêts d'arbres à feuilles persistantes, avec quelques rares arbres à tige simple ; pluies d'été ou de fin d'été. (Régions de transition, entre la zone tropicale et cette zone : Grand-Chaco, Paraguay et sud du Brésil, côte de Natal en Afrique, Queensland oriental et Nouvelles-Galles du Sud.

3° Sous-zone des buissons formés d'arbrisseaux à feuilles persistantes : peu ou point d'arbres, absence complète d'arbres à tige simple ; pluies d'hiver. Chili à la hauteur du 30° parallèle, région sud-occidentale du Cap de Bonne-Espérance, Australie sud occidentale, et, (en partie) Australie méridionale.

4° Sous-zone des forêts d'arbres à feuilles persistantes et des buissons avec conifères, traversant la période hivernale très douce sans repos végétatif sensible ; étés tempérés ; pluies abondantes à toutes les époques de l'année ; climat océanique. Valdivia du Chili, Victoria et Tasmanie, sud de la Nouvelle-Zélande.

VI. — *Zone antarctique de buissons bas toujours verts, de graminées et de plantes herbacées à végétation périodique.* — Elle comprend les terres australes et les îles sus-nommées jusqu'aux côtes rocheuses antarctiques, probablement couvertes de glace très avant dans le sud, et correspond à la zone australe froide de Köppen (caractérisée par 1-4 mois tempérés, les autres froids) qui va jusqu'à la zone circumpolaire australe. Les formations végétatives étant indiquées dans le titre même nous dirons seulement que ce sont celles de l'extrême nord, les mousses, les lichens terricoles et saxicoles. Sous ce climat les arbrisseaux à feuilles persistantes deviendraient des arbres si le soleil était plus chaud en été, mais étant donné que l'isotherme de janvier de 10° coupe la Terre-de-Feu en faisant un arc vers Valdivia, nous voyons réunies ici, à des latitudes plus basses que dans le nord, les conditions de vie correspondant à la limite extrême des arbres.

D'autre part, étant donné qu'en même temps les isothermes de juillet jusqu'à la Terre-de-Feu et aux îles les plus australes connues, à l'exception des deux dernières, se trouvent encore un peu au-dessus de 0°, une végétation frutescente peut encore se maintenir et ne disparaît que dans la zone circumpolaire australe de Köppen. Pour ces causes, et en raison de la répartition des précipitations atmosphériques, tandis que la zone arctique ne comporte pas de subdivisions secondaires, celle-ci peut se subdiviser de la manière suivante :

1° Sous-zone des buissons ; pluies abondantes : dépendances de la côte andienne de Patagonie, îles Auckland.

2° Sous-zone des buissons épineux très rabougris : pluies rares. Côte atlantique de Patagonie.

3° Sous-zone sans arbrisseaux ; étés froids, hivers doux et durant seulement quelques mois. Géorgie du Sud, Kerguelen, hautes montagnes de la Nouvelle-Zélande.

---

## DEUXIÈME PARTIE

---

### **Les aires actuellement occupées par les plantes résultent à la fois de l'évolution géologique, de la structure superficielle du globe et du climat.**

Addition à la première partie. Naturalisation. Principes de l'étude des aires. Tendances à la dispersion, pouvoir migrateur, limite d'extension. Lignes de végétation. Grandeur des aires. Développement géologique; séparation des groupes de plantes suivant les climats. L'isolement géographique amène le développement d'une flore spéciale. La faune se comporte de même dans une certaine mesure. Les aires dépendent des actions biologiques réciproques. Formes endémiques et représentatives; au point de vue systématique elles sont d'ordres différents, et datent d'époques différentes. Flore des îles, des hautes chaînes de montagnes, des déserts. Communauté et indépendance de développement. Régions principales de développement; leurs limites. Délimitations des régions florales et de leurs domaines.

Les géologues ne peuvent guère juger des climats, et de l'isolement ou de la contiguïté des anciennes régions, que par la nature des espèces animales ou végétales qui s'y retrouvent à l'état fossile. Mais sur les autres questions, sur l'âge, l'origine et le développement des espèces, nous devons nous efforcer tous, géologues et naturalistes, d'arriver à une solution. On dirait, en quelque sorte, le siège d'une forteresse que nous faisons ensemble, par des côtés différents. Il faut nous entendre, nous pénétrer du rôle de chacun dans cette attaque. Nous occupons, nous autres naturalistes, la ligne la plus importante; car c'est à nous de bien étudier l'espèce et ses rapports avec les climats avant que les géologues tirent des conclusions du mode de distribution des êtres organisés dans diverses époques. A nous donc, d'envisager en face la question si ardue de l'espèce, de sa nature, de ses modifications, de son origine.

ALPH. DE CANDOLLE. *Géogr. Bot.*, 1855.

Le précédent chapitre nous a montré que partout la végétation est en relation avec les conditions extérieures, lesquelles sont fort

diverses ; que, dans les contrées et stations où les conditions se distinguent par quelques particularités, nous trouvons des plantes à organisation spéciale, appropriées au milieu dans lequel elles vivent.

Tout organisme qui ne se trouve pas en conformité de structure avec son milieu doit ou s'y adapter, ou disparaître. C'est pourquoi nous voyons, à l'époque actuelle, sous un climat qui a peu varié à travers les âges, et dans des conditions de stations identiques, lorsque la culture n'est pas venue les modifier, la plupart des plantes réparties dans des limites conformes à leurs conditions d'existence. Aussi bien, quand nous rencontrons au milieu d'un continent, une espèce enfermée dans de certaines limites, pouvons-nous dire qu'elle doit cette situation au climat, au sol, à des conditions de vie particulières que la *Biologie* nous fera connaître. Il est rare que les limites des espèces se modifient à la suite de variations du climat ; ainsi les froids intenses d'un hiver exceptionnel peuvent faire reculer les limites d'une espèce, mais bientôt, à la faveur d'une année plus douce, grâce aux quelques individus échappés à la destruction, la plante reprend son extension primitive.

Ces faits sont parfaitement exacts, mais ce serait une erreur d'en conclure que le climat a créé par toute la terre des organisations absolument conformes aux conditions extérieures, et que les plantes ne possédant pas cette conformité de structure se trouvent nécessairement exclues ; que le pouvoir d'extension des plantes se trouve entièrement soumis à la répartition des climats actuels, et que, à moins de changements dans les conditions extérieures cette répartition est définitive. Ce serait méconnaître la valeur des causes géographiques, qui ont autant d'action que les causes biologiques sur la délimitation des aires. Cette manière de voir erronée, qui a longtemps prévalu autrefois en géographie botanique, et dont il reste encore quelques traces, ne tient pas compte de l'influence des *conditions géologiques* sur la forme des aires des plantes. C'est évidemment un point de vue nouveau, et qui a sa raison d'être dans la séparation des continents, les modifications de la surface terrestre au cours des longues périodes antérieures, dans les changements des conditions climatiques consécutives des modifications de l'orographie, dans les modifications secondaires du substratum, et enfin, dans les changements des conditions biologiques produites par les êtres vivants. *Toutes les conditions biologiques doivent être considérées comme toujours changeantes au cours de l'évolution géologique.*

Les nombreux exemples de *naturalisations* d'espèces nouvelles

au sein d'une flore ancienne, nous montrent que le milieu extérieur n'a pas assigné aux plantes des aires absolument fixes, et M. deCandolle s'est élevé, il y a déjà 33 ans, contre l'idée exagérée que l'on se faisait de la seule influence du climat. (Voir *Géograph. Botan.*, page 608). Voici une plante transportée d'une manière quelconque, de sa patrie dans une région qui ne s'y rattache pas, du Pérou en Europe centrale, par exemple. Elle s'y développe à l'état sauvage, et, sans le concours de l'homme, s'étend aussi loin que le lui permettent les conditions extérieures de sa nouvelle patrie. Parfois même, elle lutte avec succès contre une plante indigène tout-à-fait adaptée au climat. C'est le cas du *Galinsoga parviflora*, du Pérou, qui est devenu une plante vulgaire dans le nord de l'Allemagne. De ce fait et de beaucoup d'autres semblables, il résulte que la flore d'une région est loin de contenir dans la période actuelle toutes les plantes capables de s'y développer, et d'autre part, les conditions de vie réalisées dans une région, ne sont pas en état de produire, par les changements qu'elles amènent dans les plantes de cette région, toute la diversité de formes à laquelle la flore pourrait prétendre. Par contre, tout ce qui croît dans une région doit naturellement avoir une organisation en rapport avec le climat, le sol et la quantité d'eau qui y tombe.

A l'heure actuelle les naturalisations ont sensiblement transformé la flore générale du globe. Cela est dû surtout aux cultures. Les plantes cultivées acceptent, comme commensales, un grand nombre d'herbes vulgaires. C'est ainsi que se forme la flore adventice qui vient encore s'enrichir d'un grand nombre d'espèces sorties des jardins et dont les émigrations doivent être soigneusement notées.

En Allemagne (1), la plupart des mauvaises herbes des champs proviennent de la région méditerranéenne; celles qui ont pris place parmi les formations naturelles *Oenothera*, *Mimulus*, *Rudbeckia*, viennent de l'Amérique du Nord. En Amérique du Nord, au contraire, la plupart de ces mauvaises herbes sont d'origine européenne (2).

(1) Voir Franz Hellwig, *Ueber den Ursprung der Ackerunkräuter der Ruderalflora Deutschlands*, (in *Botan. Jahrb. f. Systematik*, T. VII, p. 343-434). — Cet intéressant mémoire comprend une partie générale et une partie spéciale. Dans cette dernière on trouvera des listes de plantes utiles à consulter pour la flore de France et celle de Russie. On doit distinguer : 1° les mauvaises herbes des champs (131 espèces); 2° les plantes rudérales (33 espèces); 3° les plantes introduites depuis les temps historiques (13 espèces). Il faut encore tenir compte d'un nombre considérable d'espèces échappées des jardins. (Note de l'auteur).

(2) Voir Conway Macmillan, *Les plantes européennes introduites dans la vallée du Minnesota* (Revue générale de Botanique, 1891, p. 239). Les plantes introduites arrivent à représenter environ le 1/10<sup>e</sup> de la flore totale. Pour la France voir, entre autres : J. Lamie, *Les plantes naturalisées dans le sud-ouest de la France* (Ann. d. Sc. nat. de Bordeaux, 1885).

Sous les tropiques, les flores côtières et celles des régions basses des trois groupes continentaux renferment également des plantes vulgaires, ayant le caractère de mauvaises herbes, et qui apportent un appoint sensible au nombre d'espèces communes à l'Afrique, aux Indes et aux Antilles. L'origine de beaucoup d'entre elles est encore imparfaitement connue.

Dans le district d'Auckland, en Nouvelle-Zélande, où la flore naturelle ne compte peut-être pas 500 espèces, il n'y a pas moins de 387 espèces naturalisées (Cheeseman, *Transactions of the Auckland Institute* 1882, traduit dans Engler, *Botan. Jahrb. Syst.* Tome VI, p. 91-110) parmi lesquelles 280 sont européennes, 14 seulement de l'Amérique du Nord, 10 Australiennes, 21 du Cap, 9 du Chili, 33 des régions tropicales et subtropicales des deux hémisphères; (ces nombres d'après M. Cheeseman).

La flore primitive de Sainte-Hélène se trouve, grâce à de semblables naturalisations, limitée à un très petit nombre d'espèces (1). Pour la Californie, M. Denler (*Geogr. Mittheil.*) rapporte des faits analogues. On trouvera ces deux mémoires dans les *Geographischen Mittheilungen*.

### Principes de l'étude des aires.

L'étude des aires occupées à l'époque actuelle par les diverses formes végétales, étude qui doit servir de base à des considérations ultérieures, s'appuie sur des particularités systématiques.

Nous pouvons traiter des formes de végétation en dehors de toute considération systématique, et rester dans les généralités. Quand nous disions, par exemple, qu'à un climat constamment chaud et humide, à une humidité constante du sol correspondait le développement des arbres à tige simple, il n'était pas nécessaire de préciser à quelle famille se rapportaient ces formes de végétation; si c'étaient des palmiers, des pandanées ou des liliacées. De même, pour prendre un autre exemple dans la végétation septentrionale, mélèzes et bouleaux ne représentent pour nous qu'un seul et même type de végétation, celui des arbres à feuilles caduques. Ici, dans l'étude des aires, il en est tout autrement, et nous sommes forcés de nous arrêter aux différentes divisions de la systématique, à commencer par l'espèce.

(1) Dans un excellent mémoire sur la flore du Chili *Veränderung welche der Mensch in der Flora Chiles bewirkt hat.* (Petermann, *Geogr. Mittheilungen*, 1886, p. 294 et suiv.) M. R. A. Philippi a indiqué les changements qui se sont produits sous l'influence des cultures. Parmi les plantes cultivées (99 espèces), on en trouve 22 qui sont déjà devenues sauvages. Il y a, en outre, un certain nombre de ces plantes (50 espèces) dont l'introduction avec les semences de plantes cultivées est fort douteuse et qui n'en offrent que plus d'intérêt. (Note de l'auteur.)

« La distribution des espèces à la surface de la terre, dit M. de Candolle (*Géogr. bot.*, p. 69), est la base de presque toutes les considérations de géographie botanique. Si l'on comprend bien pourquoi elles sont contenues dans certaines limites, on peut deviner beaucoup de faits concernant les genres et les familles, car ces groupes ne sont que des associations d'espèces. Ainsi, de même qu'en botanique descriptive, on ne peut pas constituer bien les genres sans étudier les espèces, en géographie botanique, il faut s'appuyer sur les détails concernant les espèces pour s'élever à des lois plus générales. »

A ce propos, il est une opinion assez répandue (Voir Cooley *Physical geogr* Londres, 1876. Tome X, p. 382), suivant laquelle la Géographie n'a rien à voir avec la Géographie Botanique et la Géographie Zoologique, qui ne sont respectivement que des parties de la Botanique et de la Zoologie. La seule raison qu'on donne de cette séparation, c'est que la *Géographie des organismes* exige des connaissances approfondies dans les deux branches des sciences naturelles. C'est pour le même motif que beaucoup de Géographes ne veulent considérer, en Géographie botanique, que les grandes formations. Mais ces formations ne résultent que de la réunion d'individualités, d'espèces, qui doivent être examinées à tous les points de vue possibles, et sans lesquelles l'étude des formations ne serait qu'une description banale. C'est sur l'étude des aires, d'une part et sur la biologie des espèces, d'autre part, que repose la Géographie botanique. Aussi bien, la statistique florale comparative, avec ses listes méthodiques de plantes, est-elle indispensable pour tout examen approfondi des caractères d'une région.

Dans bien des cas particuliers et difficiles, on ne peut s'en tenir à l'espèce telle qu'on la concevait autrefois, et on est obligé de distinguer des *sous-espèces* et des *variétés* pour indiquer des différences secondaires. Ce sont de semblables distinctions appliquées aux saules arctiques de la Nouvelle-Zemble, et aux épervières (*Hieracium*) des Sudètes, qui ont permis de montrer que postérieurement à la période glaciaire, il s'est formé dans les régions septentrionales de nouveaux domaines de développement très restreints.

D'autre part, dans beaucoup de cas, il est possible d'adopter un mode de groupement plus large. Si on s'élève des petites particularités géographiques à des faits d'importance croissante, on voit l'espèce et ses subdivisions perdre de leur valeur devant des traits plus fortement marqués. Ce sont alors les *groupes d'espèces affines*, en beaucoup de cas un genre entier, qui accusent une évolution homogène. Même nous verrons, pour un vaste ensemble de régions,

la Géographie botanique appuyer ses statistiques sur des familles entières du système naturel.

Si donc, l'étude de l'espèce, fondamentale dans la question qui nous occupe, est la seule qui nous permette d'approfondir certains détails, les groupes systématiques d'ordre supérieur, genre, famille, ordre, ont aussi leur importance. Si nous donnons le nom de *groupe* aux divisions des classificateurs, nous devons distinguer des groupes inférieurs ; ce sont les sous-espèces et les espèces ; des groupes supérieurs, parmi lesquels on peut distinguer : les espèces affines et les genres, et, au-dessus d'eux, les tribus et les familles comprenant les sous-familles et les familles du système naturel.

### Tendance à la dispersion, pouvoir migrateur et limites d'extension.

Les aires des groupes systématiques sont sujettes à variations. Chaque plante donne naissance à un grand nombre d'individus capables eux-mêmes de se reproduire ; leurs descendants luttent pour conserver leurs stations primitives et pour en acquérir de nouvelles. Mais dans ce combat ils rencontrent, sur le même sol, d'autres groupes cherchant comme eux à s'étendre, et souvent leur marche est arrêtée par les limites restreintes de leur station.

Il est rare que dans la nature, qui constitue un ensemble de conditions fixes, une plante puisse, sans un secours étranger, arriver à couvrir de grandes surfaces. C'est que ce combat entre des plantes diverses reste indécis, et c'est l'incertitude même du résultat qui donne l'illusion d'un état stationnaire, alors que, en réalité il se produit dans la position des parties en présence d'incessants changements, très faibles, qui seuls accusent cette lutte sourde des végétaux pour la possession du sol.

Cette tendance à la dispersion est servie, chez les plantes, par un pouvoir migrateur plus ou moins développé. Toutes sont capables de se déplacer ; les stolons peuvent s'étendre à un pouce ou à un pied de la plante mère, les graines tombées de la capsule mûre sont emportées par le vent à quelque distance. Ces faibles déplacements répétés pendant des siècles et dans des conditions favorables amènent une espèce à se répandre sur un mille en surface. D'autres espèces, d'autres genres, en vertu de particularités spéciales de leur organisation, arrivent à posséder un pouvoir migrateur bien supérieur à la moyenne. Tantôt ce sont des ailettes

qui viennent s'ajouter à leurs graines, facilitant la dispersion par le vent, tantôt des aiguillons crochus couvrant leurs fruits, et leur permettant de s'attacher aux poils des animaux voyageurs. Ailleurs, les fruits charnus sont emportés par les animaux frugivores, ou bien, et c'est le cas pour les végétaux aquatiques, les oiseaux de passage se chargent de fragments de plantes.

Le lecteur pourra sur ce point se reporter au mémoire de M. Hildebrand sur les moyens de dispersion des plantes.

Parfois, grâce à ce pouvoir migrateur heureusement servi par une organisation facilitant le transport, les plantes arrivent à étendre considérablement leurs aires, assez restreintes à l'origine, et à se répandre sur toute la surface du globe, nous offrant les exemples les plus nets de *migrations végétales*. C'est le cas, nous l'avons vu plus haut, pour les plantes des cultures européennes qui ont fini par gagner les rivages éloignés de l'Amérique du Nord ou des régions méridionales, où elles ont trouvé souvent des conditions extérieures favorables à leur existence.

C'est ainsi que de nos jours, beaucoup de plantes ont pu s'étendre sur des surfaces considérables. Mais l'exemple des plantes de culture est encore moins frappant que celui des plantes des endroits déserts, des ruines ou des digues, etc., et parmi celles-ci les espèces du genre Lampourde (*Xanthium*), Ambrosiacée à fruits épineux, dont l'histoire a été bien faite par le Dr E. Ihne. (Ber. d. Oberh. Gesellsch. f. Natur. und Heilk. Tome XIX, p. 63).

Une première espèce *X. spinosum* a une origine douteuse; d'après les uns elle viendrait du sud de la Russie, d'après les autres de l'Amérique méridionale. Depuis 1830 la plante est commune au Chili, dans la République-Argentine et au sud du Brésil. M. Fraunfeld a vu en 1860 des chevaux dont la queue et la crinière étaient couvertes de milliers de fruits de cette Lampourde, formant des masses de la grosseur du corps d'un homme et sous le poids desquelles les animaux avaient peine à se soutenir.

En Europe, le *Xanthium spinosum* est répandu partout quelquefois en abondance, à l'exception du haut Nord, et tout semble prouver qu'il vient de Russie directement ou indirectement. En Allemagne la plante est commune, à l'état sauvage, depuis le commencement du siècle, et il en est de même en Angleterre. En France elle paraît être partie de Montpellier, où elle a été introduite après 1700, et d'où elle s'est répandue dans le nord et le sud de l'Afrique, en Australie et dans l'Amérique du Nord. En Australie on la rencontre dans le sud, dans l'est et aussi en Tasmanie. Au dire de M. Schomburgk elle est apparue pour la première fois dans ces régions en 1830, et aujourd'hui c'est une mauvaise herbe funeste aux pâturages et rendant presque impossible l'élevage du bétail. Pareille extension est très exceptionnelle.

Toutefois, les espèces les mieux organisées pour les migrations rencontrent, tôt ou tard, des limites qu'elles ne peuvent franchir qu'à peine et très lentement, et malgré de nombreuses générations, aussi bien douées au point de vue migrateur, elles finissent par être arrêtées dans leur marche. Partout, on trouve de semblables limites résultant de la différence de nature de la station, et ne permettant à chaque groupe de s'étendre que sur un espace restreint.

Il n'y a qu'un petit nombre d'espèces qui arrivent à elles seules à couvrir de vastes étendues, mais partout d'autres plantes viennent s'interposer entre elles, et elles sont, en général, incapables d'aller très loin. Les limites des aires sont purement *géographiques*, ou bien résultent de *l'action combinée des conditions de vie*. Les grands océans, les déserts arides, les massifs glacés des régions polaires et les chaînes de montagnes répondent à la première catégorie, les limites géographiques, qui ne peuvent être franchies que par hasard ou grâce à l'intervention de l'homme.

Une région élevée faisant suite à une région montagneuse, le passage du calcaire au grès, la rencontre de froids continentaux ou de climats marins dans des régions déterminées, la limite des pluies d'été et des pluies d'hiver, une humidité de l'air trop grande ou une sécheresse excessive, telles sont les autres causes de délimitation des aires que nous rangeons sous l'appellation générale d'actions combinées des diverses conditions de vie. Les limites géographiques résultent de ce fait que certaines parties de la terre sont inhabitables pour une classe de végétaux déterminée; les limites de la seconde catégorie résultent de modifications survenant dans l'action combinée du climat, du sol et de la concurrence vitale des organismes, modifications qui amènent le remplacement de certaines espèces par d'autres. Les limites géographiques sont généralement bien tranchées. Pour les autres, quand une espèce en approche elle s'éparille, pour ainsi dire, jusqu'à disparaître complètement.

### Lignes de végétation

On désigne sous le nom de *lignes de végétation* d'une espèce, — il ne peut être question ici que des groupes ayant rang d'espèce, — la limite au-delà de laquelle cette espèce ne se rencontre pas, et qui correspond à une somme déterminée de conditions physiques

nécessaires à la vie de cette plante. Les lignes de végétation peuvent aussi bien être observées en passant d'une dépression océanique à une région continentale, qu'en s'élevant graduellement sur les flancs d'une montagne, où elles se succèdent avec plus de rapidité. Elles résultent de l'action combinée des limites naturelles et des causes climatériques et biologiques, au sens le plus large de ces deux termes.

De même qu'il ne faut pas considérer comme une *ligne de végétation* la limite géographique d'un continent ou d'îles offrant un obstacle infranchissable à un trop grand nombre de plantes, de même il ne faudra pas donner ce qualificatif aux limites mêmes des stations réalisant les conditions nécessaires à la vie d'une plante. L'aire d'une espèce des eaux stagnantes a sa limite géographique dans les points où la structure orographique ne permet plus le rassemblement d'eaux stagnantes. Les lignes de végétation des plantes d'eau douce sont déterminées par les points où la température de l'eau, en été, est trop basse pour permettre à ces plantes de vivre. Pour les plantes des terrains salés on ne les rencontre que là où le sol contient une quantité suffisante de sel ; leur présence ou leur absence sont soumises à la répartition même du sel marin, et c'est là une cause purement géographique. Cependant les considérations tirées de l'action du sol peuvent aider à distinguer les lignes de végétation ; car, à la limite de leurs aires les plantes n'arrivent à se maintenir que grâce à des propriétés physiques spéciales du substratum, qui viennent compenser les difficultés opposées par le climat. C'est ainsi qu'un sol sec et chaud leur permettra de profiter de toute la chaleur de l'année ; que grâce à une humidité constante elles pourront supporter les hautes températures estivales, etc. J'ai publié, à ce sujet, un mémoire dans lequel le lecteur trouvera, classés méthodiquement, de nombreux faits, montrant les changements que les conditions biologiques peuvent faire subir aux lignes de végétation (1).

Il est presque impossible de déterminer, d'une façon absolue, quelle est l'influence, ou quelles sont les influences combinées de la lumière, de la chaleur et de l'humidité du sol et de l'air, en négligeant les qualités physiques du substratum, et les conditions particulières de la station, d'où résultent les lignes de végétation. En présence du nombre extraordinaire de changements possibles dans les causes, il faut reconnaître la grande difficulté de démêler l'influence prédominante sur une ligne de végétation, si bien étudiée soit-elle. C'est un travail du plus haut intérêt et qui est du ressort de la floristique ; mais, jusqu'ici du moins, cette voie a été peu explorée par les Botanistes géographes, même en ce qui

(1) Drude. Die Anwendung physiologischer Gesetze zur Erklärung der Vegetationslinien, Göttingen, 1876.

concerne les flores les mieux étudiées de l'Europe centrale. Citons cependant, à ce propos, les recherches de M. de Candolle sur les limites altitudinales, les limites polaires et équatoriales de plantes européennes, et en particulier de plantes ligneuses (Géogr. Bot., p. 74-330). L'auteur a étudié avec le plus grand soin l'influence de la température sur les plantes de la zone septentrionale tempérée et sur celles de la zone froide.

Ce travail contient des données de la plus grande valeur et que les observations météorologiques récentes devront compléter, sur les plantes ligneuses telles que *Ilex aquifolium*, *Amygdalus nana*, *Chamærops humilis*, *Fagus sylvatica*, *Fraxinus excelsior*, *Abies pectinata (alba)*, *Picea excelsa*, etc. Toutefois les résultats ne peuvent être absolument satisfaisants, attendu que la température n'est pas, ou seulement dans des cas très rares, la cause déterminante unique des lignes de végétation, et que les nécessités biologiques des espèces observées n'avaient pas encore été établies par l'expérience (1).

En bien des cas, ces causes sont beaucoup plus nettes. Martins en a donné un exemple (*Essai sur la météorologie de la France in Patria* et Comptes-rendus 12 février 1887, p. 887). Il y a au sud de la France, dans la région de l'olivier, un grand nombre d'espèces méditerranéennes et dont la limite septentrionale est déterminée par des froids de plus en plus intenses. Ces températures extrêmes sont, d'après une moyenne de 25 années, Montpellier, 9°; Marseille, 6°; Perpignan, 4°; Nice, 1°.

On voit dans cette région les espèces méditerranéennes s'étagier suivant leur sensibilité au froid. Dans les hivers exceptionnellement rigoureux quelques-unes gèlent jusqu'à la racine, mais repoussent au printemps. Sur les points où la gelée n'épargne pas les rhizomes les mieux protégés, et ne permet pas aux plantes de refluer durant les années plus douces, la ligne de végétation correspond évidemment à une limite de froid. Une flore peut supporter quelques écarts climatériques isolés et n'en éprouver qu'un dommage passager. Ainsi, en 1890, une seule tourmente de neige a détruit à Montpellier presque tous les vieux arbres de *Pinus Halepensis*; mais d'autres générations repousseront sans en être affaiblies.

Nous avons montré plus haut (p. 48), qu'en Sibérie et dans le Canada la limite des arbres tient à tout autre cause qu'au froid, et que les températures les plus rigoureuses ne suppriment pas la

(1) Voir à la fin du chapitre la note relative aux cartes de Géographie botanique.

végétation (1). Chaque fait isolé demande donc une étude spéciale. Cependant, d'une manière générale, on peut s'en tenir à la règle de M. de Candolle (Géogr. bot., p. 394), d'après laquelle sous les latitudes tempérées et polaires c'est la température qui joue le plus grand rôle sous le rapport des limitations d'espèces. Mais ce ne sont ni les moyennes annuelles de température, ni les moyennes de saisons, ni celles de chaque période annuelle que l'on doit considérer ; c'est bien plutôt la somme de chaleur dépassant un certain minimum pendant la période végétative.

Dans les climats antarctiques il en est peut-être autrement ; là ce qui serait important c'est un certain maximum de température pendant la courte période estivale. Sous les tropiques et dans les régions subtropicales, au contraire, la sécheresse, l'humidité du sol et de l'atmosphère ont l'influence prépondérante sur la limite des espèces, et, comme nous l'avons montré plus haut, la répartition de la chaleur est en relation directe avec ces facteurs. La sécheresse du sol pendant une période déterminée est d'une importance capitale pour la ligne de végétation des plantes des steppes d'Europe, d'Asie centrale et du Nord du Pays des prairies.

(1) Dans un récent mémoire (*Resultati botanici di un viaggio al Ob inferiore*, Nuovo Giornale botanico italiano, tome XXIV), M. Sommier a étudié les causes d'arrêt de la végétation arborescente dans la basse vallée de l'Obi. Là, on voit peu à peu les sphaignes envahir le sol, et la toundra remplacer la forêt. D'après M. Sommier, c'est parce que le sol dégèle à une faible profondeur, que l'eau s'écoule difficilement, et que les mousses hygrophiles qui constituent le fond même de la végétation de la toundra peuvent s'établir. Cette faible profondeur du sol non gelé, s'oppose à toute végétation arborescente, car les racines ne peuvent vivre dans cette terre glacée. D'une manière générale, dans ces conditions, les arbres se maintiendront d'autant mieux que leurs racines traceront davantage, et s'enfonceront moins verticalement. Ceci nous explique comment les arbres à pivot puissant peuvent s'élever très haut vers le nord, en Scandinavie, où, pendant l'été, le sol dégèle à une grande profondeur, tandis qu'ils s'avancent beaucoup moins vers le nord en Sibérie, où la couche de terre, dont la température s'élève au dessus de 0°, est relativement peu épaisse. Sur les terrains en pente et les terrains sablonneux, dans lesquels le drainage s'effectue naturellement, les arbres pourront beaucoup plus facilement s'établir, et, de fait, c'est dans de semblables stations que l'on trouve les représentants les plus septentrionaux de la végétation arborescente. L'eau ne séjournant pas sur les talus inclinés, les mousses hygrophiles ne pourront pas s'y établir et empêcher par leur présence le réchauffement du sol, en été, c'est-à-dire la constitution d'une couche relativement assez chaude, pour que les racines y trouvent des conditions supportables.

(Trad.)

### Grandeur des aires.

Les aires des espèces, et par suite celles des genres, des familles et des ordres, dépendent, ainsi qu'il ressort des considérations précédentes, à la fois des limites géographiques et des lignes de végétation, lesquelles dépendent de la faculté d'acclimatation de ces plantes.

Ainsi, presque toutes les espèces, et même le plus grand nombre des genres des régions tropicales de l'ancien et du nouveau monde, sont limitées à un seul de ces continents, par deux puissantes barrières géographiques, l'Atlantique et le Pacifique.

Dans les latitudes extratropicales elles rencontrent, pour les arrêter, soit une ligne de végétation, soit un désert qui constitue également une limite géographique. Les mêmes causes amènent la séparation de la plupart des aires du sud de l'Afrique, de l'Australie extra-tropicale, de la Nouvelle-Zélande, de l'Amérique méridionale extra-tropicale, sans que les réunions qui se produisent çà et là, méritent une mention particulière et soient susceptibles d'une explication. Par contre, dans beaucoup d'aires très étendues de l'Europe centrale et septentrionale, en Asie, dans l'Amérique septentrionale, les limites géographiques des aires n'étant pas fortement accusées en raison du rapprochement des deux continents au niveau du détroit de Behring, il arrive que des espèces susceptibles de s'acclimater peuvent, étant renfermées dans des lignes de végétation d'une très grande amplitude, arriver à se répandre sur de vastes étendues. Toutefois, cette extension n'est permise qu'à un petit nombre d'espèces, et, partout, on voit sur les continents, pour des raisons biologiques, des aires très étendues à côté d'aires très restreintes.

Les espèces étant très largement dispersées dans tous les sens du nord au sud et de l'est à l'ouest, comme le *Xanthium spinosum*, dont il a été question, sont fort rares et font naturellement défaut au climat polaire, tandis qu'il est des plantes capables de s'adapter, dans une certaine mesure, à la fois aux climats tempérés, et aux climats tropicaux. Les mauvaises herbes, les plantes rudérales et les plantes aquatiques sont de toutes les formes biologiques végétales celles qui ont la plus large dispersion (1). Dans le nombre il y a environ 25 espèces dont l'aire embrasse la moitié de la surface

(1) De Candolle. Géogr. botan., p. 563.

terrestre ; une centaine, environ, en couvre le tiers. Mais ce ne sont que des exceptions de plus en plus rares à la règle générale suivant laquelle les espèces ne sortent pas des limites de leur région florale ou de ses dépendances, et la plus grande partie des plantes ont des aires beaucoup plus restreintes, et sont localisées à certaines parties d'un domaine floral.

Un coup-d'œil jeté sur la carte des régions florales permet de se rendre compte de la moyenne d'extension des aires des espèces dont la dispersion n'est pas liée aux cultures de l'homme. Enfin un nombre beaucoup plus considérable est limité à des régions plus resserrées, à une seule île, à une certaine région montagneuse, parfois même à des points isolés d'une chaîne de montagne (1). On voit donc combien la grandeur des aires est variable, et qu'elle dépend de la tendance à l'extension, du pouvoir migrateur, de la faculté d'acclimatation et de l'action favorable ou défavorable des forces extérieures.

Les genres, les familles et les ordres présentent également des aires de grandeur fort inégales. La grandeur moyenne de ces aires est naturellement supérieure à celle des aires des espèces et proportionnelle à la diversité des formes spécifiques.

### Développement géologique.

Il n'a été question, jusqu'ici, que des limites géographiques, de la répartition des conditions vitales extérieures et des lignes de végétation qu'elles déterminent, de la forme des aires des groupes botaniques dans leur constitution actuelle. Mais les seules considérations tirées de l'état présent des choses, du pouvoir migrateur et de la biologie, ne sauraient nous fournir une explication satisfaisante des faits enregistrés par la géographie botanique ; il est nécessaire de remonter dans le passé et de voir comment s'est graduellement formé ce que nous observons aujourd'hui. Deux points sont ici à considérer : 1° *la transformation du monde organique* d'une période à l'autre, et l'apparition de groupes nouveaux au milieu de ceux préexistants ; d'où il suit que les divers membres de la flore d'une région sont d'âge très différent, et que cette flore s'enrichit avec l'âge ; 2° *la transformation des conditions de migration et de répartition, des conditions biologiques* résultant des change-

(1) De Candolle. Géogr. botan., p. 386.

ments survenus dans les limites des continents, dont certaines parties sont devenues des îles à développement organique très limité, tandis que, par contre, des groupes d'îles se sont rattachés au continent; de plus l'apparition d'une chaîne de montagnes qui change essentiellement le régime des précipitations atmosphériques et de l'hydrographie des plaines adjacentes, enfin les changements généraux dans la température du globe accompagnant chaque période, et les variations de climats dues à des causes géographiques ou cosmiques. On pourrait citer, par exemple, celles qui après avoir amené à la fin de l'époque tertiaire le recouvrement par la glace d'une grande partie de l'hémisphère nord, dans les hautes et moyennes latitudes, ont, plus tard, déterminé la disparition de cette glace.

Les deux causes de la répartition actuelle des divers groupes de plantes dans des régions déterminées sont la transformation du monde des plantes, conséquence naturelle de la variabilité, et les changements opérés dans leurs conditions de station et leur pouvoir migrateur. Ce n'est pas à dire que les différents agents extérieurs, sur lesquels peuvent porter actuellement nos observations et nos expériences, aient une importance secondaire, non; mais ils ne sont que l'anneau le mieux connu d'une chaîne ininterrompue d'influences semblables qui se sont fait sentir à tous les âges avec des intensités diverses, comme elles s'exerceront encore au cours des siècles futurs. Leurs effets deviennent de moins en moins visibles avec le temps; de même que dans le passé, l'empreinte la plus forte est la plus récente.

Les changements dont la surface terrestre a été le théâtre à l'époque tertiaire et depuis lors, changements que la géologie, de concert avec la paléontologie végétale, aux renseignements souvent incomplets, par malheur, nous ont fait connaître, éclairent, dans leurs traits généraux, les conditions de répartition inexplicables par les seules considérations de ce qui existe à l'heure actuelle.

Le climat, qui joue actuellement un rôle si important dans la séparation des zones de végétation, doit avoir eu une influence décisive sur les changements survenus dans les diverses zones au cours du développement terrestre. Ces zones climatiques se sont donc constituées peu à peu et n'ont atteint que progressivement leurs limites actuelles. Nous ne savons rien de positif sur les changements successifs de la lumière au cours des périodes géologiques et nous devons admettre qu'autrefois sa répartition était absolument, ou à peu près, ce qu'elle est à notre

époque. Par contre, les recherches de la Physique du Globe nous ont montré que des changements de températures considérables se sont produits au cours des temps primaires, secondaires et tertiaires jusqu'à nos jours, sous les latitudes moyennes et élevées. Il est non moins certain que la répartition des précipitations atmosphériques a été fort différente pendant les périodes anciennes et pendant celles plus rapprochées de nous. Ces connaissances générales se sont considérablement accrues quand on a comparé la répartition, à l'époque actuelle et à une époque géologique déterminée, des formes biologiques de végétation caractéristiques ; par exemple celle des végétaux à tronc simple sans couronne ramifiée et portant à leur sommet une rosette de feuilles persistantes. Pour cette comparaison, on est parti de ce principe que, à toutes les périodes géologiques, aux plus anciennes comme aux plus récentes, les formes biologiques de végétation ont dû nécessairement éviter un minimum de température déterminé, et ont exigé une certaine moyenne de température annuelle, correspondant à la somme de chaleur qu'elles reçoivent actuellement, et, de plus, une humidité suffisante pendant la période végétative. Certaines recherches expérimentales viennent à l'appui de cette interprétation ; il est en effet beaucoup plus naturel d'invoquer, pour l'explication des caractères d'une espèce, la formation de variétés, — dont la divergence sera d'autant plus faible que le temps de la variation aura été plus court, — plutôt que d'admettre des modifications effectives dans la périodicité, ou bien des changements dans les habitudes de la plante, qui se serait accoutumée à des moyennes de températures sensiblement plus basses et à un minimum d'humidité.

D'ailleurs, il est à noter que tous les paléontologistes n'envisagent pas les choses à ce point de vue. Ainsi, dans un livre récent (1), M. Seward remarque que la présence de certaines Fougères et Marattiacées aux époques carbonifère, triasique et jurassique ne peut, vu l'ancienneté de ces périodes, nous renseigner d'une façon certaine sur le climat régnant alors, et que, par conséquent, la question n'est pas résolue.

Mais en pareille matière, qui oserait prendre pour des faits démontrés les hypothèses plus ou moins plausibles, auxquelles nous sommes obligés de recourir ?

Il y a tout lieu de croire qu'un groupe systématique déterminé, avant de perdre une caractéristique biologique spéciale, abandonne

(1) *Fossil plants as tests of climate*, Londres, 1892.

peu à peu ses caractères morphologiques primitifs. C'est en vertu de ce principe que nous sommes amenés à penser que les formes de végétation des zones, qui, comme les zones arctiques et antarctiques, n'existaient pas aux époques géologiques anciennes, et qui descendent des formes biologiques occupant alors ces régions ou des régions avoisinantes, s'étaient développées avec d'autres adaptations au climat, mais que ces formes ont dû subir des transformations extérieures complètes, c'est-à-dire donner naissance à de nouvelles espèces, à de nouveaux genres, à de nouvelles familles, avant de revêtir des formes biologiques nouvelles.

Par contre, là où nous rencontrons, dans les couches tertiaires ou même dans celles d'un âge plus reculé, une forme végétative assez bien caractérisée pour qu'on puisse déterminer ses exigences climatériques, nous pouvons conclure, qu'à ces époques régnait dans la contrée un climat correspondant à celui sous lequel nous voyons s'épanouir aujourd'hui les mêmes formes végétales.

Il en résulte tout naturellement que les groupes systématiques ne sont pas distribués au hasard, mais que les limites mêmes de leur patrie correspondent à des habitudes biologiques. Cette délimitation existe aussi bien pour les ordres, car dans une région florale, les divisions morphologiques sont en relations avec les divisions biologiques; autrement dit, cette délimitation existe parce que, dans les familles et dans les ordres, aussi bien que dans les espèces et les variétés, les adaptations biologiques se conservent le plus longtemps possible.

#### Division des groupes de Plantes d'après le climat.

En nous permettant de comparer le mode de répartition aux époques antérieures et à l'époque actuelle de groupes bien connus, tant au point de vue systématique qu'à celui de la biologie, le groupe des Palmiers, par exemple, la paléontologie végétale, nous montre qu'il s'est produit des transformations lentes mais profondes dans les zones de végétation, et nous fait assister au développement graduel de ces zones. M. de Candolle a publié, à ce sujet, un mémoire fort instructif (Archives des Sciences de la Bibliothèque universelle, Genève, 1874). L'auteur divise les plantes en groupes biologiques établis d'après la *chaleur* seule, puis d'après la *chaleur* et l'*humidité*: la lumière n'intervient pas dans cette classification. Les cinq grandes divisions admises et qui

correspondent à peu près à nos zones de végétation sont les suivantes :

1. *Mégathermes* (plus exactement llydromégathermes). Végétaux exigeant toute l'année des températures très élevées (20° C. et au-dessus), et en même temps une grande humidité. Ce sont les plantes tropicales actuelles.

2. *Xérophiles*. Végétaux réclamant, eux aussi, des températures élevées mais en même temps de la sécheresse et des oscillations thermiques plus accusées; habitent les régions tropicales à périodes sèches, les steppes et les déserts subtropicaux.

3. *Mésothermes*. Végétaux demandant une chaleur tempérée (15° — 20° C), et une humidité moyenne. Une partie d'entre eux exige des températures élevées en été, une autre ne supporte pas les basses températures en hiver, une troisième ne résiste pas à la sécheresse accompagnant les hautes températures estivales. Ce sont les plantes des Açores, des Canaries, des régions méditerranéennes, de la Chine, du Japon et du sud des Etats-Unis dans l'hémisphère Nord. Dans l'hémisphère sud, ce sont les plantes du Chili, de la République-Argentine, de Tasmanie, du sud de l'Australie et de la Nouvelle-Zélande.

4. *Microthermes*. Végétaux exigeant des températures de 14° à 0°, une chaleur moins forte en été : supportent le froid en hiver. Ce sont les plantes de notre deuxième zone de végétation : dans l'hémisphère austral on en retrouve au Chili, au Cap Horn, aux îles Falkland, etc.

5. *Hékistothermes*. Ce groupe comprend les plantes des zones de végétations arctique et antarctique où manquent les arbrisseaux (j'y rattacherai, pour ma part, les plantes des îles Kerguelen). Ce sont de tous les végétaux ceux qui demandent le moins de chaleur.

Les analogies et les différences de ces divisions avec nos zones de végétation fondées sur la résultante de toutes les actions géographiques, sont faciles à reconnaître. Si l'on excepte les xérophiles, on voit combien elles ressemblent aux zones de chaleur de Köppen. Dans les deux cas les groupes se correspondent symétriquement de part et d'autre de l'équateur. Mais le côté fondamental de l'œuvre de M. de Candolle, si riche en détails précieux, est d'avoir entrepris l'étude paléontologique de ces groupes physiologiques, et d'avoir recherché leurs répartitions en différentes régions du globe.

Le groupe exigeant à la fois de la chaleur et de l'humidité, celui qu'on peut appeler *mégistotherme*, n'est plus guère représenté actuellement que par les Algues des sources chaudes (30°C.) : au point de vue de leurs conditions de vie, sinon au point de vue phylogénique, ces plantes se rapprochent de celles qui ont couvert le globe aux premiers âges du monde, et dont les Algues, les Fougères, les Lycopodiacées et les Equisétacées de la période houillère peuvent être considérées comme les remplaçants. Les mégathermes, qui, aux temps secondaires, constituaient avec les mégistothermes la végéta-

tion du globe, et qui ont encore eu à l'époque tertiaire une extension considérable, sont aujourd'hui (et le recul a commencé dès l'éocène), étroitement limités à la seule zone équatoriale. C'est le groupe des xérophiles, d'apparition récente sans doute puisqu'on ne l'a pas encore trouvé représenté dans les fossiles tertiaires, qui a remplacé les mégathermes. Les mésothermes, qui, d'après les documents paléontologiques les plus sûrs, étaient encore à la fin de l'époque tertiaire répandus dans le nord, au Spitzberg, en Islande, au Groenland, et jusque dans leurs stations actuelles de l'Europe méridionale, ne se trouvent plus aujourd'hui au-delà de la limite septentrionale des arbres à feuilles persistantes. En l'absence de données paléontologiques, il n'est pas possible d'apprécier les changements de répartition dans l'hémisphère austral. Un fait certain c'est que les mésothermes y manquent à l'époque actuelle. Ces régions des deux hémisphères sont aujourd'hui occupées par les microthermes et les hékistothermes ; et, à l'époque glaciaire, alors que les côtes de l'Atlantique étaient, en Europe et en Amérique, couvertes de glaces, les hékistothermes se sont répandus jusque dans les latitudes moyennes, dans des contrées qu'ils ont dû abandonner plus tard, lorsque, par suite de modifications du climat, la température annuelle venant à s'élever, ils ont été remplacés par les microthermes.

Les zones de végétation se sont donc graduellement constituées. Si nous nous rappelons que chaque groupe thermo-hygrophile provient d'un groupe déterminé du système naturel, que, par conséquent, les groupes les plus récents xérophiles, microthermes et hékistothermes, proviennent d'espèces, de genres, de familles ou d'ordres d'apparition plus récente, résultat direct de la variation, nous pouvons nous représenter les différentes phases par lesquelles ont passé les zones de végétation, et leurs transformations successives avec le climat au cours des périodes géologiques.

Ce qu'il y a de particulièrement original dans les divisions admises par M. de Candolle, c'est qu'elles ne sont basées ni sur la systématique, ni sur les limites géographiques des flores, ni même sur la distinction des végétaux en arbres, plantes herbacées diverses, plantes aquatiques, etc., mais qu'elles embrassent l'ensemble de la végétation, au seul point de vue des nécessités climatiques. Ces groupes sont donc vraiment, comme le voulait l'auteur, des *groupes physiologiques applicables à la géographie ancienne et moderne*. L'utilité de ce mode de groupement qui se prête si bien aux représentations cartographiques (voir les cartes de M. Engler (1) et celle des zones

(1) Verg. Entw. d. Fl. Tome II.

Drude. — *Géogr. botan.*

*de végétation* dans l'*Atlas physique de Berghaus*), ressort clairement de ce fait que les ordres et les genres, d'une part, les formes biologiques, d'autre part, se fondent, pour ainsi dire, devant les nécessités climatologiques.

Nous trouvons, par exemple, dans le groupe des xérophiles, répandus surtout entre les deux tropiques et s'avancant jusque dans la région méditerranéenne, en Chine et dans le Pays des Prairies, en Amérique du Nord, certaines tribus et certains genres de Labiées, Borraginées, Asclépiadées et Composées, de Palmiers, de Liliacées, de Myrtacées et même de Cycadées, affectionnant d'ordinaire des climats tout différents. Les xérophiles les plus caractéristiques sont les Euphorbiacées charnues cactiformes, les Zygophyllées, les Mésembryanthémées et les Protéacées; ces dernières, toutefois, se rattachant plutôt au troisième groupe sous le rapport de l'humidité qu'elles exigent. Ces divers groupes systématiques se retrouvent là sous la forme de plantes à feuilles ou à tiges charnues, de plantes bulbeuses ou tuberculeuses, de plantes à épines à feuillaison périodique, ou présentant des dispositions leur permettant de résister à la sécheresse. Comme les plantes herbacées, elles ont donc recours à tous les moyens de protection, ou bien elles sont représentées par des plantes annuelles à courte période végétative.

Ces plantes, aussi différentes au point de vue de leur place dans le système qu'à celui de leur organisation, sont réunies sous la dénomination générale de xérophiles. Cette distinction a d'autant plus d'importance au point de vue géographique qu'elle permet d'un mot de caractériser certaines régions.

Dans quelle mesure les propriétés héréditaires de ces groupes se maintiennent-elles au cours des changements qui se produisent dans les temps géologiques? C'est encore un problème non résolu.

### **Tout isolement géographique entraîne le développement d'une flore spéciale.**

Nous venons de voir qu'à chaque période déterminée de la vie du globe, c'est la séparation des climats qui amène la séparation des régions florales. Lorsque des groupes de plantes offrant entre elles certaines relations phylétiques, se développent sous un certain climat, on peut dire que les zones de végétation sont la première cause amenant cette séparation. Mais cette cause n'est pas unique.

Cela veut dire seulement qu'à des zones de végétation tropicales correspondent des régions florales tropicales; et M. Hooker estime que la première séparation qui se soit produite dans la flore terrestre a été celle des flores tropicales et tempérées; mais jamais l'analogie de climat n'a suffi à produire le développement de formes semblables dans des régions très éloignées et n'ayant jamais eu de rapports entre elles. L'isolement d'une région a toujours amené le développement de formes systématiques différentes, dont la divergence augmente avec le temps. D'autre part, on voit souvent certains groupes sortant de la sphère climatérique étroite qui leur était assignée, arriver à s'acclimater aux conditions biologiques de régions voisines. Les Palmiers, Broméliacées, Cycadées et beaucoup d'autres familles, sont aussi bien composées de mégathermes que de xérophiles et de mésothermes. La seconde cause de séparation des régions florales est la suivante. Des régions situées dans la même zone climatérique, mais d'autre part restées *indépendantes* au point de vue géographique, ont formé des flores spéciales. Des plantes semblables figurant dans des flores différentes, entre lesquelles elles constituent un lien, doivent leur existence à la similitude d'origine de ces flores à une époque géologique antérieure, ou au pouvoir migrateur qui fait que, par différents moyens, certaines plantes peuvent atteindre des régions très éloignées.

Ces principes deviennent évidents, si l'on compare entre elles deux régions vastes, présentant une grande variété, mais géographiquement très éloignées l'une de l'autre, et où, grâce à la diversité du sol, du régime des pluies, il n'est pas douteux que les conditions climatériques aient toujours été dissemblables. Prenons par exemple le Mexique, depuis le nord jusqu'à l'Amérique centrale, d'une part; la région s'étendant de la Grèce orientale au Turkestan et aux chaînes qui limitent l'Inde d'autre part; ou encore l'Australie à l'exclusion de la région nettement tropicale.

Dans ces régions on trouve à la fois des steppes arides et de riches régions tropicales. Cependant, d'après M. Hemsley, sur les 1100 genres de plantes orientales, il n'y a en Amérique que 400 genres et, sur les 9500 espèces, il n'y a en Amérique que 350 espèces orientales. Du moins dans ces deux régions de développement la plupart des familles de Monocotylédones et de Dicotylédones sont-elles les mêmes, mais en Australie la différence est encore plus sensible. 50 familles représentées au Mexique ne figurent pas sur ce continent, et les différences entre les flores vont en augmentant à mesure que les groupes cessent d'être semblables. Les plus

grandes différences résultent surtout de la différence des familles. Ce qui exclut la possibilité de similitude des genres et des espèces. Ajoutons à cela la différence de genres, la plus grande partie des familles étant les mêmes, et enfin, la différence la moins accusée, le fait de l'existence dans un pays d'un nombre plus ou moins considérable d'espèces différentes appartenant pour la plupart à des genres semblables.

Dans mon mémoire sur les *Régions florales* (p. 6), je me suis étendu sur ce point avec plus de détails, et ces trois degrés de différenciation ont servi à distinguer des groupes de régions florales, des régions florales isolées et des domaines floraux.

Si tous les pays étaient, géographiquement, aussi bien séparés que ceux que nous venons de citer, si ces pays eux-mêmes n'étaient pas en liaison intime avec l'Amérique du Nord et l'Amérique centrale d'une part, avec l'Afrique septentrionale, l'Europe occidentale et la région du Pont d'autre part, et enfin, pour l'Australie, avec l'Inde tropicale, les limites des régions florales seraient fort nettes; mais l'impossibilité d'une délimitation géographique naturelle ne permet pas de tracer entre ces régions florales une frontière rigoureuse.

Ces principes sont aujourd'hui bien connus et incontestés, mais ils ne sont pas susceptibles d'une formule trop absolue: il n'y a pas à proprement parler de discussion sur ce point, toute la question est de savoir où se trouve le noyau d'origine des flores.

### Comparaison avec les faunes.

L'étude comparative des plantes et des animaux va nous montrer les ressemblances véritables et les analogies qu'on peut relever entre la flore et la faune. — Dans une même région les deux règnes se sont développés côte à côte, et, sous bien des rapports, leur évolution est connexe, qu'ils aient été alliés ou ennemis.

Les mêmes voies de migration qui s'ouvrent devant les plantes sont d'ordinaire accessibles aux animaux, mais de la différence d'organisation des deux règnes résultent des effets différents.

La plante est toujours étroitement soumise au climat. Si ses moyens de protection, qui se traduisent par des adaptations, sont nombreux, ils sont toujours d'ordre biologique et portent sur les bourgeons, la forme très diverse des feuilles et le revêtement de leur épiderme. Chez les animaux la protection prend une voie toute différente: l'animal peut se terrer, il peut émigrer périodiquement, jusqu'au retour de la saison favorable, il peut aller chercher l'eau nécessaire à sa subsistance, toutes choses impossibles au végétal.

Au premier abord, le pouvoir migrateur des animaux semble dépasser celui des plantes, et de fait, il le dépasse quand il ne s'agit que de parcourir de faibles distances; mais à y regarder de plus près on voit

que, pour l'ordinaire, l'organisme végétal se prête beaucoup plus facilement que l'organisme animal aux transports lointains. La variété des modes de multiplication et la formation de graines très efficacement protégées, et ne germant qu'après une période de repos, rendent les plantes plus aptes à franchir de grands espaces, tandis qu'un seul animal transporté au loin ne peut se multiplier; et, en admettant même le transport d'un œuf, l'animal qui en sortira sera, dans la plupart des cas, dans un tel état de faiblesse qu'il ne pourra résister. C'est pourquoi les végétaux, tout en étant limités à un climat plus restreint, triomphent plus facilement des obstacles qu'ils rencontrent dans certaines régions. Voilà comment on peut s'expliquer facilement qu'à une limite très nette de la faune ne corresponde pas toujours une limite aussi nette de la flore. Ainsi l'Australie, la Nouvelle-Zélande et l'Archipel Malaisien jusqu'à Célèbes, constituent au point de vue des animaux supérieurs, un ensemble absolument distinct du reste du monde (1), tandis que pour la flore, il n'en est pas de même comme on peut s'en assurer en examinant la carte n° 49 de l'*Atlas physique* de Berghans. On observe encore, entre les faunes et les flores, d'autres différences secondaires. Les Antilles, par exemple, sont bien plus distinctes par leur faune, où abondent les formes spéciales, que par leur flore. Cependant, à part les exceptions aux lois d'extension communes aux animaux et aux végétaux, on peut dire, qu'en général, à une faune spéciale correspond une flore spéciale, et qu'une même loi de développement régit tout le monde organique.

M. Wallace a énuméré dans sa *Distribution géographique des Animaux* (2), et par ordre d'importance les principaux facteurs déterminant la séparation ou le mélange des faunes.

Ce sont : 1° la proportion relative des étendues de terre et d'eau ; 2° la limite et le mode de distribution des continents ; 3° la profondeur des océans et des mers, où l'on doit tenir compte de la direction et de la vitesse des courants ; 4° la situation des îles ; 5° la hauteur, la direction et les relations des chaînes de montagnes ; 6° la position et la superficie des déserts, des lacs, des forêts ; 7° la direction dominante des vents et des tempêtes ; 8° le climat et les différences (extrêmes et moyennes) de la température,

(1) C'est là un point très important et qui est d'une étude difficile. Wallace a, le premier, indiqué qu'on trouvait de part et d'autre du détroit de Macassar, en Nouvelle-Guinée et dans l'Archipel Malaisien, des faunes et des flores absolument différentes. A ce sujet, un botaniste qui connaît bien la flore néo-guinéenne, M. Warburg, a exprimé sa manière de voir dans un mémoire récent (*Flora des asiatischen Mousungebietes*, in Verhandl. d. Gesellsch. deutscher Naturf. u. Aerzte 1890). D'après lui, les mammifères d'une part, les plantes forestières et les animaux inférieurs d'autre part, dateraient d'époques absolument différentes, et cela seul suffirait à expliquer l'anomalie mentionnée par Wallace. Le type commun des forêts vierges primitives de l'Archipel Malaisien, de la Nouvelle-Guinée et du nord-est de l'Australie tropicale, remonte à une époque bien antérieure à l'arrivée des mammifères supérieurs dans l'Archipel Malaisien, jusqu'au détroit de Macassar. Puis la coupure s'est faite, amenant la séparation des deux régions, où flore et animaux inférieurs ont continué à se développer. (Note de l'auteur).

(2) *Geographical Distribution of Animals*. T. 1, p. 5.

de la quantité de pluies, de neige ou de glace; 9° les influences des changements de végétation. Tous ces facteurs agissent sur les végétaux aussi bien que sur les animaux, et ce qui s'applique aux faunes peut également s'appliquer aux flores.

Les considérations se rapportant aux points 1 et 3, sont d'ordre purement géographique; il en est de même, en partie, pour celles inscrites sous le n° 6. Lorsqu'une contrée se recouvre d'un ensemble de forêts, cette zone boisée constitue, elle aussi, tant qu'elle est stationnaire, une limite de végétation vis à vis des éléments étrangers, et protège, au contraire, les plantes plus humbles qu'elle renferme. Les considérations mentionnées sous le n° 8 appliquées au monde végétal sont avant tout d'ordre biologique. Les dernières (n° 9) ont trait au rapport des plantes avec le monde animal.

Ce que M. Wallace indique au n° 7 est également applicable aux animaux et aux végétaux; il s'agit de l'influence de la direction du vent sur le transport des graines et la formation de colonies. On sait par exemple que le *farhu* a la plus grande influence sur l'établissement des plantes méridionales dans les vallées des Alpes où il souffle.

Ce dont M. Wallace n'a pas eu à tenir grand compte, et ce qui doit nous préoccuper, ce sont les propriétés physiques et chimiques du substratum dans lequel les plantes enfoncent leurs racines. Par contre-coup, ces qualités du sol ont une influence certaine, quoique moins marquée, sur les animaux. La faune et la flore sont donc dans des conditions semblables, mais ces influences agissent sur l'une et sur l'autre à des degrés différents.

Le géographe a depuis longtemps reconnu la nécessité de voir le monde organique dans son ensemble, lorsque les conditions de répartition sont les mêmes et qu'elles tiennent à des causes semblables. Il n'attache que peu d'importance aux différences observées entre certaines flores et faunes, et n'en retient que ce qu'elles ont au fond de commun. C'est ce que, mieux que personne, M. Supan (1) a su faire. Il était tout naturel qu'à l'origine la Zoologie et la Botanique restassent dans leur domaine respectif, sans s'occuper l'une de l'autre, chacune donnant une forme spéciale à ses conclusions. La géographie, au contraire, a pour devoir de tirer de ces conclusions mêmes de grandes lois applicables à l'ensemble; car il s'agit, pour elle, de démêler les actions réciproques du monde végétal et de la nature inorganique, où la plante est tantôt active, tantôt passive. La plupart des questions qui viennent de nous occuper sont les mêmes pour les deux règnes, à savoir: la situation, la forme, et l'âge géologique des continents, leurs divisions orographiques, l'influence combinée des parties élevées et des parties basses et du climat au point de vue des séparations possibles, l'influence de la direction des courants d'air et d'eau, grâce auxquels des réunions peuvent s'établir.

(1) Grundz. d. phys. Erdk. Chapitre X.

### Actions biologiques réciproques.

Les adaptations d'un organisme à un autre, de plante à plante, ou de plante à animal sont, elles aussi, d'ordre géographique et varient avec la grandeur des aires, la possibilité de dispersion et d'établissement de colonies fortuites dans des régions étrangères. Nous avons vu, plus haut, que les lignes de végétation dépendent surtout du climat et du sol; ici nous nous trouvons en face d'une autre influence, celle des organismes qui facilitent ou empêchent l'extension d'autres organismes. Beaucoup ont une action évidemment favorable.

Bien des plantes vivent sur le sol des forêts, ou dans les régions tropicales, sur les branches des arbres, qui, sans cette protection, trouveraient difficilement une station convenable. L'extension de plusieurs autres formes, en particulier les plantes parasites et humicoles, est soumise à l'extension même des formations forestières. Les mousses des marais, grâce à leur organisation spéciale, abritent beaucoup de végétaux qui, sans elles, auraient souvent à souffrir de la sécheresse périodique; l'épais tapis qu'elles forment est également favorable à la dispersion et au mélange des espèces. Les animaux herbivores transportent au loin les fruits épineux qui se fixent à leur toison; les oiseaux frugivores répandent à de grandes distances les graines des plantes dont ils se nourrissent, et les espèces baccifères, si largement représentées dans les flores des îles océaniques et qui constituent l'une des formes le plus facilement transportables, ne sauraient d'elles-mêmes s'étendre ainsi sans le secours des animaux migrateurs.

On peut classer les graines en 6 groupes d'après leurs moyens organiques de dispersion.

1° Graines enfermées dans un fruit charnu mangé par les animaux; 2° graines munies de crochets et d'épines, leur permettant de s'attacher aux animaux migrateurs; 3° graines (ou fruits) à ailettes facilitant le transport par le vent; 4° graines très petites facilement emportées par le vent; Orchidées, Pyrolacées, Rhododendron, Nepenthes, etc.; 5° graines renfermées dans des fruits élastiques dont la déhiscence peut être provoquée par le contact d'un animal qui servira au transport; 6° graines pouvant germer et surnager dans l'eau de mer. La dispersion des graines des deux premières catégories dépend absolument des animaux. D'après M. Beccari (*Malesia* III) un oiseau ayant mangé des fruits de *Vaccinium* sur une montagne, dans l'intérieur de l'île de Ceram, peut les déposer trois ou quatre heures plus tard sur une montagne de Nouvelle-Guinée

Dans ses recherches sur la flore des îles, M. Hensley attache une grande importance au mode de dispersion. Dans chaque flore les moyens de propagation des végétaux doivent donc être soigneusement étudiés.

C'est surtout quand un groupe de formes végétales d'un caractère particulier et limité dans sa répartition se trouve en relations utiles avec un groupe de formes zoologiques spéciales et limitées, que l'étude de ces actions biologiques réciproques est intéressante. Les fleurs à pollen visqueux et les insectes qui, venant y chercher le nectar, déterminent chez elles la fécondation et par suite le développement de graines fertiles, en sont un excellent exemple.

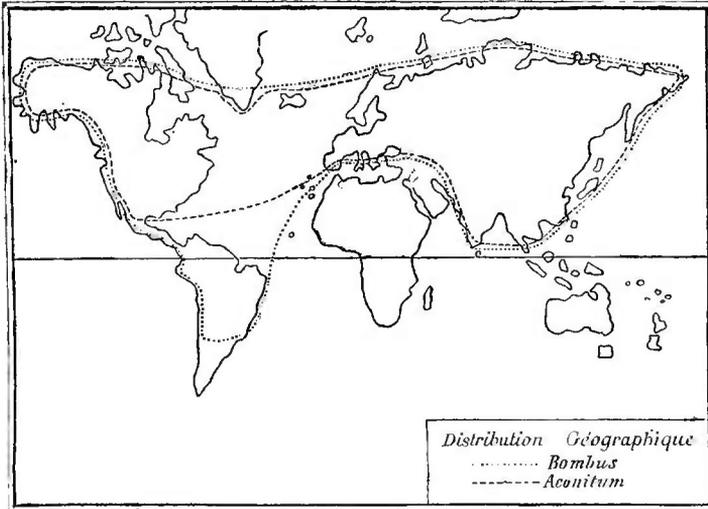
Nous n'avons à considérer ici que le point de vue géographique de cette importante question. Parmi les nombreux travaux publiés à ce sujet, nous ne mentionnerons comme d'un intérêt général que les suivants : *Hildebrand*, Die Geschlechter Vertheilung bei den Pflanzen und das Gesetz der vermiedenen und unvortheilhaften stetigen Selbstbefruchtung; Leipzig 1867 — *Darwin*, Les effets de la fécondation directe et croisée. — *Kerner*, Schutzmittel der Blüten gegen unberufene Gäste, Vienne 1876 — *D<sup>r</sup> H. Müller*, Die Befruchtung der Blumen durch Insekten und die gegenseitigen Anpassungen beider, Leipzig 1873, complété par ce mémoire du même auteur : Alpenblumen, ihre Befruchtung durch Insekten, Leipzig 1881 — *Errera*, Sur la structure et les modes de fécondation des fleurs, Gand 1878 (Bull. Soc. Roy. de Bot. de Belgique, XVII.) — *Schenk*, Handbuch der Botanik, Tome I p. 1-112.

A propos de la multiplication et du mode de répartition des plantes, M. Wiesner donne un excellent exposé de la question (*Elemente d. wiss. Botanik*, Tome III. Pflanzenbiologie); c'est le seul ouvrage de Biologie où l'on ait étudié comparativement les actions biologiques réciproques et la distribution géographique.

Ces actions réciproques sont intéressantes à un double point de vue; d'abord à celui de l'extension des aires, et par conséquent du caractère des domaines floraux, ensuite au point de vue de la physionomie de la végétation. Sur ce dernier point on comprend que suivant la proportion relative de plantes à fleurs nectarifères dans lesquelles la fécondation croisée est indispensable, et de plantes auémophiles, c'est-à-dire celles dont le vent entraîne le pollen fécondateur (plantes à fleurs peu visibles en général), la physionomie d'une région puisse changer.

L'action sur les aires n'est sensible qu'en tant que certains insectes soit limités à certaines fleurs et réciproquement. Tout récemment M. Kronfeld a étudié sous ce rapport le genre *Aconitum* et le genre *Bombus*.

Cet exemple si instructif mérite qu'on se reporte aux figures originales données par l'auteur dans le Journal de M. Engler (Botan. Jahrb. für Systematik, etc. Tome XI, p. 19). M. Kronfeld a montré l'adaptation étroite qu'il y a entre les fleurs des Aconits et les Hyménoptères du genre Bourdon (*Bombus*) qui, en raison de la grosseur de leur corps en harmonie avec l'organisation florale de ces plantes, les visitent presque seuls, et sont les agents ordinaires de la fécondation ; partout où l'aconit fleurit, le bourdon se montre.



Pour donner des graines fertiles, les Aconits ont donc besoin des Bourdons bien plus que ceux-ci n'ont besoin des Aconits, car on n'a pas noté jusqu'ici une seule espèce de Bourdon vivant exclusivement sur ces fleurs. Au point de vue de la répartition ces deux genres se correspondent donc, l'aire de l'un étant l'aire de l'autre. En Amérique, toutefois, les *Bombus* descendent beaucoup plus au sud de l'équateur que les Aconits, tandis que le genre *Aconitum* ne sort pas des limites communes à beaucoup de genres boréaux.

Tout ce que nous avons dit ou indiqué sur ces influences réciproques nécessite une étude concomitante des deux règnes au point de vue de la théorie de la descendance et de la variation et qu'on tienne compte aussi de la durée des périodes terrestres.

La séparation géographique dont l'influence va croissant avec le temps, peut et doit amener le développement d'organisations étrangères les unes aux autres, toute modification ayant son contre-coup et amenant d'autres transformations.

Dans la nature, dit M. Wallace, un changement est le centre d'un cercle qui va sans cesse en s'élargissant (1).

(1) Every change becomes the centre of an everwidening circle of effects, (*Geogr. distrib. Anim.* I, p. 44).

### Formes endémiques.

Supposons que, à un certain moment de la vie du globe, un groupe de plantes déterminé occupe une aire continue. Par la vertu des lois de la descendance, les variétés issues d'une souche commune vont à leur tour se répandre sur une certaine surface, chacune possédant son aire propre. Si maintenant il se produit, par la suite, un morcellement de ces aires, provenant soit d'obstacles à la dispersion, soit de toute autre cause, les formes nouvellement apparues sont dites *formes endémiques* des territoires où elles se sont montrées tout d'abord. Bien que développées en des points différents, les formes différentes ayant même origine sont des formes sœurs : on les désigne sous les noms de formes correspondantes ou de formes représentatives. Mais il existe d'autres formes endémiques, généralement sans formes sœurs représentatives, et provenant de ce que les conditions compatibles avec l'existence d'une espèce, réalisées autrefois sur de grands espaces, ne se rencontrent plus, de nos jours, que sur des points limités : on appelle restes endémiques les formes ayant eu autrefois une grande extension et aujourd'hui localisées. Par suite d'une progression ou d'un recul, l'aire de cette plante peut gagner une région où l'espèce en question ne s'était jamais montrée : par conséquent nous sommes amenés à distinguer parmi les formes endémiques d'une région, les formes développées *in loco* et celles qui y sont introduites par le moyen que nous venons de dire. Ces dernières, qu'on peut appeler plantes endémiques introduites, peuvent à leur tour subir des variations locales dans leurs caractères morphologiques nous offrant des exemples d'*endémismes secondaires* développés sur place. Ainsi, ces plantes, par le fait de ces particularités spéciales ultérieurement acquises, deviennent vraiment endémiques dans la région. Nous avons vu, plus haut, qu'il y a des endémismes de rang morphologique très divers : des groupes endémiques qui ne sont que de simples variétés d'autres qui sont des sous-espèces, des espèces, des sous-genres, des genres, des tribus, ou des familles. L'importance des groupes endémiques au point de vue de la caractéristique géographique croît avec le rang morphologique. Des régions possédant, localisées sur une surface relativement restreinte des tribus et des familles entières, sont par là nettement cara-

térisées, et doivent être considérées comme ayant été le siège d'un développement séparé et autonome.

Le développement d'un groupe de rang supérieur exige en général plus de temps que celui d'un groupe de rang inférieur. Toutefois, l'inverse peut se présenter, car il est bien rare que nous puissions distinguer les formations endémiques apparues sur place, de celles provenant de l'extinction des espèces voisines. Les groupes de même rang, les espèces de même valeur par exemple, peuvent avoir des âges fort différents; et tandis que nous voyons des formes qui semblent n'avoir pas varié depuis le pliocène, et même depuis plus longtemps (une Conifère, le *Taxodium distichum*, s'étendait autrefois en Amérique beaucoup plus au nord qu'aujourd'hui), il en est d'autres, dont la date d'apparition est incontestablement plus récente. L'âge d'une espèce endémique, c'est-à-dire le temps pendant lequel une espèce caractérise une contrée déterminée, doit donc être considérée comme très variable.

Les espèces de Saxifrages très répandues sur les hautes chaînes de montagnes de la zone boréale tempérée offrent dans les Pyrénées, les Alpes, le Caucase, l'Himalaya, les Montagnes-Rocheuses, etc., de nombreux cas d'*endémismes représentatifs*. Ces espèces sont proches parentes, et, le temps depuis lequel elles sont distinctes spécifiquement ne doit pas être très reculé. Un genre de Scrophularinées, le genre *Wulfenia*, habitant les Alpes orientales, est réduit à quatre espèces limitées à cette chaîne, à l'Asie occidentale et à l'Himalaya. Ce sont donc des espèces *représentatives*.

Le genre *Erica* (400 espèces) se trouve à la fois dans l'Europe centrale et méridionale et dans l'Afrique australe. L'Afrique tropicale vient donc séparer absolument les espèces de ces deux domaines, la majeure partie de ces 400 espèces est endémique au sud-ouest du cap de Bonne-Espérance, où elles occupent une aire très restreinte; plusieurs sont *représentatives*. Un genre de Conifères très remarquable, le genre *Salisburia* ou *Ginkgo*, comptait aux époques géologiques antérieures de nombreux représentants et s'étendait fort loin dans le nord (1); de nos jours le genre est monotype et la seule espèce habite l'Asie orientale: ce genre nous offre un exemple d'*endémisme avec extinction de formes sœurs*; mais l'espèce actuelle peut très bien avoir pris naissance dans l'Asie orientale.

Le Groenland possède une série de sous-espèces endémiques qu'on ne retrouve nulle part ailleurs, mais qui se montrent toutes très proches parents d'espèces ayant une très grande extension dans la région arctique boréale. Ces espèces datent peut-être toutes de la période glaciaire ou post-glaciaire et ont subi, sous l'influence de

(1) Oswald Heer, *Zur Geschichte der Ginkgo-artigen Bäume*: (Botan. Jahrb., Syst. I. 1-13).

conditions locales déterminées, des changements dans leurs caractères morphologiques. C'est là un exemple d'*endémisme secondaire*. — genre *Scalesia* (Composées), qui compte dix espèces, est endémique à Galapagos, où il forme de petits bosquets. Les différentes espèces occupent respectivement des îles différentes. C'est un exemple très remarquable d'*espèces représentatives*.

La notion d'endémisme varie avec la grandeur de l'aire considérée, et aussi avec sa nature géographique et botanique. L'Allemagne, par exemple, n'est pas une région à limites géographiques bien tranchées et n'a pas d'espèces endémiques distinctes de la chaîne des Alpes, qui n'a pas une étendue considérable, et, au contraire, très nettement limitée et compte environ 200 espèces endémiques. De même en France, sur les côtes de l'Océan, on trouve quelques espèces bien nettement endémiques. Les Pyrénées en renferment un grand nombre. Ce sont les groupes endémiques d'ordre supérieur, c'est-à-dire les genres et les familles qui nous permettent de décider si telle ou telle région a été le siège d'un développement indépendant. Une région sera d'autant plus *naturelle* que le nombre de ses espèces endémiques se trouve plus considérable. Ce raisonnement qui consiste à dire que les groupes endémiques permettent de limiter une région, et d'autre part qu'une région est d'autant plus naturelle qu'elle renferme une proportion plus grande d'espèces endémiques, pourrait sembler un cercle vicieux, mais c'est en réalité la base scientifique même de la division du globe en régions florales.

Une région florale déterminée contient non seulement la majeure partie des espèces, mais encore la majeure partie des genres très limités et même des sections entières de genre ayant une grande extension. Il arrive même que quelques tribus ou des familles de peu d'importance s'y trouvent endémiques.

La région florale se divise en *domaines*, se distinguant par des espèces représentatives de genres caractéristiques.

### Flore des Îles.

*Bibliographie* : Alph. de Candolle, Géogr. bot. rais. P 1278. — Hooker, on insular Floras. — Peschel, Die Tier und Pflanzenwelt der Inseln " Neue Probleme d. Vergl. Erdk. " Abh. 4. — Wallace, Island Life, London, 1880. — Grisebach, La Végétation du Globe, chap. XXIV Tome II, p. 748 et 2<sup>e</sup> édit. allemande, II, p. 472. — Hemslay, Introduction to Reports on insular Floras (Challenger Reports, Botanical, London, 1885). Drake del Castillo, Remarques sur la flore de Polynésie, Paris, 1890.

« Une grande importance s'attache aux îles et aux archipels lointains, où les voies suivies par le mélange des flores se laissent plus aisément reconnaître, où, souvent, les végétaux endémiques diffèrent considérablement par leur structure même, de ceux de toutes les terres fermes, et où la disposition originelle des centres s'est conservée plus intacte qu'ailleurs. »

C'est en ces termes que Grisebach parle des îles, de l'intérêt spécial qu'elles présentent tant au point de vue du développement des flores qu'au seul point de vue géographique de la répartition de ces terres.

Les îles, en effet, offrent des caractères très tranchés au point de vue géologique, comme M. Peschel l'a déjà établi dans son mémoire sur l'*Origine des îles*, et aussi au point de vue de la biologie zoologique ou botanique.

S'il est vrai, comme M. Haln l'a dit dans ses *Études sur les îles* (1), que le géologue doit guider le géographe, il est non moins certain que celui-ci ne saurait que gagner aux enseignements du biologiste.

Depuis les mémorables travaux de Darwin, où les îles éclairent d'un jour si particulier le problème de l'origine des espèces, on admet que la flore endémique des archipels résulte d'une transformation d'espèces continentales, émanées des régions florales adjacentes, auxquelles viennent s'ajouter des importations étrangères.

Les objections de Grisebach (*Abh.*, p. 337) à cette manière de voir font plutôt ressortir les difficultés d'une explication unilatérale qu'elles ne suggèrent de solution nouvelle. Le fait le plus important, et qui résulte des travaux comparatifs de floristes éminents, c'est que la flore des îles ne doit pas être seulement considérée comme une transformation des flores continentales actuelles, mais que, dans beaucoup de ces terres, les flores primitives, peut-être celles de la période tertiaire, ont continué à se développer, et que, grâce à l'isolement qui les soustrayait aux transformations dont les continents étaient le siège, elles sont parvenues à se maintenir. C'est également ce qui distingue les flores des îles de celles des chaînes de montagnes auxquelles l'abondance des formes endémiques les fait souvent comparer. Celles-ci présentent bien plus rarement des relations directes avec les formes des plaines.

Il semble, à s'en tenir à l'opinion de Grisebach, que nous puissions résoudre théoriquement du moins le problème des

(1) *Inselstudien*.

flores insulaires; mais, où la difficulté commence, c'est dans l'application de ces théories générales à une île, considérée dans son état actuel.

Les plantes ont été douées autrefois comme aujourd'hui de ce pouvoir migrateur que nous avons appris à connaître (voyez p. 85) mais il est certain que les conséquences en ont été différentes.

Il est possible qu'alors, grâce à des changements dans la direction des vents, des courants marins, dans la forme et l'étendue des continents, les voies de migration aient été différentes de celles que nous connaissons. Les îles actuelles peuvent très bien avoir fait partie jadis d'un continent ou d'une série d'îles, et avoir ainsi été ouvertes à une flore déterminée.

Pour les Canaries, Madère et les Açores, riches en formes endémiques et dont la flore rappelle par son caractère celle de la région méditerranéenne occidentale, la comparaison avec la flore tertiaire de l'ouest de l'Europe avait d'abord fait penser que cet endémisme datait précisément de cette époque. Les espèces de *Persea*, *Phœbe*, *Laurus*, *Arbutus*, etc., fréquentes alors en Europe, se sont modifiées depuis et sont disséminées sous formes représentatives. Le *Laurus canariensis* et l'*Arbutus canariensis* correspondent respectivement au *L. nobilis* et aux *Arbutus unedo* et *Andrachne*, formes méditerranéennes. Les genres *Persea* et *Phœbe* sont aujourd'hui localisés à ces îles. A l'aide d'une Sapotacée (*Sideroxyton*), Madère se relie au Maroc où la même famille est représentée par l'*Argania*. Ces deux genres sont, à l'heure actuelle, les seules Sapotacées du domaine floral atlantique. Le seul arbre endémique de Madère (*Clethra arborea*) se rattache à une forme vivante en Europe à l'époque tertiaire, et proche parente des Éricacées. Cette forme est aujourd'hui répandue en Amérique, depuis la Virginie jusqu'au Brésil, mais manque en Europe. C'est sur ces faits que reposait l'hypothèse, formulée par Unger en 1850, soutenue par Heer en 1853, d'un continent reliant autrefois l'Europe et l'Amérique, l'Atlantide, aujourd'hui disparue (1).

Sous ce climat océanique non troublé par le refroidissement glaciaire, les descendants de la flore tertiaire se seraient conservés plus facilement, et leurs espèces et leurs genres seraient devenus représentatifs. Les affinités européennes des flores de ces îles s'expliqueraient par le voisinage géographique et aussi par ce fait que la communication avec l'Europe se serait plus longtemps conservée. (Voir sur ce point: «Oswald Heer, *Lebensbild*,» par M. Schröter, Zürich, 1881, p. 313).

L'étude d'un domaine floral absolument différent montre que cette hypothèse de l'Atlantide est tout au moins inutile. M. Miquel avait

(1) Amy Boué, *Ueber die Rolle der Veränderungen des Unorganischen Festen im grossen Masstabe in der Natur* (St. 76, d. K. Akademie der Wissenschaften Wien 57. 1868. On y trouve la bibliographie de l'Atlantide; Suess, *Atlitz d. Erde*. Tome I, p. 368

signalé les grandes affinités existant entre la flore japonaise et celle de la partie orientale de l'Amérique du Nord. Asa Gray a tiré de très remarquables considérations de Géographie Botanique, dont la conclusion, non infirmée jusqu'ici, serait que la ressemblance de ces deux régions ne tient pas à une émigration en Caroline de la flore du Japon ou réciproquement, mais à ce fait qu'une flore, descendue du Nord, s'est établie, à une époque géologique reculée, dans deux contrées absolument séparées l'une de l'autre, et que les éléments de cette flore sont, dans les deux cas, devenus représentatifs. Cette explication est également applicable aux îles atlantiques mentionnées plus haut; elles ont été visitées dès l'époque tertiaire, et les voies de ces migrations sont encore reconnaissables, par des colonies de plantes qui, depuis cette époque, ont disparu du continent européen, où s'y sont transformées, tandis qu'elles trouvaient dans ces îles des conditions favorables à leur maintien et permettant leur développement ultérieur. En pareil cas on ne peut invoquer l'hypothèse des « centres de création »; là, ni plus ni moins que partout ailleurs, des formes primitives en se transformant donnent un endémisme spécial (1).

D'après cet exemple, qui donne idée des problèmes se rattachant aux îles océaniques et des hypothèses mises en avant pour les résoudre, cherchons à nous faire une idée des traits saillants et caractéristiques de leurs flores.

1° La flore de chaque île dépend du temps écoulé depuis l'apparition de cette île à la surface des flots ou depuis la rupture de sa communication avec la terre ferme. La manière dont l'île s'est for-

(1) L'étude de la répartition des espèces dans un groupe d'îles peut conduire, relativement à l'origine de cet archipel, à des conclusions tout à fait fausses. Ainsi pour les Galapagos, M. Baur et M. Agassiz arrivent à des conclusions diamétralement opposées. Pour M. Baur (*Origin of the Galapagos*, (Am. Naturalist, mars-avril 1891), ces îles sont les restes d'un territoire primitivement rattaché à la côte américaine, dont il aurait été détaché au commencement de l'époque tertiaire puis morcelé à la suite d'effondrements ultérieurs. Au contraire, M. Agassiz, qui a visité ces îles pendant la campagne de l'*Albatros* (Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard College XXIII, 70, 1890), les considère comme des formations volcaniques. Cette région aurait été primitivement le centre d'éruptions sous-marines qui auraient peu à peu édifié les îles, portant certains sommets à 1,000<sup>m</sup> au-dessus du niveau de la mer — Il y a là deux questions, l'une géologique (le mode de formation de l'archipel), l'autre biologique (le rapport des différentes formes vivantes); elles doivent être séparées et l'on ne peut résoudre l'une par l'autre. De la présence d'espèces voisines, *Opuntia*, par exemple) dans les différentes îles, M. Baur conclut qu'une forme primitive devait, à l'origine, couvrir une terre étendue et que, dans les parties non atteintes par l'effondrement, les descendants de cette forme primitive se sont modifiés de différentes manières pour donner naissance aux espèces actuellement vivantes. Mais il n'y a pas de raisons pour ne pas admettre qu'une forme primitive, émanée du continent, s'est répandue en même temps dans un groupe d'îles volcaniques, sur chacune desquelles elle a évolué de façon différente. L'étude des formes représentatives dans les différentes îles d'un archipel ne peut donc nous renseigner sur le mode de formation de cet archipel. (Note de l'auteur).

mée est à prendre en considération, car, dans le premier cas sa surface déserte pourra donner asile à n'importe quelle colonie étrangère, tandis que, dans le second, ce sera un lambeau détaché d'une flore continentale qui prendra sur cette terre un développement autonome. La flore dépend aussi des introductions qui, selon le caractère de l'île, suivent des voies déterminées dépendant de la proximité d'une flore continentale et des facilités de communication de l'île avec la terre ferme ; elle dépend des conditions de vie, fixes ou soumises à des changements périodiques, conditions amenant une sélection dans la végétation, primitive ou établie dans l'île ultérieurement et qui font que certaines formes se développent, que d'autres sont arrêtées ; que les premiers occupants gardent plus facilement la place, grâce à l'isolement géographique diminuant beaucoup les dangers d'invasion d'espèces continentales, et grâce au climat insulaire, beaucoup plus uniforme que celui des continents. Dans les îles extratropicales, l'influence des changements périodiques se fait donc moins sentir que dans les continents situés à la même latitude.

2° L'accentuation du caractère endémique d'une flore insulaire, caractère exprimé par la proportion relative d'espèces spéciales qui s'y trouvent, dépend donc de son âge et des causes prédominantes qui ont agi sur sa flore primitive. Ce caractère s'accusera aussi, et parfois d'une façon toute différente, dans les colonies qui viendront plus tard, et cela d'autant mieux que les conditions extérieures réalisées dans l'île seront plus favorables à la transformation.

Ce sont les particularités biologiques de ces plantes qui se modifieront sous l'influence du climat insulaire, modifications qui demanderont d'autant plus de temps (au sens géologique du mot) qu'il y aura moins d'affinité entre les plantes de l'île et celles du continent. Un genre endémique offrira donc beaucoup plus d'importance qu'une espèce endémique et les îles les moins caractérisées au point de vue qui nous occupe sont celles où l'on ne trouve que des sous-espèces ou des variétés différant peu des formes continentales.

3° Les îles océaniques peuvent donc être classées d'après l'accentuation du caractère endémique de leur flore, sauf les cas où l'on peut opposer à un nombre donné de genres endémiques un plus grand nombre d'espèces endémiques. Nous donnons ici un tableau des principales îles avec indication du nombre de genres et d'espèces endémiques qu'elles renferment.

ILES	GENRES DE PHANÉROGAMES		ESPÈCES DE PHANÉROGAMES	
	Indigènes	Endémiques	Indigènes	Endémiques
	Nouvelle Zélande .....	303	28 (1)	935
Iles Sandwich.....	256	40	729	575 (2)
Juan Fernandez.....	46	10	102	70
Sainte-Hélène.....	44	5	62 (45?)	38
Tristan d'Acunha.....	23	0	29	15
Galapagos.....	164	7	332	174
Socotra.....	324	16	600	200
Seychelles.....	180	7	258	52
Maurice.....	323	7(+34) (3)	705	195
Rodriguez.....	119	3	176	36
Canaries.....	180 (4)	15	977	422 (5)
Madère.....	?	4 (?)	648	103
Açores.....	249	0 (2)	478	40
Ile Chatham.....	56	1	62	9
Kerguelen.....	18	1	21	3
Falkland.....	84	0	115	26
Auckland.....	57	0	85	8
Amsterdam.....	12	0	16	4
Saint-Paul.....	8	0	10	3
Ascension.....	8	0	8	2
Fernando de Noronha.....	48	0	58	5
Trinité.....	9	0	9	3
Campbell.....	42	0	61	3
Bermudes.....	97	0	120	5 (6)
Groënland.....	139	0	360	15 (7)
Islande.....	155	0	388	0
Spitzberg.....	54	0	116	0
Macquarie.....	13	0	16	0
Nouvelle Georgie du Sud.....	11	0	13	0
Marion.....	7	0	8	0

(1) D'après M. Engler, 19 seulement.

(2) D'après M. Hildebrand.

(3) Le chiffre 34 se rapporte aux genres non endémiques à l'île Maurice seulement mais qui sont limités à cette île, à Bourbon, à Madagascar et aux Seychelles et dont deux se trouvent également sur la côte orientale d'Afrique. Le caractère endémique de chacune des Mascareignes ne devient ainsi accusé que grâce à cet appoint.

(4) Ce nombre de 180 correspond aux genres contenant des espèces et des variétés endémiques.

(5) D'après M. Christ, M. Hemsley ne compte aux Canaries que 269 espèces endémiques. La nouvelle statistique de M. Christ (Botan. Jahrb. Syst. IX, 86, 172), comprend 470 et en enlevant une variété, 469 espèces endémiques pour les Canaries, les Açores et Madère. Sur ce nombre, 47 sont communes aux Canaries et aux autres groupes ; restant donc, pour les Canaries seules, 422 espèces endémiques spéciales ; mais on n'arrive à ce chiffre élevé qu'en y faisant rentrer des sous-espèces.

(6) Espèces peu distinctes.

(7) Sous-espèces très peu distinctes.

L'astérisque \* figurant devant un nombre indique, s'il s'agit d'un genre, que le genre a plutôt la valeur d'un sous-genre, s'il s'agit d'une espèce qu'on doit plutôt le compter comme une variété.

La plupart de ces nombres ont été pris au beau travail de M. Hemsley, sauf quelques-uns empruntés à des flores plus récentes; on a ajouté aussi quelques remarques. Dans ce tableau ne figurent pas les groupes d'îles dont la flore, en raison de l'étendue de ces terres ou du rapprochement des différentes parties est comparable à celle de régions florales continentales: telles sont Madagascar, les Philippines, les îles de la Sonde, les Antilles, les îles de la côte californienne, celles de la Méditerranée, les îles Britanniques, etc. et les groupes isolés d'îles Polynésiennes. Pour ces dernières, si chaque groupe d'îles possède des formes endémiques spéciales, elles constituent cependant un ensemble portant le même caractère floral (1).

En ce qui concerne la Nouvelle-Zélande, c'est encore une question de savoir si on doit la considérer, au point de vue de la flore, comme un groupe continental ou un groupe insulaire. Nous la classons parmi les îles et c'est par elle que commence notre tableau, comprenant d'ailleurs d'autres îles où le caractère endémique est encore plus accusé.

4. Parmi le grand nombre de plantes endémiques que l'on peut compter dans les îles océaniques, c'est à peine si, au point de vue morphologique et à celui des affinités, il y en a qui ne se rattachent pas aux flores continentales. En particulier, il n'y a pas une seule famille exclusivement formée de genres endémiques limités à un groupe d'îles. On ne peut guère citer comme constituant une tribu à part, se rattachant d'ailleurs au genre *Drimys* de la flore andine, qu'une Magnoliacée isolée à Juan Fernandez, le *Lactoris fernandeziana*. Mais c'est là, nous le répétons, un cas exceptionnel; et même les Composées arborescentes qui caractérisent de manières si variées les îles océaniques intertropicales (par exemple le genre *Hesperomannia* des Sandwich, le seul de la tribu des Labiatiflores qui se rencontre dans les îles du Pacifique!) tout en n'ayant que peu d'analogues sur quelques rares points du globe, ne sont pas absolument isolées. Les genres de Caryophyllées frutescentes des Sandwich: *Schiedea*, *Alsindendron*, sont certainement des formes remarquables, mais leurs affinités avec des genres continentaux sont évidentes. Le Palmier si remarquable des Seychelles, le *Lodoicea Seychellarum*, sans égal pour la grandeur de ses spathe et la grosseur de ses fruits, ne constitue pas

(1) Hemsley, *On Insular Floras*, Science Progress, mars 1894.

un genre isolé et peut se rattacher au genre continental *Borassus* de l'Afrique et de l'Inde.

Parmi les îles renfermant le plus grand nombre de genres ne se rattachant pas à un certain domaine floral continental, il faut citer : d'abord Ste-Hélène, dont la flore primitive est malheureusement appauvrie aujourd'hui ; les Sandwich avec leur flore aux affinités si diverses (1), et la Nouvelle Zélande. Les Galapagos si connues par l'abondance de leurs formes endémiques spéciales possèdent cependant une flore d'un caractère américain nettement tranché ainsi que leur situation géographique pouvait le faire prévoir.

Les genres spéciaux et les tribus particulières proviennent soit de plantes immigrées dans ces îles à une époque très reculée, à un moment où leurs parents vivaient encore sur le continent. Ce seraient donc dans ce cas des *fossiles vivants* ; ou bien ces plantes ont subi avec le temps et dans ces îles mêmes les transformations les amenant à l'état où nous les voyons aujourd'hui. Entre ces deux hypothèses il est difficile de choisir et peut-être, ce qu'il y a de plus probable, les deux se sont-elles réalisées simultanément.

Il y aurait grand intérêt à savoir si les parties non endémique des flores insulaires proviennent des continents, ou si, au contraire, elles y sont revenues. Les Ericacées les plus fréquentes des Açores sont : le Queiro (*Daboecia polifolia*), l'*Erica azoria*, les *Vaccinium cylindraceum* et *V longiflorum* (toutes endémiques), et le *Calluna vulgaris* si fréquent en Europe centrale. Ces plantes couvrent les pentes des montagnes à Fayal, Pico, Flores, et vont même jusqu'au sommet. Sur le continent européen le *Daboecia* est rare ; on le trouve en Portugal, dans les Asturies et la Galice, les Pyrénées, et en Irlande (Connemara) ; on le considère comme d'origine européenne. Le fait est possible ; ainsi la plante serait venue d'Europe à une époque reculée, alors que le *Daboecia* possédait une aire beaucoup plus vaste qu'aujourd'hui. Mais ce n'est qu'une hypothèse qui n'est pas indispensable quand on voit, comme c'est le cas, un groupe d'îles renfermer toute une série d'Ericacées endémiques. On doit donc s'en tenir à la simple constatation du fait. Trop d'hypothèses seraient plausibles, le sort des espèces dispersées ayant pu être très divers. Les aires dans les îles mêmes sont parfois très restreintes. L'exemple le

(1) Voir Grisebach. *Végétation du Globe*. Trad. franç. T. II, p. 828.

plus remarquable est fourui par uue Campanulacée suffrutescente des Açores, le *Campanula Vidalii* qui ne se trouve que sur un seul rocher baigné par la mer, non loin de la côte orientale de Flores (Griseb. Végét du Globe). Par contre, le *Campanula erinus* est répandu dans tout l'archipel.

5. Il est encore d'autres points moins importants et d'un intérêt moins général relatifs au caractère endémique et à l'isolement insulaire. Il est intéressant de constater que la proportion de familles, de genres et d'espèces est différente dans les îles et sur les continents. Dans les premières, en effet, il y a, pour un nombre déterminé d'espèces, prédominance des familles et des genres. En Allemagne, en Autriche et en Suisse on trouve, en chiffre rond, 120 familles (y compris les sous-familles importantes), 800 genres et 3,500 espèces de Phanérogames dans les rapports de 1 : 6,6 : 29,2. A chaque famille revient donc en moyenne plus de 29 espèces et à chaque genre de 4 à 5 espèces. Ces proportions changent dans les îles océaniques, où chaque genre ne compte que 3, 2, ou même moins de 2 espèces, comme le montre le tableau ci-joint. Dans un certain nombre de petites îles ne comptant que très peu d'espèces, les chiffres relatifs aux familles sont presque ceux relatifs aux genres, c'est-à-dire qu'on ne compte guère qu'un genre par famille. Une étude minutieuse montre que dans les grandes îles cette règle générale comporte beaucoup d'exceptions. Ainsi dans les Sandwich les genres endémiques possèdent : *Schiedea* 17, *Pelea* 20, *Phyllostegia* 16, *Stenogyne* 17, *Labordia* 9, *Rollandia* 6, *Delissea* 7, *Cyanea* 28, *Kadna* 16, *Raillardia* 12 espèces, de sorte que sur les 575 Phanérogames endémiques, 250 espèces sont réparties en 40 genres; le rapport de genre à espèce est donc : 1 : 6,2. Ainsi, ces groupes endémiques se sont largement développés et sont souvent représentatifs sur les différentes îles d'un archipel.

Il nous faut examiner maintenant le rapport du nombre des espèces à la superficie de l'île. En général ce rapport est moindre que celui correspondant au continent (à surface égale, sous la même latitude et toutes autres conditions de diversité de pays, comparables d'ailleurs). M. A. de Candolle qui a examiné la question fait remarquer la pauvreté relative des îles en espèces, surtout des îles éloignées des continents, comme on pourra en juger par l'examen du tableau page 113.

C'est ainsi qu'on peut expliquer comment des îles océani-

ques, subtropicales et tempérées, qui, en raison de leur situation, avaient été préservées des mauvaises herbes continentales, se sont trouvées envahies par elles, quand la culture s'y est introduite; de sorte que la flore insulaire primitive, si intéressante, a été peu à peu étouffée et a fini par disparaître. C'est ce qui s'est produit pour une grande partie de la flore de Sainte-Hélène; et quand on songe qu'il y a dans le district d'Auckland, en Nouvelle-Zélande, 387 plantes étrangères, on peut se faire une idée de l'activité de cette immigration.

Les plantes annuelles étant rares dans presque toutes les îles océaniques, les mauvaises herbes annuelles s'y introduisent facilement. Les plantes ligneuses, les plantes frutescentes, les arbrisseaux et quelques arbres dominant dans les îles subtropicales et intratropicales, et même dans les îles australes; tandis que les îles arctiques et antarctiques se distinguent par la prédominance des plantes herbacées vivaces. Ces plantes se rencontrent également dans la flore glaciale qui compte tant d'espèces à migrations étendues et occupe de si grandes surfaces. C'est donc à des sous-espèces d'âge plus récent que la flore de la plupart de ces îles (Groenland) devra sa caractéristique (1). Les sommets des montagnes dans les îles à climat chaud (surtout dans celles comprises entre les tropiques) ne possèdent pas de flore alpine proprement dite comme celle de nos chaînes continentales, et les limites en altitude des espèces dominantes paraissent moins fixes.

En général, c'est un changement dans la forme biologique qui caractérise le déplacement altitudinal des plantes, la dépression de la taille croissant avec l'altitude, la forme naine succédant à la forme arborescente, etc. (2). Partout, sur les sommets des îles, ce sont les Fougères, où les genres endémiques sont très rares, mais dont beaucoup d'espèces sont spéciales à des îles déterminées, ce sont les Fougères, disons-nous, qui prennent un riche développement et donnent à ces hauteurs leurs traits caractéristiques.

6. M. Treub (3) a fait d'intéressantes observations au sujet de la réapparition des plantes sur l'île de Krakatoa dont toute la

(1) Voir plus haut : Formes endémiques, p. 106.

(2) Gaston Bonnier, *Cultures expérimentales dans les Alpes et les Pyrénées*, Revue de Botanique, t. II, p. 513 on y trouve l'indication de travaux antérieurs.

(3) Ann. du Jardin Botanique de Buitenzorg, Tome VII. Voir aussi G. Poiret, Ann. d. Sc. Nat., VII<sup>e</sup> sér., Tome XVIII, page 190.

végétation avait été détruite par une éruption volcanique. On trouverait dans l'île de Pâques un autre exemple analogue. Ce sont les Fougères qui arrivent d'abord et s'établissent dans les éboulis sur les pentes montagneuses brûlées par le soleil; les spores de ces plantes peuvent germer et les racines peuvent trouver leur nourriture en l'absence d'humus grâce à des algues d'un gris verdâtre (Cyanophycées) formant un fin tapis sur les roches. Ces places conquises, il semble que les Fougères les gardent et leur riche végétation est heureusement servie par les conditions climatiques insulaires. Par contre, le peuplement des côtes commence près de la mer; des graines apportées par les flots germent, les plantes se développent, leur destruction donne de l'humus, et d'autres plantes, même des épiphytes, arrivent à leur tour. Les oiseaux granivores s'abattent sur les branches des premiers arbres de la côte, apportant de nouvelles graines qui viendront enrichir la flore. Dans l'île de Krakatoa comme dans les Antilles, c'est le long de la mer que s'établissent les premières plantes, et il est intéressant de constater combien cette végétation des rivages diffère de celle des pentes éboulées; celle-ci est formée uniquement de Fougères, celle-là ne comprend que des Phanérogames. M. Hemsley a révisé les données relatives à ces questions de peuplement des îles (l. c., p. 42) et contrôlé les listes de plantes qui doivent vraisemblablement leur dispersion aux courants marins et aux oiseaux. Pour les îles arctiques et antarctiques, il faut encore tenir compte du transport par la glace de terre et d'éboulis contenant des graines, circonstance qui, au point de vue de l'histoire de l'époque glaciaire, offre le plus grand intérêt.

#### Flore des hautes chaînes de montagnes.

Les hautes chaînes de montagnes et les régions montagneuses, par la variété des stations qu'elles offrent aux plantes et la diversité de leurs conditions biologiques, se rapprochent des îles sous le rapport de leur richesse en formes endémiques. A ce point, qu'on est allé jusqu'à dire que toutes les flores terrestres avaient pris naissance dans des pays de montagnes, et que les espèces de ces contrées qui ne sont plus endémiques avaient émigré de bonne heure, en se transformant de façons diverses, et étaient venues constituer la flore des plaines environnantes. C'est une

exagération, car la partie sud-ouest de l'Australie, par exemple, où il n'y a ni montagnes élevées, ni très grande variété de stations, est cependant un des domaines floraux de la terre les plus riches en formes endémiques. Les montagnes du nord n'ont pas une espèce endémique vraiment bien distincte; il en est de même pour l'Islande, pour les Alpes scandinaves et la partie montagneuse du Kamtschatka. Toutes les régions élevées des autres domaines se distinguent au contraire par des formes endémiques; malheureusement, pour beaucoup, le manque de données floristiques nous commande certaine réserve dans nos affirmations. En ce qui concerne les montagnes de la Nouvelle-Guinée, les travaux récents de M. Mac Gregor ont révélé l'existence d'une flore très remarquable, comme on pouvait d'ailleurs s'y attendre. L'expérience prouve qu'une région montagneuse fournit toujours des formes endémiques pourvu qu'elle ait une certaine surface et que l'évaluation de l'endémisme ne se fasse pas dans un cadre trop limité. En prenant comme limite inférieure une altitude de 1600 mètres environ, on peut dire que toutes les montagnes dépassant cette élévation, et comprises entre le 53<sup>e</sup> parallèle nord et le 50<sup>e</sup> parallèle sud, sont plus ou moins riches en formes endémiques. Le fait est connu depuis longtemps pour les Alpes, les Pyrénées, la Sierra-Nevada, les chaînes de la presqu'île des Balkans, les Carpathes et le Caucase. En dehors de l'Europe les chaînes de l'Asie centrale, le Thian-Schan, l'Altaï, l'Himalaya, les montagnes de Yunnan, les Montagnes Rocheuses et les chaînes qui leur font suite au Mexique et dans le Guatemala, les Andes tropicales et les Andes du Chili, possèdent des genres endémiques spéciaux dont les aires se relient les unes aux autres, et aussi de nombreuses espèces endémiques. Il en est de même pour la région montagneuse du Venezuela.

Ce qu'il y a de particulièrement intéressant dans les Andes, c'est que cette chaîne, qui se dresse comme une gigantesque muraille du nord au sud de l'Amérique méridionale, ne se présente pas comme une région de développement d'un caractère uniforme, mais se partage en plusieurs groupes, bien que, en raison de sa direction, elle se soit prêtée plus qu'aucune autre aux échanges entre l'hémisphère boréal et l'hémisphère austral de part et d'autre de l'équateur. M. Engler dit à ce propos : (*Entw. d. Fl.* Tome II, p. 233) : « La majeure partie des genres spéciaux aux Andes y occupent des aires très restreintes et sont localisés aux hauts plateaux de la Colombie, au Pérou, ou bien encore dans le Chili. Ces genres ne comptent, pour la plupart, qu'un petit nombre d'espèces. Au point de vue

de l'endémisme il faut nettement séparer la région des Andes tropicales de celle des Andes du Chili. Cependant, les genres des Andes septentrionales, et ceux des Andes du Chili, situées au sud du désert d'Atacama, appartiennent aux mêmes groupes, et ces groupes sont très restreints ». Les listes, données par M. Engler, pour montrer la répartition des plantes des hautes Andes laissent voir que la flore de ces régions est en majeure partie endémique et que les espèces sont généralement très limitées.

Les montagnes de la Nouvelle-Zélande et de Victoria, en Australie, ont aussi des espèces spéciales à aires restreintes : dans la région florale indienne, les îles comprises entre la Nouvelle-Guinée et Ceylan doivent à leur situation insulaire et à leur élévation de posséder sur leurs sommets bien des espèces très localisées. Mais ce sont les hauts plateaux d'Abyssinie qui se montrent surtout riches en formes endémiques. Dans la partie montagneuse du Brésil, on connaît l'abondance des genres endémiques dans la province d'Itatiaia; ces genres restent confinés dans les montagnes, même au delà du tropique du Capricorne. Au Soudan les quelques sommets explorés, surtout le Kilimandjaro, possèdent de nombreuses espèces particulières, mais ici on ne peut s'attendre à trouver un endémisme plus développé dans des aires aussi restreintes. La région des hauts plateaux Sud-Africains, dont l'altitude varie de 1400 à 1600<sup>m</sup>, et qui va graduellement en s'abaissant jusqu'à la rivière Orange, a une large part dans la richesse incomparable de la flore du sud de l'Afrique; le genre de *Passiflorées* si spécial *Guthriea* ne se trouve que dans les parties les plus hautes du Sneeuwberg, où l'on compte aussi des Composées spéciales, quelques Ericacées endémiques, etc. Pourtant ici le nombre d'espèces (moins d'un millier en tout) est bien inférieur à celui qu'on compte dans la région du Cap proprement dite, et ces montagnes constituent plutôt une barrière opposée à la foule d'espèces rassemblées à l'extrémité sud-ouest de ce continent, espèces répandues sur une surface très petite et que M. Bolus évalue à 2000.

S'il est vrai, d'après ce que nous venons de dire, qu'à l'exception des chaînes situées dans l'hémisphère nord sous des latitudes élevées, toute région montagneuse a un caractère endémique très net, il ne faut cependant pas oublier qu'à l'inverse des îles, les montagnes ont offert aux formes qui s'y sont développées des chemins d'émigration, et, selon leur direction, facilité la propagation de certains éléments de leur flore dans des contrées qui leur étaient à l'origine absolument étrangères. Le

cas ayant dû se produire à maintes reprises aux périodes géologiques antérieures, il faut en tenir sérieusement compte dans les explications qu'on propose. L'Amérique se divise, au point de vue du développement de la flore, en différentes régions : boréale-subtropicale, tropicale et australe ; cependant le même caractère *américain* se retrouve dans toutes ces régions. Le fait peut s'expliquer en partie par le développement de la chaîne côtière occidentale, s'étendant de la Terre de Feu au territoire d'Alaska, et qui, à une époque géologique récente, a favorisé la descente dans le Sud de l'élément arctique et alpin de la flore boréale, et son mélange aux types américains. Dans la Cordillère du Mexique et de l'Amérique centrale les espèces du genre *Bejaria* « Rose des Andes » sont les *Rhododendron* colombiens, genre qui compte d'autres espèces encore. En Patagonie et au Chili, dans les hautes Andes tropicales, le genre d'Ericacées baccifères *Pernettya* associé à une admirable végétation de chênes du type boréal-subtropical, le dernier représentant des Sapins du Nord (*Abies religiosa*) et des Composées buissonnantes se rencontrent, dans leur migration, avec des plantes herbacées de la région florale septentrionale. D'autre part, des Gentianes, des Saxifrages, des Draves, des Valérianes très bien caractérisées comme espèces, représentent la flore boréale fort au sud de l'Equateur. En Asie orientale, dans la région florale s'étendant de Malacca à la Nouvelle-Calédonie, et malgré le caractère insulaire des parties principales de cette région, on voit les montagnes servir de même à la migration des espèces ; là ce sont des chênes qui se mêlent aux Araucarias, des Casuarinées qui sont repoussées jusque dans le nord-ouest. Les *Rhododendron*, si nombreux au Yunnan, comme de récents travaux nous l'ont appris, sont représentés par une espèce (*Rhododendron Lochæ*) sentinelle perdue du genre sur le sommet le plus élevé de l'Australie tropicale, le Mont-Bellenden-Ker, à 1,600<sup>m</sup> d'altitude où il est associé à une Vacciniée de l'Inde, l'*Agapetes Meiniana*, qui est une plante introduite. Deux autres espèces, les *Rhododendron Arfakianum* et *Rh. celebicum* indiquent par leur nom seul les étapes du genre dans sa migration si étendue. Dans l'Afrique tropicale les montagnes élevées se prêtent également au mélange des flores ; dans la chaîne orientale on retrouve au-delà de l'Equateur, mélangés aux plantes sud-africaines, des représentants de la flore d'Abyssinie. L'*Erica arborea*, espèce méditerranéenne qui se rencontre en Abyssinie, vient ainsi au

devant de nombreuses Ericacées du Cap, et le *Juniperus procera*, unique représentant des Conifères européens, arrive au cœur de l'Afrique où cette famille n'est représentée que par des *Podocarpus* de l'hémisphère austral. Par contre, les Protéacées de l'Afrique méridionale montent vers le nord avec le beau *Protea abyssinica* qui couvre les pentes des ravins dans la région de Kilimandjaro, associé aux Lobélies de l'Afrique tropicale. Sur les monts Cameroun on ne trouve plus, à partir d'une altitude de 4000<sup>m</sup>, qu'un quart environ d'espèces se rapportant à des genres tropicaux ; un second quart a des rapports indéterminés ; et presque la moitié des genres sont ceux des climats tempérés. La plupart d'entre eux se retrouvent en Abyssinie (et ont une large dispersion en Europe), d'autres font le trait d'union de la flore du Cap et des flores tropicales.

A l'époque actuelle, les plantes arctiques et les plantes alpines sont seules à figurer sur les sommets des montagnes situées au Nord du 55<sup>e</sup> parallèle. Depuis la période glaciaire ces plantes n'ont pu reprendre le caractère endémique.

Ces mêmes plantes arctiques se trouvent aussi en grand nombre sur les hautes montagnes qui possèdent en outre de nombreuses espèces endémiques, comme les Alpes, l'Altaï, l'Himalaya, les Montagnes-Rocheuses. C'est ce qui vient faire penser que sur tous les sommets élevés figurait la même « flore alpine ». Le fait est inexact. La dénomination de « flore alpine » dans son sens originel, ne doit être appliquée qu'aux plantes de montagnes boréales et arctiques, et celle de « flore des Hautes-Montagnes » doit lui être substituée quand il s'agit de donner l'expression d'un même facies (absence d'arbres, dépression de la végétation ligneuse, développement de plantes herbacées vivaces, mise en œuvre de moyens de protection contre des froids persistants). C'est avec raison qu'on désigne sous le nom de « flore Haute-Andine », la flore des sommets des montagnes de l'Amérique du Sud, qu'on n'appellera pas flore alpine eu égard à la rareté d'espèces se rapportant aux types systématiques de notre flore des Alpes, vis-à-vis de l'élément endémique des Andes. On oublie trop facilement en appliquant aux flores des hautes montagnes des tropiques et des montagnes australes le nom de « flore alpine » que, à l'exception de quelques genres très largement distribués et dont l'origine boréale est probable, ces flores renferment des genres particuliers aux régions florales dont ces montagnes dépendent, et aussi des émissions de la flore antarctique, qu'en conséquence il n'est pas juste de ne pas employer pour la désigner un terme plus approprié.

### Flore des déserts subtropicaux.

Quand il s'agit d'apprécier le caractère endémique d'une contrée, les facilités ou les obstacles que les plantes trouvent à leur transport, on ne peut négliger le rôle très particulier des steppes et des déserts subtropicaux. Entre le 40<sup>e</sup> parallèle Nord et le 40<sup>e</sup> parallèle Sud, ces régions, qui se distinguent par des précipitations atmosphériques très faibles (moins de 25<sup>cm</sup>), s'étendent dans l'hémisphère boréal : dans la partie ouest de l'Amérique du Nord, en Afrique, depuis le Sahara jusqu'à l'Inde en passant par l'Arabie, et, dans l'Asie centrale, du Turkestan jusqu'au désert de Gobi ; dans l'hémisphère austral, depuis l'ouest du Pérou, à travers l'Atacama jusqu'au versant oriental des Andes, dans la République Argentine, dans l'Ouest de l'Afrique, à la hauteur du tropique du Capricorne, et enfin dans l'intérieur de l'Australie. Nous avons déjà dit que les déserts sont pour les flores comparables à des mers qui les sépareraient les unes des autres, et s'opposent par conséquent à la migration des plantes silvestres qui ne pourraient que passer par dessus ou les contourner ; mais, en outre, la flore change d'un désert à un autre ; dans chacun d'eux elle a son caractère spécial. Nous ne trouvons donc pas ici de faits comparables à ceux que nous signalions à propos de la flore des hautes montagnes où l'on observe la même flore en des points très éloignés, et la similitude de climat est insuffisante pour faire que les mêmes plantes se trouvent à la fois dans des déserts différents. Chacun des déserts qui viennent d'être énumérés possède une flore spéciale, et il ne s'est guère produit d'échanges qu'entre les steppes du Nord de l'Afrique, et celles de l'Asie centrale ; et c'est grâce, d'une part, à la situation géographique, et d'autre part à la continuité des déserts africains et asiatiques que des plantes du Turkestan se retrouvent dans le Sahara et le désert de Gobi.

Chacune de ces régions désertiques est donc caractérisée par des espèces spéciales, endémiques seulement sur une surface très restreinte, sauf les cas déjà cités des déserts du nord de l'Afrique, de l'Arabie et de l'Asie centrale. Ceux-là constituent donc un tout dont les différentes parties présentent beaucoup de ressemblance entre elles, les mêmes plantes étant appelées à se répandre aussi bien en Afrique que dans l'intérieur de l'Asie.

La majeure partie des espèces appartient à des genres qui manquent absolument à d'autres domaines désertiques, et qui occupent des aires très restreintes. Ces genres caractéristiques se rapportent en outre aux familles les plus diverses : Cucurbitacées, Liliacées, Polygonées, Composées, différemment associées mais présentant dans chaque désert des formes spéciales. Il n'y a guère qu'une famille qui puisse être considérée comme caractéristique des déserts en général, surtout des steppes salées ; c'est celle des Salsolacées (Chenopodiacées) dans laquelle, en revanche, les genres très limités géographiquement sont localisés aux différentes contrées désertiques. En outre, les genres xérophiles *Acacia* et *Prosopis* (Légumineuses-Mimosées), sont répandus dans tous les déserts subtropicaux, mais avec des espèces différentes d'un désert à un autre ; il en est de même des genres *Astragalus* et *Artemisia* si fréquemment associés dans les steppes boréales, où l'on trouve par exemple en Orient l'*Artemisia judaica* et dans le désert américain du Colorado l'*Artemisia tridentata* désignée généralement sous le nom de Sage-brush. Ainsi, les steppes couvertes de buissons d'halophytes, de plantes épineuses, et les steppes à absinthés se répètent dans presque toutes les régions désertiques.

Voici une liste comprenant quelques espèces caractéristiques des principaux déserts et steppes ci-dessus mentionnés, espèces dont il a été question dans l'Atlas physique et qui sont comparables aussi bien au point de vue systématique qu'à celui de la distribution géographique

I. *Nevada. Utah. Colorado. Arizona.* *Cereus giganteus* ; différents *Echinocactus*. On sait que la famille des Cactées à laquelle ces genres se rapportent est essentiellement américaine. Les espèces diffèrent absolument de celles des déserts de l'Amérique méridionale. La plupart des espèces à aire très restreinte ont pris naissance dans cette région. *Larrea mexicana* une des quatre *Zygophyllées* cantonnées dans l'Amérique torride. *Yucca draconis* (Liliacées), vingt espèces analogues de l'Amérique centrale au Mexique et au Sud-Ouest des Etats-Unis. *Dasyliirion* (Liliacées) 50 espèces du Mexique au Texas. *Fouquieria splendens*, type d'une petite tribu (3 espèces) de *Tamariscinées* endémiques dans les parties chaudes de l'Amérique du Nord. *Algarobia glandulosa*, Légumineuse se rapportant à une section du genre *Prosopis*. *Astragalus*, genre septentrional ; toutes les espèces américaines sont endémiques.

II. *Asie-Mineure. Perse. Turkestan.* — En première ligne, il faut citer les Salsolacées suivantes : *Haloxylon Ammodendron* : des 9 espèces de ce genre, 7 appartiennent à l'Asie centrale, 2 à la région

méditerranéenne (et à l'orient); *Borcszowia aralo-caspica*, genre monotype endémique; *Camphorosma*, 7 espèces répandues de l'Espagne et du N.-O. de l'Afrique à la Perse et au Turkestan. Parmi les Polygonées caractéristiques: *Calligonum Caput Medusæ*; 22 espèces de ce genre sont répandues dans l'Asie centrale et occidentale et dans le Sahara; une section particulière de *Calligonum* (*Pterococcus*); *Atraphaxis spinosa*; 17 espèces de ce genre ont la même aire que le *Calligonum*. *Albagi Camelorum*, 6 espèces du même genre, voisines les unes des autres et répandues de l'Asie centrale et de l'Orient jusqu'en Grèce. *Astragalus* (voyez au paragraphe précédent); nombreuses espèces endémiques; de même pour *Acantholimon* (*Plombaginées*).

III. *Mongolie*. — *Agriophyllum gobicum* (*Salsolacée*): cette espèce est endémique; les quatre autres du même genre se rencontrent dans la région Caspienne occidentale, l'Afghanistan et le Turkestan. *Pugionium cornutum*, genre de crucifère endémique (deux espèces). *Rheum*, *Rhabarbarum*; vingt espèces de ce genre de Polygonées répandues dans l'Asie centrale et orientale jusqu'à l'Himalaya. *Hedysarum fruticosum*; ce genre de Légumineuses a une large extension dans l'hémisphère boréal, mais les espèces frutescentes (*H. multijugum*, *H. læve*, *H. Arbuscula*, *H. scoparium*) sont localisées dans les steppes de l'Asie centrale. La dernière ne se trouve plus du Saïssan-nor et du Thian-Schan méridional, en Mongolie jusqu'au pied de l'Alaschan. *Potania mongolica*, Rosacée; une seule espèce de ce genre endémique à port de *Potentille frutescente*.

IV. *Sahara-Arabie*. — *Calligonum* et autres genres communs au Turkestan (voir paragraphe II). *Retama*, sous-genre de *Genista* du Sud de l'Espagne et du Nord de l'Afrique. Ce genre, qui compte de nombreuses espèces, est surtout représenté dans le bassin méditerranéen et dans l'Europe centrale. *Traganum nudatum*, endémique dans le Sahara oriental et l'Arabie; une deuxième espèce de ce genre de Salsolacées se rencontre aux Açores, à Madère, aux îles Canaries, aux îles du Cap Vert. *Citrullus Colocynthidis*, (*Cucurbitacées*); trois espèces en Afrique et dans l'Inde. *Acacias* ayant des affinités avec ceux de l'Afrique tropicale et bien distincts des espèces de l'Afrique australe.

V. *Damara-Namaqua*. *Pays des Betschouans*. — *Welwitschia mirabilis*, genre monotype de Gnétacées; endémique. *Acanthosicyos horrida* (*Cucurbitacée*) endémique comme le précédent. *Aloe dichotoma* (*Liliacée*); 83 espèces de ce genre répandues surtout dans le Sud de l'Afrique, mais se rencontrant çà et là jusqu'aux Canaries et au bassin de la Méditerranée. *Portulacaria afra*, genre monotype de *Portulacées* endémique en Afrique australe. *Schotia speciosa* (*Légumineuses*); 5 espèces dans l'Afrique australe et tropicale. *Acacia detinens*, *A. horrida* et autres espèces du même genre (voir Sahara).

VI. *Australie centrale, occidentale et méridionale*. — *Rhagodia* (*Salsolacées*), 11 espèces endémiques en Australie. *Atriplex nummularia* (*Salsolacées*), espèce endémique; genre largement représenté dans toutes les steppes. *Graminées*: les espèces de cette famille sont endémiques,

mais les genres auxquels elles se rapportent ont une large extension, ce sont les genres : *Triodia*, *Spinifex*, *Anthistiria*, *Mühlenbeckia* (Polygonées), 15 espèces de ce genre en Australie, Nouvelle-Zélande et Amérique du Sud. *Eremophila* (Myoporées), genre australien endémique, comprenant 40 espèces; presque toutes les espèces sont limitées à l'Australie. *Acacia aneura*, etc., plusieurs sections de ce genre très répandu sont propres à l'Australie. *Eucalyptus incrassata*; nombreux *Leptospermum* (Myrtacées). Ces genres sont presque localisés à l'Australie.

Cette liste montre que les espèces caractéristiques de la flore des déserts sont spéciales à chaque région et appartiennent pour la plupart à des genres à aire restreinte. A l'exception de l'*Acacia*, on voit que presque pas un seul genre ne passe d'un désert à un autre. La flore « xérophile » se rapporte donc à des types systématiques beaucoup plus limités géographiquement que ceux des flores alpines (1).

En raison de leur origine même, ces plantes xérophiles se rattachent principalement à la flore des régions adjacentes, où les pluies sont moins rares, mais il s'opère dans ces flores une sélection rigoureuse, amenant l'exclusion de certains types tandis que d'autres se développent avec d'autres espèces endémiques.

Telles sont : en Australie, les Myrtacées et une section du genre *Acacia* extraordinairement développée et formant ces buissons qu'on a appelés *Scrubs*; les *Aloe* en Afrique méridionale; les buissons de *Retamas* dans le Sahara, et ceux d'*Astragales* dans le Turkestan, la Perse, l'Arménie; les Absinthés dans le sud-est de l'Europe, l'Orient et le Colorado, où les genres *Astragalus* et les *Artemisia* ont leur centre de dispersion. Ainsi dans ces genres, déjà si riches en formes il se développe encore des espèces xérophiles qui s'adaptent exclusivement au climat désertique, et viennent peupler les steppes. Il est plus difficile de dire comment et où ont pris naissance les genres désertiques pauvres en espèces tels que les genres *Welwitschia*, *Acanthosecyos*, *Pugionum*, *Fou-*

(1) Dans ces études sur le développement des flores l'attention ne s'est portée jusqu'ici que sur les groupes *systématiques*, leur évolution et leurs affinités réciproques. On pourrait bien, me semble-t-il, examiner la question au point de vue *biologique*. D'après M. Volkens, le groupe des plantes à feuilles vernissées ne se serait développé que dans le domaine antarctique des xérophiles. Il semblerait donc que dans le sud de l'Afrique, et seulement là, les conditions favorables à la constitution de ce type de feuille auraient été réalisées. Dans l'intérieur de l'Asie et dans les montagnes de l'Afrique on pourrait trouver cependant des conditions climatiques semblables, et les plantes en question y manquent. Si c'est le climat qui a produit cette variété d'organisation, nous sommes donc obligés d'admettre que ce n'est pas le climat *actuel*.

(Note de l'Auteur).

*quieria*, *Agrypophyllum*. Ils peuvent tout aussi bien s'être introduits dans les steppes qu'en être originaires.

### Développement continu ou morcelé.

De ce qui a été dit jusqu'ici il résulte que c'est le pouvoir migrateur qui règle l'extension et le mélange des flores terrestres ; que c'est grâce à ce pouvoir, variable avec les espèces, que les plantes peuvent lutter contre les obstacles géographiques, orographiques et climatologiques qui s'opposent à leur extension. De plus le transformisme, partout à l'œuvre, mais dont l'activité varie avec la période et la situation, fait que des groupes primitivement semblables deviennent représentatifs, et créent à nouveau des formes endémiques sur des aires restreintes.

Là où la route est libre, et où l'extension n'est limitée que par de faibles différences climatiques, la flore se développe uniformément sur de vastes étendues. La chose est surtout visible dans la flore arctique et dans les régions septentrionales adjacentes, le nord de l'Europe, la Sibérie, le Canada, contrées recouvertes, pour la plupart, d'une végétation de Conifères. Partout ailleurs, depuis le commencement du quaternaire, le développement floral est en quelque sorte morcelé.

Cela se voit très nettement aux extrémités méridionales des trois grands continents : Afrique, Asie (y compris l'Australie), Amérique. Il est facile de se rendre compte de la manière dont ce morcellement s'est effectué. Tout d'abord la zone tropicale sépare le globe en trois parties, une boréale, une tropicale, une australe. Les zones boréales et australes présentent souvent beaucoup d'analogie étant donnée la similitude de climat ; mais, par le fait de l'existence de la zone tropicale, le développement n'a pas été le même dans les deux hémisphères. Puis la mer, entamant les masses continentales, est venue former de gigantesques coupures allant en se rétrécissant vers le Nord et amenant d'une part la séparation de l'Amérique et de l'Ancien-Monde, d'autre part celle de l'Afrique d'avec l'ensemble de l'Asie, de l'Australie et de la Polynésie. D'autres séparations se sont produites ultérieurement, comme nous l'avons dit plus haut, avec les déserts et les chaînes de montagnes, et complètent le morcellement de la végétation du globe en différentes parties d'un caractère spécial. A cet ensemble s'ajoutent les îles pourvues encore d'une autre flore, laquelle se

rattache d'une façon plus ou moins directe aux formes continentales, et enfin les mers elles-mêmes, avec leur flore océanique composée de ces Algues si diverses et de quelques Phanérogames marines localisées surtout aux côtes, et ne dépassant guère une profondeur de 100 brasses. Cette flore diffère absolument des autres flores terrestres. Les séparations entre les mers sont beaucoup moins nettes qu'entre les continents et les îles ; on les divise en mers froides et mers chaudes. Dans ces mers les courants facilitent le mélange des flores, tandis que les vastes étendues abyssales dépourvues de végétation et comparables aux déserts terrestres, opposent aux plantes marines des barrières plus ou moins infranchissables.

### Régions principales de développement ; leurs limites.

La végétation du globe s'est donc morcelée en une série de flores ayant chacune son individualité, mais offrant à la limite des passages de l'une à l'autre, flores qui ont entre elles une parenté plus ou moins directe. Nous les jugeons d'autant plus affines qu'elles contiennent un nombre plus considérable de genres ou de tribus semblables. C'est seulement entre les flores terrestres et océaniques qu'on observe une séparation tranchée, les mers possédant à elles seules des familles entières d'Algues qui manquent à la flore terrestre, étant dépourvues par contre de Mousses et de Fougères, et n'ayant en propre, parmi les Phanérogames que quelques genres de Monocotylédones. Les flores terrestres se divisent d'après les familles de Monocotylédones, Dicotylédones, Gymnospermes, Ptéridophytes, Mousses, Algues d'eau douce, Lichens, Champignons qu'elles contiennent, et la présence de tels ou tels genres permet de subdiviser ces flores à leur tour. Des flores contenant les mêmes genres avec des espèces différentes devront être considérées comme voisines ; leurs affinités s'accroîtront encore si ces flores renferment les mêmes espèces avec des variétés différentes, et, dans tous les cas, une forte proportion d'espèces communes devra être considérée comme l'indice d'une parenté prochaine.

J'appelle : *région florale* les aires dans lesquelles dominent certaines familles renfermant pour la plupart des *genres spéciaux* ; *domaine floral*, les divisions de second ordre établies d'après les espèces, et dans lesquelles dominent des genres différents. Pour

bien comprendre ce mode de groupement il importe de connaître d'abord, dans ses traits généraux, la répartition des plantes, et en particulier celle des Phanérogames; car il ne faudrait pas considérer ces régions florales comme rigoureusement limitées alors que leurs frontières n'ont pas toutes la même valeur.

On a essayé de représenter, sur la carte numéro I, les lignes de séparation des flores par des traits de différente force et par une série de lettres. Une ligne sinueuse indique un mélange de plusieurs éléments de flores différentes. C'est ainsi que dans le Sahara se mêlent l'élément floral du nord de l'Afrique (atlantique-méditerranéen) et l'élément floral soudanien. Le caractère uniforme des déserts, résultant de la présence exclusive des formes xérophiles, n'a pas à nous préoccuper, car la question doit être examinée au seul point de vue systématique et non pas à celui des formes de végétation.

Ces lignes de séparation sont les suivantes : A, la ligne fortement sinueuse qui, au voisinage du tropique du Cancer, sépare dans les deux mondes les flores boréales de la flore tropicale; B, la double ligne très accusée séparant, par l'entremise de l'Océan Atlantique et du Pacifique, les flores de l'Amérique de celles de l'Ancien Monde. Dans les limites de l'ancien continent sont comprises un nombre d'îles beaucoup plus considérable que dans les limites du nouveau. Cette limite B est beaucoup moins accusée au-dessus du tropique du Cancer et à partir du 40° parallèle; de là jusqu'au 50° elle n'est même plus de second ordre, et à partir du 60° elle n'a plus la moindre importance, même en tant que frontière de domaines. Vers la pointe méridionale du continent elle n'a, de même, plus grande valeur; de telle sorte que, seules, les flores tropicales et subtropicales de l'Amérique ont un caractère bien tranché.

Une troisième ligne C sépare l'Australie, mais elle n'est de premier ordre que sur la côte ouest et sud. Une quatrième ligne D sépare l'Afrique méridionale des autres contrées australes, et, moins nettement, de l'Afrique tropicale. Une cinquième ligne E, sinueuse, moins accusée que les précédentes, et qui commence la série des lignes de second ordre, sépare de même la flore subtropicale et occidentale de l'Amérique du Sud de la flore tropicale du Brésil. La sixième ligne F, en Australie, est de même ordre et rattache la côte nord de ce continent aux îles de la Polynésie et à l'Archipel indien. Sur la côte nord-ouest de l'Australie, elle vient rejoindre la ligne C, qui n'est plus

là que de second ordre, et s'atténuant insensiblement, en montant vers le nord, elle suit les détroits de Bali et de Lombok et celui de Macassar, séparant ainsi la Mélanésie des îles de la Sonde.

Nous arrivons maintenant aux lignes de troisième ordre et commencerons par les flores boréales. Au nord de l'Himalaya, la ligne  $G_1$  et  $G_2$  sépare les flores subtropicales de l'Asie orientale et celles de l'Orient, tandis que ces lignes, d'une part, et les Océans, d'autre part, amènent la séparation de quatre grands centres de développement des flores boréales subtropicales. Ces lignes  $G_1$  et  $G_2$  diminuent d'importance en montant vers le nord, de sorte que, dans le même continent, on observe plus de changement le long des méridiens que le long des parallèles. Il s'ensuit que le contraste entre le haut plateau du Mexique et la région des lacs américains et surtout le Labrador, est beaucoup plus accentué qu'entre le Labrador et la Finlande ou le Kamtschatka. Ainsi par exemple la ligne de séparation H, dirigée est-ouest entre le 40° et le 45° parallèle, est en Europe ( $H_1$ ) plus accusée qu'ailleurs; elle est moins accusée dans l'Asie orientale ( $H_2$ ) et beaucoup moins sensible en Amérique ( $H_3$ ), dans le Pays des Prairies. Une ligne de même ordre J sépare l'Amérique antarctique de la flore subtropicale australe et se poursuit vers la Nouvelle Zélande, la Tasmanie et quelques groupes d'îles méridionales. Deux lignes de séparation K et L complètent le partage des flores tropicales de l'ancien continent: la première sépare le groupe des îles malgaches de l'Afrique et des Indes, la seconde sépare l'Inde du Soudan.

Jusqu'ici, à mon avis, ces lignes sont des limites de Régions florales. D'autres lignes de séparation de moindre importance limitent des Domaines floraux plus ou moins caractérisés. On peut donner comme exemple de ces limites secondaires comprises à l'intérieur de régions florales la chaîne des Andes, en Amérique du Sud, et les Montagnes-Rocheuses dans les Etats-Unis, ou encore la limite du désert dans l'Australie occidentale.

Pour caractériser, au moins dans leurs traits généraux, ces lignes de séparation au point de vue floristique, nous dirons que la ligne A sépare les Palmiers tropicaux, les Musacées, les Zingibéracées, les Dioscoracées, les Pandanées de l'ancien monde, la plus grande partie des Gesneriacées, Bignoniacées, Loganiacées, Sapotacées, Diospyrées, Melastomacées, Rhizophoracées, Combrétacées, Bégoniacées, Malpighiacées, Méliacées, Burséracées, Clusiacées, Bixacées, Myristicacées, Morées (*Arto-*

*carpus!* *Ficus!*) et Piperacées, des flores boréales; de leur côté, celles-ci sont le siège principal des Primulacées, Plombaginées, Pyrolacées, Ombellifères, Rosacées, Amygdalées, (à l'exception des Chrysobalanées tropicales), Eléagnées, Caryophyllées, Cistinées, Tamariscinées, Berberidées, Renonculacées, Salicinées, Juglandées, Bétulacées, Cupulifères (à l'exception des *Quercus* de l'Inde tropicale) et des *Fagus* de l'hémisphère austral, et enfin, parmi les Conifères, des genres *Pinus*, *Abies*, *Picea*, *Larix*, *Cedrus*, *Juniperus*.

La ligne de séparation B limite à l'Amérique les Broméliacées, Rapatécées, Cyclanthées, une grande partie des Polémoniacées et Hydrophylées, les *Lennea*, les *Papaya*, les Cactées, les Limnanthées, les genres *Tropaolum*, *Marcgravia*, *Sarracenia*, *Leitneria*, et autres représentants de petites familles dicotylédones.

La ligne G, au sud-ouest de l'Australie, et à laquelle fait suite la ligne beaucoup moins accentuée F, marque, (comme c'est le cas d'ailleurs au sud-ouest de l'Afrique) la limite de quelques autres familles, notamment : les Hémodoracées, Styliidiées, Goodeniacées, la plupart des Myoporées, Epacridées, Stackhousiacées, Trémandracées, Casuarinées et quelques autres. Le fait que cette ligne F est souvent franchie par quelques familles atteste de son peu d'importance. En outre, de nombreuses tribus appartenant à de grandes familles, et quelques genres caractéristiques très développés, sont également limités par ces lignes de C à F. On doit surtout citer à cet égard les Kingiées, Xanthorrées, Xérothiées, Labiées frutescentes du groupe des Westringiées, la tribu des Chamælauciées (Myrtacées) avec les *Eucalyptus* et les *Leptospermum*, tous les genres de Protéacées, une section du genre *Acacia* possédant environ 300 espèces endémiques, les Dilléniacées et les Boroniées (Rutacées).

Il en est de même au sud-ouest de l'Afrique; mais alors ces lignes de second ordre ne sont plus caractérisées que par une foule de particularités qui ne portant plus que sur les genres sont beaucoup moins importantes que dans le cas précédent où il s'agissait de familles et de sous-familles. Ce que nous avons dit des lignes A, B, C témoigne combien est fastidieuse la longue nomenclature qui est cependant la base de la Géographie Botanique. Il suffit ici d'avoir, par quelques données importantes, fait remarquer que les aires des familles, des sous-familles et des genres, ne sont pas disséminées au hasard mais sont, au contraire, réunies en groupes déterminés et renfermés dans des limites bien tranchées, limites

frauchies seulement par un petit nombre de genres ubiquistes.

Ce qui se dégage encore de cette étude, c'est que les régions tropicales des deux hémisphères constituent des aires de séparation pour les contrées subtropicales tempérées et froides qui leur font suite au nord et au sud. En effet, leur limite nord est formée par la ligne de premier ordre A-A, leur limite sud par les lignes distinctes dans chaque continent D, E, F également de premier ordre. Les contrées méridionales sont bien plus nettement séparées les unes des autres que les contrées septentrionales et subtropicales des deux mondes; leurs flores, cependant, présentent beaucoup d'analogies, et il est possible, au point de vue systématique, de répartir toutes les flores en trois groupes principaux. Ce sont les *Régions florales* dont nous distingueront trois grandes sections, une *boréale*, une *tropicale*, une *australe*. La première section est plus nettement séparée des deux autres que celles-ci ne le sont entre elles.

### Délimitation des Régions florales et des domaines floraux

Les lignes de séparation entre les flores dont il vient d'être question et qui sont fondés sur la systématique sont incontestables. Tout au plus peut-on, jusqu'à un certain point, discuter sur leur parcours exact et le degré de leur importance. Elles servent donc à diviser les contrées au point de vue floristique. Nous donnons le nom de *région florale* ou de « *Flore* » aux principaux centres de développements (c'est-à-dire aux contrées dans lesquelles des familles et des genres déterminés sont beaucoup plus représentés que d'autres, tandis que, en dehors de ces contrées, c'est un caractère tout différent qui domine); et nous appelons *domaine floral* une partie de région florale plus restreinte et moins différenciée.

Le nombre des divisions principales et le tracé de leurs limites pouvant varier d'un auteur à un autre, les différentes manières d'envisager la question apparaissent de suite sur une carte détaillée. Il ne faut donc pas s'étonner de l'aspect différent que revêtent, suivant les auteurs, les cartes de domaines floraux. Nous avons précédemment, dans notre mémoire sur les *Régions florales du globe* (p. 3-7), touché un mot de la question (1), et indiqué les trois groupes primaires (boréal, tropical,

(1) Voir une Analyse de ce mémoire par M. Flabault, in *Revue des recueils périodiques*, 1883, p. 273.

austral) de régions florales adoptées ici. Ces *régions florales* tirent leur caractère de la prédominance de certaines familles et de la présence de certaines sous-familles et de certaines tribus qui ne se rencontrent que là ou qui y ont leur principal centre de développement. Surtout elles se distinguent par la prédominance de certains genres ou sections de genres qui peuvent être répandus ailleurs mais qui atteignent dans ces régions seules un grand développement. De plus, dans les régions florales voisines les genres communs figurent sous la forme d'espèces représentatives, de telle sorte qu'il y a, à proportion, beaucoup moins d'espèces communes qu'il n'y a de genres communs. Font exception, naturellement, les espèces vivant sur les frontières de deux régions florales limitrophes, et auxquelles ces considérations ne sont pas applicables, de même que les espèces ubiquistes, amenées par les cultures, et dont la patrie est douteuse. Les *domaines floraux* compris dans une région florale ont, à un degré moindre, les mêmes traits caractéristiques, et se distinguent surtout par la prédominance d'espèces largement répandues dans ces domaines floraux seuls, et arrivant à constituer de véritables formations. — Bien que ce mode de division ne se rattache pas au développement géologique de la flore des continents et des mers, et se trouve intimement lié à l'histoire de la flore, il est cependant basé sur l'état actuel des aires, c'est-à-dire sur la statistique florale.

Cette méthode statistique a déjà été suivie dans la division des contrées au point de vue géographique et botanique proposée par Schouw et adoptée dans la première édition de l'*Atlas physique de Berghaus*. Ces divisions ont été établies au point de vue de la géographie botanique, c'est-à-dire en partageant le globe en « régions présentant entre elles des différences essentielles de végétation. » Dans cet atlas toutefois cette méthode a été mal employée, car on a fait figurer surtout la proportion de familles très répandues au lieu de celle de familles, de tribus et de genres limités à de certaines aires (voir *Drude, Fl. d. E.*, p. 12 et 13). Ce mode de division a pris, grâce à Grisebach, une tout autre expression, car cet auteur a fait entrer en ligne de compte les formes endémiques, rattachant ainsi la question du climat, et par là se rapprochant des essais de A. de Candolle (voyez ci-dessus, p. 95).

Une autre marche a été suivie par M. Engler (*Entwickelung. der Floren*) qui a basé sur la paléontologie son histoire du développe-

ment des flores, limitant à sa juste mesure la part de la climatologie.

C'est la méthode statistique qui devient ainsi applicable à l'étude des périodes successives et des changements survenus dans les aires depuis l'époque néogène ; et de même qu'on ne saurait, logiquement, comprendre la géographie politique de l'Europe sans se reporter à l'histoire des anciens empires des peuples puissants qui ont été les prédécesseurs des européens actuels, de même il nous faut remonter aux temps géologiques pour nous faire une idée exacte d'une région florale. Cependant l'histoire du développement des flores a toujours l'état actuel pour point de départ, et quelle que soit l'opinion qu'on se fasse du mode de constitution de ces flores (voir Schenk, *Handbuch, d. Botanik* vol. III, 2<sup>e</sup> partie, p. 190-203), la description des régions florales dans leur état présent en demeure indépendante. Les documents paléontologiques relatifs aux flores disparues ne suffisent malheureusement pas pour donner à eux seuls la solution de ces problèmes ; mais combinés à ce que nous savons de la flore vivante ils constituent un des plus fermes appuis de l'étude des changements survenus à la surface terrestre dans le climat et les conditions de vie.

Partant de là, M. Engler a reconnu quatre grandes régions florales déjà nettement constituées à l'époque tertiaire. Son élément *arcto-tertiaire* correspond dans ses parties essentielles au groupe représenté au nord de la limite AA sur la carte, p. 130 ; ses éléments *paleo-tropical* et *neo-tropical* réunis, correspondent à nos flores tropicales situées au sud de la ligne AA. De plus dans ces flores tropicales l'Amérique est nettement séparée de l'ancien monde comme l'indique la ligne BB. Cet auteur appelle élément *paleo-océanique* l'ensemble de ce qui s'est développé dans les mers au sud des lignes D, E, F. Sur les continents, il n'y a plus que des lambeaux de ces éléments et le morcellement s'est produit postérieurement au partage de l'élément tropical entre les deux hémisphères oriental et occidental.

Remarquons la continuité de la ligne de séparation B sur la côte américaine du Pacifique, ligne qui garde son importance jusqu'au 40° parallèle sud. Notons encore la ligne C en Australie, non moins importante que la ligne D, au sud de l'Afrique (voir Drude, *Florenreiche der Erde*, p. 33).

La flore générale du globe, comme le montre la grande carte accompagnant ce volume et dressée d'après les zones géother-

miques de Köppen, se divise tout d'abord en deux séries de flores nettement distinctes : la flore océanique comprenant les Algues et les Phanérogames marines des côtes et les flores terrestres et insulaires auxquelles se rattache les flores des eaux douces. Le partage de ces dernières effectué sur cette carte d'après les principes exposés plus haut a donné quatorze régions florales qui ont été délimitées et décrites dans le supplément de mon mémoire intitulé *Die Florenreiche der Erde*, et depuis dans l'Atlas physique de Berghaus où l'on a indiqué en outre le passage des unes aux autres. Mais dans la carte de ce Manuel on a dû omettre intentionnellement les limites précises intimement liées aux facteurs météorologiques, lumière et précipitation atmosphériques, limites dont les lignes sinueuses de la carte p. 130 peuvent cependant donner une idée.

En outre, on a montré comment ces limites dépendent des facteurs météorologiques, chaleur et précipitation atmosphériques.

La Nouvelle-Zélande a été considérée ici comme région distincte, et la Nouvelle-Guinée, les côtes et les îles situés à l'est de l'Australie ont été séparées de la région florale de l'Inde, et ont formé avec la Nouvelle-Zélande une région florale autonome : la région mélanésienne-néo-zélandaise. C'est là, semble-t-il, la meilleure solution de ce problème résultant de la situation intermédiaire de la Nouvelle-Zélande et de la séparation des flores à l'est et à l'ouest des détroits de Bali, de Lombok et de Macassar. Nous reviendrons sur ce point dans la partie spéciale de ce livre. Les chaînes de montagnes et la partie méridionale de la Nouvelle-Zélande se trouvent, dans ce partage comme précédemment, rattachée à la région florale antarctique. (Voir la note de la page 101).

Si nous divisons les régions florales au double point de vue géographique et floristique, nous pouvons suivre la marche indiquée par M. Neumayr dans son *Guide du Voyageur*.

I<sup>o</sup> Groupe des pays entourant le pôle nord : 1<sup>o</sup> région florale du nord.

II<sup>o</sup> Groupe des flores subtropicales et tropicales de l'Asie occidentale et de l'Afrique : 2<sup>o</sup> Asie centrale ; 3<sup>o</sup> Bassin de la Méditerranée et Orient ; 4<sup>o</sup> Afrique tropicale et Arabie méridionale ; 5<sup>o</sup> îles situées à l'est de l'Afrique ; 6<sup>o</sup> Afrique méridionale.

III<sup>o</sup> Groupe des flores subtropicales et tropicales du sud-est de l'Asie (Asie orientale, Inde, Australie) : 7<sup>o</sup> Asie orientale ; 8<sup>o</sup> Inde et archipel de la Sonde ; 9<sup>o</sup> région florale mélanésienne-néo-zélandaise comprenant la flore tropicale du nord-est de l'Australie ; 10<sup>o</sup> Australie, à l'exception de ce qui précède.

IV° Groupe des flores subtropicales et tropicales de l'Amérique ; 11° Centre de l'Amérique du nord ; 12° Amérique tropicale ; 13° Région florale andine (Amérique méridionale subtropicale).

V° Groupes situés au Sud des régions subtropicales et autour du pôle Sud et îles ; 14° Région florale antarctique (Patagonie, Malouines, Kerguelen, sud de la Nouvelle-Zélande, etc.

VI° Région florale océanique ; toutes les côtes et mers peu profondes habitées par des Algues.

A mon avis, il est bon au point de vue de la Géographie botanique, et même la distinction effective des aires l'exige, de ne pas s'en tenir aux grandes divisions des continents et des îles en trois groupes principaux essentiellement différents (boréal, tropical, austral), et d'introduire des divisions secondaires, suivant que les flores présentent au point de vue systématique des caractères tranchés et uniformes. C'est ainsi qu'on arrive à reconnaître 14 régions florales. M. Hemsley a récemment montré dans son introduction à la flore du Mexique et de l'Amérique centrale (*Biologia centrali-Americana, Botany, Introduction, 1888*), que la question est susceptible d'une interprétation différente. Dans cet ouvrage, il critique les systèmes actuellement en faveur en Géographie botanique, et tient pour un chiffre moindre de groupes principaux.

La division en cinq parties (Septentrionale, Africaine, Indienne, Sud-américaine, Australasiatique) établie par M. Hemsley, manque d'harmonie au point de vue des séparations primaires ; celle qu'il a proposée ensuite, « qui concorde mieux avec les travaux d'un grand nombre de botanistes et qui réalise un progrès sur la première division » nous semble beaucoup plus rationnelle. L'auteur distingue les régions suivantes :

- I. Région septentrionale.
- II. Région néo-tropicale.
- III. Région paléo-tropicale.
- IV. Région andine.
- V. Région du Cap.
- VI. Région de l'Australie.

Dans ce dernier mode de division, les régions florales citées précédemment se retrouvent, mais plusieurs ont été fusionnées. A la région I correspondent nos régions florales 1, 2, 3, 7 et 11. Notre carte des *Limites des flores terrestres* p. 130 en indique les divisions secondaires. A la région II correspond la région florale 12 ; la région III comprend l'ensemble des régions florales 4, 5 et 8 ; la région IV correspond exactement à notre région 13 ; la région V à notre région 6 et la région VI comprend approximativement à nos régions 9 et 10 ; M. Hemsley ajoute également la flore antarctique « fractionnée » (Flore n° 14), et, de même, les îles Sandwich qui dans la division florale ci-dessus proposée n'ont pas été l'objet d'une mention spéciale.

Pour montrer encore une fois combien en général, les modes de groupement peuvent différer, nous dirons que M. Hooker ne reconnaît

que deux flores primaires, une tropicale et une tempérée, ce qui est insuffisant.

En effet, les flores australes tempérées et les flores boréales tempérées diffèrent profondément au point de vue de la répartition des familles et des genres. M. Hooker reconnaît ensuite deux flores tempérées septentrionales, l'une dans l'Ancien, l'autre dans le Nouveau monde; car il fait remarquer, avec raison, le caractère exclusif de l'Amérique du Nord sous les latitudes subtropicales; puis il distingue deux flores tropicales, dans l'ancien et le nouveau monde, et enfin trois flores tempérées méridionales en Amérique, en Afrique et en Australie. Pour l'établissement de ces 7 régions florales, cet éminent botaniste se rapproche des principes qui nous ont dirigé, en admettant les mêmes lignes primaires.

Bien que les travaux faits sur ce sujet, et représentant jusqu'à un certain point, la quintessence de la géographie botanique, n'aient pas encore conduit à des solutions absolument satisfaisantes, il nous faut cependant reconnaître qu'en ce qui concerne les lignes primaires les opinions concordent en général, et même qu'un point de départ différent conduit aux mêmes divisions de la végétation du globe. Maintenant ces divisions sont-elles susceptibles de subdivisions ou bien doivent-elles, au contraire, être maintenues dans leur intégrité, c'est là une question secondaire.

### Comparaison avec les faunes

Après les observations présentées plus haut (p. 100), il nous faut encore revenir au travail de M. Wallace sur les faunes (1). Sans doute, étant donné qu'on ne s'est pas encore absolument entendu sur la manière de grouper les régions florales, on ne saurait établir dans l'état présent de la science, de comparaison satisfaisante entre ces limites et celles des principales faunes,

(1) M. Möbius vient de publier (*Archiv. f. Naturgeschichte*, 1891), une carte des faunes qui repose sur des considérations absolument nouvelles et les 12 régions fauniennes, dont il admet l'autonomie, présentent les plus grandes analogies avec nos régions florales. Toutefois, il y a entre ces dernières et les divisions de M. Möbius quelques divergences importantes. 1<sup>o</sup>) La région florale du Nord circumpolaire est remplacée par une « faune polaire arctique », qui ne correspond qu'à notre Domaine floral arctique. Par contre, l'auteur distingue une faune euroéo-sibérienne spéciale et, d'autre part, la faune de l'Amérique du Nord s'étend jusqu'au Cercle polaire. 2<sup>o</sup>) Les trois faunes tropicales de l'Afrique, de l'Australasie, et du Sud de l'Amérique s'étendent jusqu'à la limite méridionale de ce continent et par conséquent la région du Cap ainsi que le Chili et la Patagonie, autonomes au point de vue botanique ne le sont pas au point de vue zoologique. Les faunes marines sont réparties en 16 domaines et cette division a son importance car il restera à voir comment elle correspond à la division des formes océaniques fort mal délimitées jusqu'ici. (Note de l'auteur).

pour lesquelles la question n'est pas plus résolue. Cependant, bien que ce sujet soit mieux à sa place dans un livre de géographie zoologique, peut-on essayer la comparaison en s'en tenant aux traits généraux. Deux points principaux nous frappent. Tandis que la ligne de séparation florale C n'est très accusée qu'en Australie extra-tropicale où elle correspond à la côte occidentale, la ligne de séparation des faunes dans la même région reste toujours bien tranchée et se continue ainsi à travers l'archipel indien par Bali, Lombok et le détroit de Macassar. Ainsi, on voit alors le caractère absolument particulier de l'ensemble de la faune de l'Australasie, non seulement vis-à-vis des faunes de l'Inde, mais encore vis-à-vis de toutes les autres faunes terrestres. La Nouvelle Zélande présente des particularités analogues qui la font rattacher à cet ensemble de régions, mais sa faune plus encore que sa flore la distingue du continent australien. De plus, et c'est là une dissemblance très remarquable entre les faunes et les flores, les différences qu'on observe sur les continents entre les animaux de l'Ancien Monde et ceux du Nouveau se maintiennent beaucoup plus au nord, tandis que, au contraire, pour les plantes, ces différences vont s'atténuant plus vite au fur et à mesure qu'on s'éloigne de l'équateur. Si l'on remarque que la ligne de séparation primaire qui suit le tropique du Cancer, et qui marque la limite des flores boréale et tropicale, est très accusée au voisinage de ces séparations continentales, on est amené à distinguer au Nord de l'équateur deux faunes principales, la faune *paléo-arctique* et la faune *néo-arctique*. Les lignes fauniennes correspondant aux lignes florales D et E (carte p. 130) sont moins accusées en Amérique méridionale et en Afrique; de telle sorte que M. Wallace n'a pas voulu reconnaître dans l'hémisphère sud de région faunienne primaire. Il serait plus naturel de voir à établir une région faunienne septentrionale circumpolaire distincte; c'est l'avis de beaucoup de bons esprits, et nombre de faits de répartition justifieraient cette distinction. Ainsi l'analogie deviendrait plus étroite entre les Régions florales et les Régions fauniennes, car, pour les premières, la répartition circumpolaire commune est tellement évidente que M. Hemsley et M. Hooker l'ont formellement reconnue.

Il y a ici matière à bien des travaux qui devront s'appuyer sur la connaissance des formes, de leurs aires et de leur parenté, travaux pour lesquels les monographies de grands groupes de

plantes et d'animaux seront peut-être plus profitables encore qu'elles ne le sont aujourd'hui, à la condition de faire pour l'établissement de ces séparations, un choix judicieux des groupes dont on étudiera les affinités.

Il est certain toutefois qu'il restera toujours des questions non résolues et qui font que les discussions sur le nombre et la délimitation des Régions et des Domaines floraux, n'offrent qu'un intérêt très restreint. Aussi bien dans la partie spéciale de ce manuel (Cinquième Partie) n'a-t-on pas traité séparément des diverses régions florales, mais les a-t-on fait rentrer autant que possible dans la description des régions géographiques, et, d'autre part, en considérant les formations végétatives naturelles, les a-t-on divisées pour en faire des régions où les lignes de végétations réelles sont marquées par le sol et le climat. Ainsi les contrées de transition douteuses et les flores xérophiles mentionnées sur les cartes comme faisant passage des contrées tropicales aux contrées subtropicales prennent la place qui leur revient. Jusqu'ici on voit combien il est légitime d'appuyer sur la climatologie les divisions de la Géographie Botanique. A. de Candolle a donné une des solutions les plus remarquables de la question, en proposant ses groupements physiologiques où l'on voit les groupes systématiques établis à la fois d'après les conditions extérieures et d'après celles de l'hérédité.

---

## TROISIÈME PARTIE

---

### Répartition des principaux groupes botaniques dans les diverses régions florales.

Rapports numériques des familles, genres et espèces constituant le tapis végétal de la terre. Répartition des familles de phanérogames. Exemples choisis pour montrer la distribution géographique des familles principales : 1° les Palmiers. 2° les Conifères. 3° les Cupulifères. 4° les Éricacées. 5° les Myrtacées. 6° les Protéacées. Les Protéacés tertiaires en Europe. 7° les Liliacées. — Conclusions relatives à la « Botanique géographique ».

Ne tamen obliviscare, quemadmodum Physiologia animalium sine Anatome esse non potest, neque Geologia sine Oryctognosia, eodem modo te geographiam plantarum penitus inspicere non posse, nisi Botanicæ innitens singularum specierum notas, characteres, nomina accuratissime dignoscas.

A. DE HUMBOLDT, Prolegomena, 1815.

Quand il s'agit de donner une idée d'ensemble du caractère d'une contrée, d'une île, d'une région florale, et en général des principales régions de développement, il faut nécessairement en venir aux groupes systématiques déterminés du règne végétal, aux énumérations d'espèces, ou bien, pour les régions plus étendues, aux énumérations des familles les plus importantes. Bien que les groupements botaniques ne constituent qu'un procédé artificiel, il faut cependant y recourir. Sans doute cette nomenclature a toujours quelque chose de vide quand on ne peut mettre sous les yeux du lecteur ce à quoi ces noms correspondent, mais cet inconvénient inévitable, qui existait bien avant que la Géographie botanique ait constitué un corps de doctrines n'a pas disparu quand cette science est venue prendre

place dans l'ensemble des connaissances géographiques et former le trait d'union du monde organique avec la géographie. Il s'ensuit que malgré l'importance des formations végétatives au point de vue de l'étude des régions, malgré l'étroitesse de relations de la Géographie botanique et de la Géographie générale, notre science restera toujours et surtout une science botanique.

Pour un Manuel géographique de la nature de celui-ci, il faut donc se borner à indiquer — et c'est l'objet du présent chapitre — les points de botanique systématique sur lesquels doit particulièrement porter l'attention du géographe désireux de se faire idée des principales questions relatives à la flore dont le caractère varie avec les contrées.

### Rapports numériques des familles, genres et espèces constituant le tapis végétal de la terre.

L'ensemble de la flore terrestre est évalué en chiffre rond à 150,000 espèces, nombre qui ne paraîtra pas exagéré si l'on songe à ce que nous réservent encore les flores exotiques. Le rôle le plus important est dévolu aux Phanérogames et aux Fougères, sauf sur les côtes maritimes où ces plantes sont, pour l'immense majorité, remplacées par des Algues dont nous ne nous occuperons pas pour l'instant pour éviter des répétitions inutiles et dont il sera question dans le chapitre spécial réservé à la flore marine.

On divise les Phanérogames en trois grands groupes d'importance numérique fort inégale : les Monocotylédones, les Dicotylédones et les Gymnospermes. Ce dernier ne comprenant que trois familles, les Conifères, les Gnétacées et les Cycadées. M. Hemsley a évalué, en suivant l'ordre de MM. Bentham et Hooker, les Phanérogames aux chiffres suivants :

	FAMILLES	GENRES	ESPÈCES
Monocotylédones .....	34 ( 40)	1489	17894
Dicotylédones .....	166 (195)	6052	77311
Gymnospermes .....	3 ( 5)	44	415
Total....	203 (240)	7585	95620

Les nombres de familles entre parenthèses se rapportent à la division des Phanérogames que j'ai donnée en 1887, et montrent la différence dans l'évaluation suivant l'extension que l'on donne aux groupes.

L'importance des familles se mesure au nombre de leurs espèces et au fait de leur présence dans les diverses régions florales.

M. Hemsley admet que 25 de ces familles comptent (en chiffres ronds) plus de 1,000 espèces. L'ensemble de ces familles représente 60,000 espèces, c'est-à-dire environ les deux tiers des Phanérogames. A la liste publiée par cet auteur (*Introduction in Botany of Biologia centrali-Americana*, 1888), j'ai apporté les modifications suivantes : réunion des Ericacées aux Vacciniacées, l'ensemble de ces familles arrivant par là même à occuper un rang plus élevé ; adjonction des Sapindacées.

	FAMILLES	GENRES	ESPÈCES
	* Composées.	782	9800
	* Légumineuses	403	6500
	* Orchidées	334	5000
cl.	Rubiacées	341	4100
	* Graminées.	298	3200
cl.	Euphorbiacées	197	3000
cl.	Labiées.	136	2600
	* Cypéracées	61	2200
	* Liliacées	187	2100
	* Scrophularinées	158	1900
t. a.	Myrtacées	78	1800
t.	Mélastomacées	134	1800
cl.	Urticées	108	4500
cl.	Acanthacées	120	1350
	* Ericacées	82	1350
cl.	Asclepiadées	147	1300
b. a.	Ombellifères	153	1300
cl.	Solanées	67	1250
b. a.	Crucifères	173	1200
	* Boraginées	68	1200
(t)	Palmiers	132	1100
	* Campanulacées	54	1000
am.	Cactées	14	1000
	* Rosacées	71	1000
t.	Pipéracées	8	1000
	* Sapindacées	131	1000

Autant que ce mode de désignation le permet, on a cherché à indiquer, par des signes particuliers placés devant les noms de familles, le mode de répartition géographique de celles-ci. Celles qui sont représentées

dans tous les groupes de régions florales et qui figurent dans presque toutes les régions sont précédées d'un astérisque \*. Celles qui n'abordent guère les climats froids et qui font complètement défaut aux régions antarctiques sont désignées par cl. (*plante calide*); les autres lettres désignent respectivement : b, les familles boréales; t, les familles tropicales; a, les familles australes; am, les familles américaines (les Cactées seules). Toutes les autres se rencontrent dans les deux mondes, et sont parfois également réparties dans l'ancien et dans le nouveau continent.

Après les Phanérogames les plantes les plus importantes sont les Fougères. Dans la flore montagneuse de beaucoup d'îles de l'hémisphère austral comprises entre l'équateur et le tropique du Capricorne, le nombre des Fougères est plus considérable que celui de tout autre groupe. Elles représentent un ensemble d'environ 3,000 espèces réparties en 100 genres.

Les Fougères, les Prêles, les Lycopodiacées (ces deux derniers ordres beaucoup plus nombreux aux époques géologiques antérieures) constituent le groupe des Cryptogames vasculaires ou *Ptéridophytes*.

Après elles viennent les *Sphaignes* et les *Mousses*, qui jouent un rôle important au point de vue des formations végétales, dans les régions humides tempérées et froides, et les *Hépatiques* moins importantes à cet égard. En raison de la difficulté de délimitation des genres et des espèces, il est presque impossible d'évaluer le nombre de ces plantes. Sans trop restreindre les groupes on arrive aux chiffres de 150 genres et 2,000 à 3,000 espèces.

Les *Algues d'eau douce*, malgré le grand nombre de leurs espèces, n'ont pas encore été prises en considération en Géographie botanique. Dans les flores européennes les mieux connues on a commencé leur étude détaillée et leur classement d'après leur substratum et leur disposition bathymétrique. Etant donnée la délicatesse de leur organisation elles exigent, en effet, des études spéciales, et malgré qu'elles l'emportent sur les Phanérogames aquatiques comme nombre et comme variété elles n'ont occupé jusqu'ici dans nos statistiques qu'une place secondaire. Cependant ces Algues d'eau douce ont, au point de vue des formations végétales, une grande importance; leurs filaments enchevêtrés peuvent former de la tourbe, et les Diatomées (Bacillariacées) déposent leur carapace siliceuse dont la longueur varie de 1/10<sup>e</sup> à 1/100<sup>e</sup> de millimètre, en si grand nombre au fond des eaux qu'elles arrivent à constituer parfois des amas

considérables, de véritables couches géologiques connues sous le nom de *farine fossile* (tripoli) comme on en peut voir près de Oberohr, dans les landes de Lunebourg.

Parmi les Thallophytes l'importante classe des *Champignons* est celle qui présente le plus grand nombre de familles, de genres et d'espèces; mais étant donné que ces plantes sont parasites sur d'autres organismes ou saprophytes (humicoles), se développant sur des débris végétaux en voie de putréfaction, leur répartition géographique n'a qu'une importance secondaire et c'est à un autre point de vue qu'elles offrent de l'intérêt. Il est une famille de Champignons très nombreuse, et par ses conditions biologiques très différente de toutes les autres, ce sont les *Lichens*. Ces plantes qui sont, comme on sait, des champignons vivant en symbiose avec des Algues, se développent en compagnie des Mousses sur les sols tourbeux-sablonneux ou bien, seuls, à la surface des roches dures.

Les lichens se montrent dans toutes les parties du monde, et dans les régions froides ils constituent une formation spéciale dont l'importance va croissant au fur et à mesure que disparaissent les Phanérogames.

### Répartition des familles de Phanérogames

D'après ce qui précède on voit que, au point de vue de la Géographie botanique d'une contrée, ce sont les Phanérogames qui offrent de beaucoup le plus d'intérêt, car ce sont ces plantes qui, sous le rapport de la répartition des familles, présentent les séparations les plus nettes. Beaucoup plus rarement voit-on chez les Cryptogames les divisions systématiques concorder avec les divisions géographiques. Il y a donc avantage à comparer entre eux les nombres de familles phanérogames suivant que ces familles ont une large distribution ou sont au contraire assez localisées.

Dans mon livre ayant pour titre : *Die Systematische u. geographische Anordnung der Phanerogamen* (*Traité de Botanique de Schenk*, Tome III<sup>e</sup>, II<sup>e</sup> partie, p. 459 à 481), j'ai déjà fait cette comparaison en admettant pour les Phanérogames 240 familles; ici, je me contenterai donc de mettre sous les yeux du lecteur le tableau suivant.

PHANÉROGAMES (SIPHONOGAMES)	Dicotylédones							Gymnospermes	TOTAUX
	Monocotylédones								
		Gamopétales	Caliciflores	Disciflores	Thalamiflores	Monochlamydées			
I. Familles généralement répandues (dans presque toutes les Régions florales)	14	20	15	20	17	6	—	92	
II. Familles représentées seulement dans certaines parties de deux grands groupes des Régions florales, et familles boréales ou australes limitées soit à l'Amérique, soit à l'ancien monde	1	1	5	2	3	1	4	17	
III. Familles limitées à un seul groupe de Régions florales ou même à une seule région ou prédominantes dans ce groupe ou dans cette région									
Caractéristiques des régions	a. tropicales.	19	10	9	11	11	8	1	69
	b. australes.	5	8	5	1	2	1	—	22
	c. boréales	1	10	6	5	9	9	—	40
	40	49	40	39	42	25	5	240	

Je ferai remarquer que les Dicotylédones sont divisées en cinq groupes principaux : Gamopétales, Caliciflores, Disciflores (y compris les Cyclospérmees), Thalamiflores et Monochlamydées ; le contingent apporté par ces différentes sections est fort inégal. Ce sont les Monochlamydées qui comprennent le moins de familles à large extension ; puis viennent, par ordre d'importance, les Caliciflores, les Thalamiflores et enfin les Disciflores et les Gamopétales. Les Monocotylédones et les Gymnospermes sont, en général, moins largement et moins abondamment répandues que les Dicotylédones.

On le voit, parmi les Phanérogames, ce qui domine ce sont les familles *ne se montrant pas* dans toutes les Régions florales. Le nombre des familles assez localisées s'accroîtrait encore si l'on venait à faire entrer en ligne de compte celles qui, comme les Ombellifères, présentent des formes très variées dans les contrées boréales et australes et, par

contre, sont pauvrement représentées sous les tropiques ou ne s'y trouvent que dans quelques domaines floraux montagneux. Ce nombre s'accroîtrait encore si l'on y comprenait les Lauracées et les Myrtacées qui ne se trouvent représentées dans les régions florales boréales que par quelques groupes arcto-tertiaires alors que le centre de leur développement se trouve dans les régions tropicales et dans les régions australes où elles se montrent différentes dans les deux continents. On peut encore remarquer que c'est parmi les familles caractéristiques des tropiques que l'on trouve le plus grand nombre de familles non uniformément répandues.

Dans la liste précédente on a compté toutes les familles grandes et petites; mais au point de vue géographique il suffira de prendre les traits saillants caractéristiques de la flore. On les trouvera dans certains genres bien tranchés (*Ravenala*, *Bambusa*, *Pandanus*) et en grande partie dans la liste ci-dessus des familles phanérogames les plus importantes du globe. Cependant parmi celles-ci j'en ai choisi un certain nombre, les plus importantes au point de vue géographique, ou pouvant tout au moins passer pour des exemples tout à fait saillants, et je donnerai quelques détails sur leur distribution géographique parce qu'elles caractérisent la physionomie de certaines contrées et qu'elles couvrent sur la terre des surfaces très étendues; ce sont les Palmiers, les Conifères, les Cupulifères, les Ericacées, les Myrtacées, les Protéacées, et les Liliacées.

Il nous paraît utile d'indiquer ici les Mémoires où il est question de la distribution géographique des principales familles de plantes. Nous ne prétendons pas donner la bibliographie complète du sujet et nous nous en tenons aux groupes les plus importants. Beaucoup de Mémoires cités ci-dessous sont accompagnés de cartes ou de renseignements graphiques.

#### I. — Sporophytes.

- K.-M. LYELL. — *A Geographical Handbook of all the known Ferns*. Londres, 1870.
- BAKER. — *On the geographical distribution of Ferns*, Linnœn. Transactions. XXVI, p. 267.
- G. MURRAY. — *Distribution géographique des Algues*. Transaction of the Liverpool biolog. Soc. 1891.

- O. KUNTZE. — *Revisio von Sargassum und das sogenannte Sargasso-Meer.* (Botan. Jahrb. System. u. Geogr. II, 1891.)
- ALLEN. — *Ressemblances entre les Characées d'Amérique et celles d'Asie.* Bulletin of the Torrey botan. Club. 1880, n° 10, p. 103.
- UNDERWOOD. — *Étude comparative des Hépatiques dans les flores de l'Europe, de l'Asie et de l'Amérique du Nord.* Botan. Gazette 1892, p. 305.
- BOULAY (Abbé). — *Principes généraux de la distribution géographique des mousses.* (Thèse de doctorat, Caen ; Lille, 1876.)
- BESCHERELLE. — *Note sur les mousses des colonies françaises.* (Bull. Soc. de France 1881, p. 187.)
- BRAITHWAITE. — *Les Sphaignes de l'Europe et de l'Amérique du Nord ;* 29 pl. Londres, 1880.
- DUSÉN. — *La distribution géographique des Sphaignes en Scandinavie.* (Upsal, 1887 ; Essai académique.)
- NYLANDER. — *Synopsis methodica Lichenum,* tome I. (Paris, 1858.)

## II. — Gymnospermes et Monocotylédones.

- STAPP. — *Die Arten der Gattung Ephedra.* Denkschriften d. K. Akad. d. Wissensch. Vienne, 1889. T. LVI.
- ASCHERSON. — *Die Geographische Verbreitung der Seegräser* (Neumayr, Anleitung zu Wissensch. Beobachtungen auf Reisen, 1<sup>re</sup> édition, 1873, p. 359 ; 2<sup>e</sup> édition, 1888, tome II, p. 191-212.)
- ENGLER. — *Aracées* (*Monographia Phanerogamarum,* suite au Prodrôme. Tome II, p. 36-53 ; *Beiträge z. Kenntniss d. Aracæ.* T. I, p. 480 ; IV, p. 59 et 341 ; V. p. 141, 287.)
- BEAL. — *Distribution géographique des Graminées de l'Amérique du Nord.* Proceedings American Association XXXIX, p. 312-319 ; 1891. Pour les détails spécifiques, voir : Vasey, *Illustration of American Grasses.* Washington, 1891-1893.
- HACKEL. — *Monographie des Andropogonées* (suite au Prodrôme). Tome VI. 1889.
- NILSSON. — *Distribution géographique des Xyridées.* kgl. Svenska Vetenskaps-Akademiens-Handlingar. XXIV, n° 14.
- MAW. — *Distribution géographique du genre Crocus.* (Monograph of the genus Crocus, etc.) Londres, 1886.
- BUCHENAU. — *Die Verbreitung der Juncaceen über die Erde.* Engler, Botan. Jahrb. f. System. Tome I, p. 143.
- BAKER. — *Synopsis of Bromeliaceæ Tillandsiæ.* (Journ. of Botany, XXV, 1857, et XXVI, 1888.)
- BURBIDGE. — *Geographical distribution of orchids.* Supplément au Gardener's Chronicle, XXIII, 9 mai 1885, p. 1.
- HEMSLEY. — *The insular distribution of orchids.* Gardener's Chronicle, ibid, p. 739.
- RIEDLEY. — *Monograph of the genus Liparis and Microstylis.* (Journal of the Linnean Society of London, XXII, p. 244, et XXIV p. 308.)

## III. — Dicotylédones.

- BUNGE. — *Pflanzen geographische Betrachtungen über die Familie d. Chenopodiaceen.* (Mémoires de l'Acad. d. sc. de S<sup>t</sup>-Pétersbourg, VII<sup>e</sup> série. Tome XXVII, n<sup>o</sup> 8, 1880.)
- BUNGE. — *Anabasearum revisio.* Ibid. Tome IV, n<sup>o</sup> 11.
- SCHUMANN. — *Kritische Untersuchungen über Zimtländer.* (Petermann's Geogr. Mittbeil. Ergänzungsband, XVI, avec une carte de la distribution géographique des Lauracées.)
- MEZ. — *Spicilegium Laureanum.* Étude de géographie botanique sur les Lauracées de l'Amérique tropicale. Arbeiten aus dem K. botan. Garten zu Breslau, I, 71-105, 1892.
- HUTH. — On doit à cet auteur quelques Essais sur la Distribution géographique des Renonculacées, et principalement des genres suivants : *Pæonia* (Botan. Jahrb. System. XIV, p. 258-276, 1891, in Monographie der Gattung *Pæonia*); *Caltha* (Abhandl. u. Vorträge aus d. Gesamtgebiet d. Naturwiss. IV. 32); *Trollius* (Helios. T. IX, 1-8.)
- SZYSZYŁOWICZ. — *Distribution géographique des Tiliacées,* in : *Zur Systematik der Tiliaceen.* (Jahrb. f. System. u. Pflanzengeographie. T. VI, p. 427, et VII, 133-145).
- SCHUMANN. — *Distribution des Tiliacées in Flora brasiliensis.* Fasc. 98, 1887.
- CHODAT. — *Distribution des Polygalacées.* (Bibliothèque universelle, Arch. d. sc. physiques et naturelles, XXV, 695. Genève, 1871.)
- ENGLER. — *Distribution des Guttifères.* (Flora brasiliensis, fasc. 102).
- PAX. — *Monographie d. Gattung Acer.* Die Pflanzengeographische Verbreitung (Jahrb. f. System. u. Pflanz. geogr. T. VI, p. 329).
- CAS. DE CANDOLLE. — *Distribution des Méliacées* (suite au Prodrome) I, 416; plus complète in : Transactions of the Linnean Soc. n<sup>o</sup> 100, décembre 1878.
- ENGLER. — *Ueber die morphologischen Verhältnisse u. die geographische Verbreitung der Gattung Rhus, sowie mit ihr verwandten, lebenden u. ausgestorbenen Anacardiaceen.* (Jahrb. f. System. Tome I, p. 365.)
- FOCKE. — *Ueber die natürliche Gliederung u. die geographische Verbreitung d. Gattung Rubus* (Jahrb. f. System. Tome I, p. 87.)
- MAXIMOWICZ. — *Distribution géographique des Spiréacées* (en allemand) in *Acta Horti Petropolitani*, VI, p. 150.
- KOEHNE. — *Die geographische Verbreitung d. Lythraceen* (Jahrb. f. System. Tome VII, p. 1-39).
- COGNIAUX. — *Mélastomacées* (Flora brasiliensis, fasc. 100-103).
- HAUSSENECHT. — *Monographie d. Gattung Epilobium* (Iena 1884 avec deux cartes de distribution géographique).
- ENGLER. — *Monographie d. Gattung Saxifraga* p. 33, 1872.
- COGNIAUX. — *Remarques sur les Cucurbitacées brésiliennes, et particulièrement sur leur dispersion géographique.* Gand 1879.
- MAURY. — *Étude sur l'organisation et la distribution géographique des Plombaginées.* (Ann. d. Sc. Nat. VII<sup>e</sup> Série T. IV, p. 1-128.)

- BUNGE. — *Die Gattung Acantholimon* (Mémoires de l'Acad. d. Sc. de Saint-Petersbourg. VII<sup>e</sup> Série, T. XVIII, n<sup>o</sup> 2).
- PAX. — *Monographische Uebersicht ueber die Arten d. Gattung Primula* (Jahrb. f. System. Tome X, p. 136).
- MARTELLI. — *Révision monographique des Androsace*. (Florence 1890).
- BECK VON MANAGETTA. — *Monographie d. Gattung Orobanche*. (Bibliotheca botanica 1890).
- MAXIMOWICZ. — *Dispersion des Pedicularis*. (Diagnose de nouvelles plantes asiatiques in Mélanges biologiques tirés du Bull. de l'Ac. d. Sc. de Saint-Petersbourg. T. XII. p. 769.)
- PRAIN. — *Monographie des Pedicularis*. (Annals of the Royal Bot. garden Calcutta, vol. III, avec une carte).
- BENTHAM. — *Notes on the gamopetalous orders belonging to the Campanulaceous and oleaceous groups*. (Journ. of the Linnean Society. T. XV, p. I.)
- WETTSTEIN. — *Monographie der Gattung Hedræanthus*, avec une carte de la Méditerranée. (Denkschriften der K. Akademie d. Wiss. Wien. Tome LIII, 1887).
- HOCK. — *Distribution des Valérianées*. (Botan. Jahrb. Syst. Tome III, p. 1).
- G. BECK. — *Monographie des Inula d'Europe*, avec une carte. (Denkschriften d. K. Akad. d. Wiss. Vienne, 1881. Tome XLIV).
- HEIMERL. — *Monographie des Achillea de la section Ptarmica*. (Même recueil. Vienne, 1884, Tome XLVIII).
- NÆGELI et PETER. — *Hieracium de l'Europe centrale*. (Tome I, 1885, chapitre IV).

## I. — Les Palmiers.

*Martius*, Ueber die geographischen Verhältnisse der Palmen mit besonderer Berücksichtigung der Haupt-Florenreiche [Gelehrte Anzeigen der K. bayer. Akademie zu München, tome VI (1838), VIII et IX (1839).] — *Martius*, Palmarum rationes geographicae. [Martius, Historia naturalis Palmarum Tome I, p 165 et suivantes. Tabulæ geographicae, I-IV.] — *Drude*, Die geographische Verbreitung der Palmen. [Peterm. Geogr. Mitteilungen, 1878, p. 15 et 94, avec 2 planches. — *Drude*, Atlas de la distribution des plantes (en allemand) in *Berghaus*, Phys. Atlas, feuille 45.

Les Palmiers sont considérés avec raison comme les plus beaux représentants des Monocotylédones tropicales. La puissance de leurs formes qui se manifeste à la fois dans la feuille, la spathe et le régime étonne le regard de l'homme. Ces plantes exigent pour se développer des périodes végétatives non interrompues, réalisables seulement sous les climats humides des tropiques; ainsi, pour citer un exemple, le célèbre Palmier des Seychelles (*Lodoicea Seychellarum*) met 10 ans à mûrir ses fruits qui atteignent de 1 pied 1/2 à 2 pieds de diamètre

(Swinburn-Ward). Cette particularité des Palmiers et de certaines autres Monocodylédones voisines de ne former un trou qu'après avoir produit un certain nombre de feuilles basilaires a des conséquences remarquables.

On sait que la partie reuflée de la base de la tige, où s'insèrent les feuilles et d'où partent au raz du sol les racines adventives, peut atteindre un diamètre considérable avant que le tronc qui aura le même diamètre que cette base d'insertion s'allonge pour porter dans l'air sous une élégante couronne de feuilles. La formation du stipe élancé n'entraînant pas d'augmentation diamétrale de la tige, le grand développement foliaire n'est pas nécessairement en relation avec celui de la tige, et l'on voit les plus grandes feuilles portées par des troncs très surbaissés (*Raphia*, *Metroxylon*, *Attalea*). C'est là un caractère extérieur constant pour les Palmiers, si évident dans toutes les régions tropicales, qu'il frappe immédiatement le voyageur non botaniste, et lui fait reconnaître de suite les plantes de cette famille à la description desquelles il se complait dans le récit de ses explorations. D'après M. F. von Thielmaun (1) les paysages des tropiques doivent aux Palmiers leur caractéristique si spéciale; ce sont eux qui leur impriment ce cachet de lumière et de grandeur, tandis qu'il faut aux Fougères arborescentes non plus le plein air mais les profondeurs de la forêt sombre pour épanouir leurs frondes si élégamment découpées.

Sans doute, tous les Palmiers n'atteignent pas de grandes dimensions, mais les petites espèces ne le cèdent pas en élégance aux plus grandes, aussi ces plantes sont-elles plus volontiers que toute autre mentionnées par le voyageur qui parcourt une contrée nouvelle.

L'organisation des Palmiers les limite étroitement aux régions qui n'ont ni hivers froids, ni sécheresse continue en hiver ou en été; on ne les trouve donc dans tout leur épanouissement que dans les limites suivantes: en Amérique, de la côte orientale du Brésil, par 30° de latitude sud, jusque sur le versant occidental du Plateau central mexicain par 20° de latitude nord et jusqu'à Cuba; en Afrique, sur la côte orientale, depuis le 20° parallèle Sud jusqu'au 20° parallèle Nord sur la côte occidentale, et aussi sur les bords du Nil supérieur jusqu'à 11° nord, e

(1) Vier Wege durch Amerika, 1879, p. 272.

vers l'ouest, jusqu'à la boucle du Niger. Ils croissent à Madagascar, aux Mascareignes, aux Seychelles; on les retrouve en Australie, par 25° de latitude sud, sur la côte orientale, dans tout l'Archipel compris entre ce continent et l'Asie, où ils montent, sur la côte orientale, jusqu'à la hauteur du tropique du Cancer. Ils se montrent encore au pied de l'Himalaya à la hauteur du 29° parallèle, mais vers l'ouest ils ne dépassent pas l'Indus.

En dehors des régions ainsi circonscrites et qui correspondent au maximum de développement de ces arbres en genres, en espèces et en individus, les Palmiers se montrent encore plus au nord et plus au sud sur des surfaces étendues, mais ils sont peu nombreux comme formes; souvent il n'y en a qu'une seule spéciale aux régions extratropicales et les individus qui la représentent sont la plupart du temps isolés et forment rarement des massifs quelque peu considérables. Ce domaine de moindre développement des Palmiers commence en Amérique du Sud à la province d'Entre-Rios, dans la République Argentine, et s'étend à travers le Grand-Chaco jusqu'à l'est de la Bolivie, tandis que sur la côte occidentale il occupe une longue bande côtière du 31° au 35° parallèle sud et s'étend, dans la région des Andes seulement, jusqu'à l'équateur. Sur la côte occidentale de l'Amérique septentrionale cette région à Palmiers fait directement suite au district d'Oaxaca, au Mexique, où ces plantes sont abondantes, puis elle s'étend, en une étroite bande, jusqu'à l'extrémité sud de la Californie et de la province d'Arizona et le long du cours inférieur du Rio del Norte, comprend la région des bouches du Mississipi, la Floride, la Géorgie, la Caroline du Sud, et cette bande côtière va toujours se rétrécissant au fur à mesure qu'on marche vers le nord. Dans le sud de l'Afrique une région analogue commence au sud du district de Benguela, encore assez riche en Palmiers, s'étend par le Congo vers la côte orientale jusqu'au Zambèze inférieur. Au delà, jusqu'au tropique du Capricorne, on trouve encore quelques espèces disséminées, mais plus au sud on ne rencontre que deux espèces de *Phoenix* qui descendent jusqu'à la baie d'Algoa. Au nord de l'Equateur on trouve une vaste région assez pauvre en Palmiers, le Sahara et l'Arabie, où les dattiers, dont M. Fischer a donné une Monographie (1),

(1) Geogr. Mitteil. Ergänzungsheft, N° 64.

forment des oasis plus ou moins étendues. A cette région fait suite dans la partie la plus chaude de l'Europe la région de l'unique Palmier-nain (*Chamærops humilis*), qui comprend le sud de l'Espagne, les Baléares, Naples, la Sicile, la Grèce, le sud de la Corse et ne dépasse pas Nice au nord. Ce sont de semblables plantes qui forment dans l'Inde la limite septentrionale de la région pauvre en Palmiers, dans l'Himalaya, sur le versant sud de l'Hindou-Kouch, dans l'Afghanistan, et sur les montagnes du Kourdistan, le long de l'Euphrate et du Tigre, tandis que, dans l'est de l'Asie, cette limite monte plus au nord jusqu'au 30° parallèle, à travers la Birmanie et la Cochinchine, où les palmiers abondent, et jusqu'au Japon, où ils atteignent le 35° degré. Nous laissons de côté bien entendu les espèces que la culture a fait monter plus haut encore. A l'Archipel Malaisien et au nord de l'Australie, riches en Palmiers, succède une étroite zone de passage, où ces arbres sont rares, qui se continue jusqu'à l'intérieur de l'Australie d'où ils ont presque entièrement disparu. Cette zone commence sur la côte nord-ouest, par 22° S, à la rivière Fortescue, au dessous du golfe de Carpentarie; elle est limitée par le 20° parallèle; puis sa limite orientale, correspondant à peu près à la ligne du partage des eaux, se dirige par les Nouvelles-Galles du Sud et la province de Victoria jusqu'à 37° 1/2 de latitude australe. Dans la Nouvelle-Zélande un palmier descend jusqu'à 43° 1/2 de latitude sud et se trouve à l'île Rangihau (île de Pitt) dans l'archipel des Chatham près du 45° parallèle sud, le représentant le plus avancé des plantes de cette famille.

Le fait qu'une espèce s'avance plus au nord ou recule plus au sud dépend, cela va sans dire, des propriétés spécifiques intrinsèques et des conditions extérieures. Si cependant nous voulons étudier la répartition géographique de ces Palmiers, nous sommes tout d'abord frappés du contraste existant entre les régions côtières et les régions intérieures des continents. C'est sur les fleuves tributaires des océans Pacifique, Atlantique et Indien que se trouvent réparties les régions riches en Palmiers, régions qui ne s'étendent guère au-delà des deux tropiques que sur la côte Est de l'Amérique du Sud et sur les versants de l'Himalaya. Par contre, les régions situées entre les tropiques et dépourvues de ces végétaux se trouvent être ou bien des régions intérieures absolument fermées, ou bien quelque rare

bande côtière bordée de montagnes à pic où règne un climat très sec.

L'intérieur de l'Australie présente ce fait très remarquable, qu'on a trouvé dans le Glen of Palmes, sur le versant sud des Monts Mac Donnell, près du tropique, un Palmier isolé (*Livistona Mariæ*), espèce fréquente sur le côté N. du continent. D'autres formes sont bien adaptées au climat humide des régions montagneuses élevées, et plus que tout autre, le genre *Cerorylon* dont les beaux représentants habitent les montagnes de la Colombie et du Venezuela entre 1750 et 3000 m. d'altitude. Les espèces des genres *Oreodoxa* et *Euterpe* atteignent, d'après d'Orbigny, une altitude de 3000 m., dans les Andes de la Colombie et de la Bolivie, et M. von Thielmann nous apprend qu'un *Cocos* croît dans l'Ibarra jusqu'à 2225 mètres. Au Mexique les *Chamædorea* s'élèvent jusqu'à 1000 m. et à Java les Calamées et les Caryotées atteignent 2200 mètres, et, d'après M. Griffith, le *Trachycarpus Martiana* et le *T. Khasiana* s'élèvent dans l'Himalaya jusqu'à 1525 mètres. D'après M. Wilkomm, on trouve encore à Galatzo, aux îles Baléares, le Palmier-nain (*Chamærops humilis*) à 860 m. au dessus du niveau de la mer.

Il n'a été question jusqu'ici que de la distribution géographique de l'ensemble de la famille. Nous avons signalé la différence existant entre les régions tropicales baignées par la mer et qui doivent à ces plantes leur caractère particulier, et les régions tropicales intérieures ou les régions extratropicales. Mais les règles générales de répartition que nous venons de poser ne doivent pas nous faire perdre de vue les tribus et les genres qui, dans chaque continent, donnent à la végétation tropicale son caractère si accusé. Une loi fondamentale de la répartition des Palmiers, loi très générale, c'est la circonscription des espèces à des régions très limitées; seules un petit nombre d'espèces (*Cocos nucifera*, *Elæis guineensis*, *Phoenix dactylifera*, *Borassus flabelliformis*) ont pu se répandre sur de grandes étendues sur un ou plusieurs continents. C'est ce que Schouw avait déjà très bien vu et mentionné; mais la systématique des Palmiers n'était pas alors suffisamment connue pour que cet auteur ait pu mettre en évidence le fait important de la limitation des genres à des continents déterminés. En effet, des régions éloignées les unes des autres présentent des végétations de Palmiers très différentes, et l'on observe à cet égard la plus grande dissemblance entre l'hémisphère occidentale et l'hémis-

phère oriental, chacun d'eux possédant ses genres de Palmiers spéciaux; de plus quelques sous-tribus sont limitées à l'un ou à l'autre de ces hémisphères. Cependant il faut noter qu'il y a eu un échange de deux espèces entre la côte occidentale de l'Afrique équatoriale et la côte américaine correspondante, et que le Cocotier, répandu comme on sait sur tant de points, est parti de l'Amérique, berceau des tribus congénères. Mais en somme, sur environ 1,000 espèces que compte la famille, cela ne fait que trois exceptions remarquables à la règle précédente. On peut voir en outre que si, au point de vue des Palmiers, l'Amérique présente une très grande unité, il n'en est pas de même pour l'hémisphère oriental, où l'on voit les Palmiers de la péninsule indo-chinoise (y compris ceux de la Malaisie et de l'Australie orientale) différer beaucoup de ceux de l'Afrique; à leur tour ceux du continent africain se distinguent notablement de ceux des Seychelles et des Mascareignes; la différence est moins sensible avec ceux de Madagascar, de sorte que, à l'époque actuelle, on peut reconnaître pour les Palmiers quatre centres de développement principaux bien distincts et nettement séparés, à savoir: 1° L'Amérique entre les deux tropiques; 2° L'Afrique dans le domaine du bas Niger, du haut Nil, du Congo et du Zambèze inférieur; 3° Madagascar, les Mascareignes et les Seychelles; 4° La péninsule indo-chinoise, les îles de la Sonde, et, accusant une évolution spéciale, la Nouvelle-Guinée, les groupes d'îles situés au sud-est jusqu'aux îles de Lord-Howe et la côte nord-est de l'Australie.

Pour mieux nous rendre compte de ces rapports très importants au point de vue de la géographie botanique, il est nécessaire de rappeler sommairement les grandes divisions de la famille. Les genres y sont répartis en 4 tribus de la manière suivante :

1° CORYPHINÉES. Drupe monosperme; feuilles flabelliformes (à l'exception du genre *Phoenix* qui a les feuilles pennées à pinnules cannelées); aiguillons développés surtout sur les deux flancs du pétiole ou sur la gaine; *Phoenix*, *Sabals*.

2° BORASSINÉES. Gros fruit lisse à noyau pierreux, 1-3 sperme; feuilles flabelliformes.

3° LEPIDOCARYINÉES. Drupe recouverte d'une cuirasse écailleuse; une seule grosse graine; feuilles pennées ou flabelliformes (*Mauritia*) portant de nombreux aiguillons épars.

4° CÉROXYLINÉES. Drupe monosperme ou bien fruit pierreux, 1-3

speime ; feuilles toujours pennées, pourvues de forts aiguillons dans une bonne partie des genres (Arécinées, Coccinées).

De ces tribus, la première, celle des Borassinées, a une extension bien limitée dans l'ancien monde, principalement en Afrique : ces plantes croissent dans tout le Soudan, la haute Egypte, l'Arabie heureuse, la région du Congo et du Zambèze jusqu'au désert de Kalahari. On les retrouve à Madagascar, aux Mascareignes, aux Seychelles, dans l'Hindoustan et la péninsule indo-chinoise jusqu'aux îles de la Sonde (où croit le genre douteux *Pholidocarpus*). Les genres *Borassus* et *Hyphæne* ont la plus large extension ; les *Latania* se trouvent aux Mascareignes, le *Lodoicea* aux Seychelles. — Si les trois autres tribus appartiennent aussi bien à l'ancien et au nouveau monde, les sous-tribus et les genres sont strictement limités à certaines régions florales. Parmi les CORYPHINÉES, les *Phœnix*, les plus connus de tous les Palmiers, se trouvent au nombre de 11 espèces dans toute l'Afrique, l'Arabie, l'Hindoustan, et atteignent leur limite aux îles de la Sonde. Ce genre habite donc les mêmes régions que les Borassinées, mais il s'élève plus au nord et manque d'autre part à la flore des Seychelles et des îles malgaches. Les Sabalées font défaut à l'Afrique tropicale et aux îles situées sous les mêmes latitudes ; ces plantes évitent pour la plupart les régions chaudes et humides, et sont, par contre, très répandues dans les régions subtropicales. Les *Livistona* se montrent depuis la Chine jusqu'à l'intérieur de l'Australie et dans la province de Victoria ; les *Copernicia* et les *Trithrinax* dans la République Argentine et le sud du Brésil ; les *Sabal* et les *Thrinax* dans les régions tropicales des deux Amériques ; les *Chamærops* dans le domaine méditerranéen, les *Trachycarpus*, etc., dans l'Himalaya. Les genres se font suite respectivement et aucun d'eux n'empiète sur le domaine du voisin.

Dans les Lépidocaryinées nous trouvons tout d'abord la sous-tribu des Mauritiées comprenant deux genres limités à l'Amérique tropicale et parmi eux les *Mauritia* (les seuls qui aient des feuilles flabelliformes) célèbres par les descriptions de Humboldt. Ce groupe est limité par une ligne courbe passant par la Trinité, le Rio-Negro, Goyaz et Bahia. Par contre, les Raphiées (parmi lesquels le *Raphia vinifera*, le célèbre palmier à vin de Camérout), qui ne comptent que quatre genres, se montrent tous dans l'Afrique tropicale ; les Calamées sont localisées à l'Inde où ils occupent une

vaste région entre le versant sud de l'Himalaya, la Nouvelle-Guinée et l'est de l'Australie jusqu'à la baie de Mortou et la rivière de Brisbane.

C'est à cette dernière tribu qu'appartient le genre *Calamus* (Rotang) qui compte plus de 200 espèces (y compris le genre *Dæmonorops*). Quatre espèces de *Calamus* se retrouvent encore au Nord-Est de l'Australie, et c'est à Bornéo que ces Palmiers atteignent leur maximum. Les épines de l'extrémité des feuilles et des spathes font de ces plantes des végétaux terribles et la jungle à rotangs est absolument impénétrable. C'est encore aux Lepidocaryinées que se rattachent les Sagoutiers (*Metroxylon* et *Pigafetta*) répandus de Java aux îles Fidji.

La tribu la plus importante, celle des Céroxylinées, ne compte en Afrique qu'un très petit nombre de représentants; mais partout ailleurs, au point de vue de la grandeur des aires, elle ne le cède guère qu'aux Coryphinées-Sabalées. Les Céroxylinées se divisent en deux sous-tribus: la première, celle des Arécinées, atteint son maximum dans la région florale indo-malaise, et s'étend au sud jusqu'à la Nouvelle-Zélande; toutefois, en Amérique, sous les tropiques, et dans la région des Cordillères, quelques groupes sont aussi puissamment développés. La seconde sous-tribu, celle des Cocoinées est, à l'exception du Cocotier et du Palmier à l'huile africain qui constituent les deux anomalies ci-dessus mentionnées, exclusivement américaines.

Parmi les Arécinées les *Caryota* et les *Arenga* sont les arbres les plus remarquables de la Région florale indienne; l'*Arenga saccharifera* (Palmier à sucre, Gomuti) est une des plantes les plus utiles de la famille. Le genre *Geonoma* et les genres voisins comprennent toute une série de Palmiers élégants de l'Amérique tropicale, et tandis que d'une part on trouve en Amérique le remarquable *Manicaria saccifera* aux gigantesques frondes entières, on rencontre au Gabon, sur la côte occidentale d'Afrique, deux autres genres monotypes attestant la parenté accidentelle des formes tropicales de part et d'autre de l'Atlantique, en Afrique et en Amérique. Les Iriartées constituent encore un groupe d'Arécinées américaines comprenant les Palmiers à cire (*Ceroxylon*, 5 espèces) qui croissent dans la région andine de la Colombie et de l'Equateur. La sous-tribu suivante, celles des Hyophorbées (ou Moréniées) comprend le genre *Hyophorbe*, un bel arbre des Mascareignes; les autres se rapportent principalement au genre *Chamadorea* (60 espèces) et sont en

général américaines et répandues de la Floride et du Mexique à la Bolivie et à Rio-de-Janeiro. Puis vient la sous-tribu des Arécées, avec 44 genres, qui manque à l'Afrique continentale, n'atteint qu'un faible développement dans les îles de la côte orientale où elle ne compte que 6 genres dont 5 monotypes, mais se trouve très largement représentée génériquement dans l'Inde, les îles de la Sonde, la Nouvelle Guinée, l'Australie orientale jusqu'aux îles de Lord Howe et la Nouvelle Calédonie. Avec le *Kentia sapida* elle atteint en Nouvelle-Zélande et aux îles Chatham sa limite australe. A ce groupe appartiennent les *Areca* proprement dits (14 espèces de Malacca à la Nouvelle-Guinée, 1 espèce australienne), les *Pinanga* (40 espèces); les *Archontophœnix* et *Ptychosperma* de l'Australie et des îles voisines à l'est. C'est encore de ce groupe de Palmiers indiens que se rapprochent quelques genres américains très connus : les *Euterpe*, qui se montrent de Rio aux Andes et aux Antilles, les *Enocarpus* répandus de la Colombie au fleuve des Amazones, l'*Oreodoxa* des Antilles, l'*Hyospathe*, et deux autres. Mais ensuite nous trouvons le riche groupe des Cocoinées (225 espèces répartis en 14 genres) dont l'un des représentants (*Cocos australis*) marque la limite sud de la famille dans la République Argentine. Ce groupe s'étend au nord jusqu'au Mexique et aux Antilles (*Acrocomia*) avec les formes imposantes d'*Attalea*, de *Maximiliana*, d'*Orbignya*, de *Cocos* (!) et les genres épineux *Astrocaryum*, *Bactris*, palmiers à formes basses (90 espèces) et le genre *Desmoncus*, palmier grimpant.

Il est deux genres anomaux qui viennent clore cette série et qui offrent une grande importance au point de vue des caractéristiques régionales ; ce sont les *Phytelephas* de Colombie, dont le fruit constitue l'ivoire végétal, et le genre monotype *Nipa* (*fruticans*) de l'Archipel Malaisien, des Philippines et de la Nouvelle-Guinée, où ces plantes occupent des milliers d'hectares sur les rives couvertes d'eaux saumâtres des îles, et viennent avec les Palétuviers obstruer l'embouchure des fleuves.

Ces faits de répartition étant connus, pour arriver à comprendre les rapports des flores avec les continents et les zones de végétation, il nous faut maintenant conclure, et voici les conclusions importantes :

1° Les régions florales boréales-subtropicales sont pauvres en Palmiers; elles possèdent pourtant des formes endémiques qui montrent que les Palmiers peuvent supporter de fortes

sécheresses périodiques et des froids hivernaux de courte durée. C'est ce que nous prouve bien l'histoire des *Chamærops*, *Rhapis*, *Trachycarpus Rhipidophyllum*. Il est difficile de dire si dans les régions subtropicales, ces plantes représentent une poussée de la flore tropicale vers le nord, ou bien si on doit les considérer comme un reliquat de la flore tertiaire. Toutefois les découvertes paléontologiques semblent légitimer cette dernière opinion.

2° Les genres des flores australes sont pour l'ordinaire représentatifs de ceux des flores tropicales. Pour les Palmiers il n'en va pas de même ; on ne trouve que des espèces endémiques ; fait d'autant plus curieux que, dans la règle, pour le reste de la flore les éléments tropicaux pénètrent dans la flore australe aussi loin que le permet le climat. Seul le *Jubæa spectabilis* paraît être, au Chili, le résultat d'un développement endémique ; par contre le Palmier de Juan Fernandez voisin des *Ceroxylon* semble indiquer un retour normal des groupes des montagnes tropicales sous de latitudes plus élevées.

Dans le sud de l'Afrique comme en Australie et en Nouvelle-Zélande la limite australe des Palmiers est occupée par des espèces tempérés qui font directement suite aux groupes tropicaux (*Phoenix reclinata*, *Livistona australis*, *Kentia sapida*). De même le *Cocos australis* de la République Argentine n'est que la continuation des *Cocos* du Brésil.

3° Les Palmiers sont donc intimement liés aux régions florales tropicales qui sont d'ailleurs, en général, si nettement séparées des autres. Dans ces régions ces végétaux sont répartis d'après les continents et les îles ; pourtant, à titre d'exceptions, certaines de leurs tribus s'avancent jusque dans les contrées boréales-subtropicales.

4° Des 128 genres bien légitimes qui forment la famille des Palmiers, 9 seulement peuvent être considérés comme très répandus, étant donnés qu'ils apparaissent dans des régions florales différentes ou dans des domaines éloignés au nord et au sud de l'équateur et disposés en une longue trainée continue. Ce sont à mon sens, les genres *Phoenix*, *Livistona*, *Pritchardia*, *Copernicia*, *Borassus*, *Calamus*, *Chamædorea*, *Elæis*, *Cocos*.

5° Les autres genres sont répandus dans une seule Région florale ou bien dans le domaine frontière de deux Régions florales voisines (par exemple dans l'archipel de la Sonde, la Nouvelle-Guinée, le nord de l'Australie), et à partir d'un point où ils sont à leur maximum vont en diminuant jusqu'aux

limites de l'aire sans laisser de solution de continuité dans leur répartition. Il arrive encore que d'autres genres sont limités à un seul petit domaine floral, à un seul versant montagneux, à une seule île, etc. La systématique des Palmiers est donc de la plus grande importance au point de vue théorique de l'histoire des flores tropicales, et elle est, dans la pratique, du plus grand secours pour caractériser ces flores.

6° Si les genres sont bien limités géographiquement, les espèces le sont encore davantage, ce qu'on peut expliquer sans doute par la difficulté de transport des lourds fruits pierreux qui caractérisent ces plantes, par la faible durée du pouvoir germinatif des graines, et aussi par la liaison étroite que ces végétaux présentent avec les conditions locales de climat et de substratum. Au point de vue de la répartition des *espèces* toutes les considérations développées p. 84 retrouvent leur place ici.

## 2. — Les Conifères.

*Beinling*, Ueber die geographische Verbreitung der Coniferen. — *Hildebrandt*, Die Verbreitung der Coniferen in der Jetztzeit und in den früheren geologischen Perioden. Verhandl. des naturh. Vereins d. Rheinlande u. Westf. Tome XVIII, p. 199-384, avec planches et diagrammes. — *Brown*, Die geographische Verbreitung der Coniferen und Gnetaceen (Geogr. Mitteilgn. 1872, p. 41, avec 3 planches. — *Engler et Prantl*, Die natürlichen Pflanzenfamilien, Tome II, 1<sup>re</sup> Partie, p. 53-64. — *Drude*, Atlas de la distribution des plantes (*Berghaus*, Atlas physique feuille 45).

De tous les arbres constituant la flore forestière du globe, il n'en est pas de plus importants que les Conifères, qui, répandus en massifs sur de vastes surfaces, donnent aux contrées où se développe leur puissante végétation une physionomie si uniforme. Même dans les régions où les arbres à feuillage caduc viennent leur disputer la place les Conifères ne se mêlent pas aux autres essences, et demeurent, çà et là, réunis en oasis au milieu des arbres environnants qu'ils dépassent en majesté. Bien que cette famille, qui compte 34 genres et 350 espèces, soit loin d'appartenir au groupe des plantes à très large distribution, elle a cependant une grande importance au point de vue du revêtement végétal du globe et des relations du monde des plantes avec l'homme; et cette importance est extrême pour les régions boréales et pour quelques contrées froides de l'hémisphère austral. Les Conifères ont un port très constant et très caractéristique :

un tronc droit, élancé, allant en s'amincissant de la base au sommet ; des feuilles persistantes aciculaires, ou écailleuses imbriquées, et résinifères. Cette règle générale comporte, on le sait, des exceptions ; les vieux Pins sont nouveaux, le Gingko a de larges feuilles aplaties caduques comme d'ailleurs celles du Méléze. De même, les Araucarias d'Amérique diffèrent beaucoup par leurs feuilles de nos Sapins, et, d'autre part, les branches du *Dammara* rappellent un peu celles des *Cycas* ; toutefois, tous ces arbres ont un cachet de puissance bien caractéristique, et que le vulgaire ne saurait confondre avec celui d'aucune autre plante. Grâce à la facilité de leur étude systématique, — exception faite cependant pour le genre *Pinus*, — la géographie peut considérer les Conifères comme d'un excellent secours dans la détermination des caractères des flores ; aussi bien les aires de la plupart des espèces de cette famille sont-elles parfaitement connues.

Tandis que ces plantes dominent dans les pays à hivers froids, à pluies périodiques moyennes, où les autres arbres ont la vie difficile, elles évitent les régions tropicales chaudes et humides, où la période végétale est liée à la saison pluvieuse ou du moins ne viennent jamais, sous ces latitudes, prendre part aux formations forestières constituées, comme on le verra plus loin, par des arbres à feuilles persistantes. La carte donnée par Brown, dans les *Geographischen Mittheilungen*, et qui montre que les Conifères couvrent presque toute la surface terrestre à l'exception de l'Afrique tropicale, peut faire illusion si l'on oublie que l'auteur n'entend pas parler de formations de Conifères, mais qu'il note jusqu'à la présence d'une seule et rare de ces plantes dans la moindre province florale.

La carte que j'ai publiée dans l'*Atlas physique* de Berghaus et sur laquelle j'ai négligé de faire figurer quantité de petites espèces buissonnantes me paraît plus rationnelle. Mais pour d'autres raisons j'ai dû laisser de côté la plupart des Cupressinées, de telle sorte que cette carte comprend un nombre d'aires insuffisant pour la famille qui nous occupe.

Voici dans ses traits généraux la répartition géographique des Conifères. Au delà de la limite des arbres on voit le Genévrier nain (*Juniperus nana*) s'avancer sur les deux côtes du Groenland au delà du cercle polaire ; il apparaît également dans la presqu'île du Taïmyr, en Islande et dans les hautes régions montagneuses. A part cela la limite septentrionale des

Conifères correspond à peu près à celle de la végétation arborescente, et ils ne sont guère dépassés çà et là que par le bouleau, vers le nord. En deçà de la limite des arbres on voit en Europe, en Sibérie, au Canada, une large ceinture de conifères dans laquelle les Mélèzes, les Pesses, les Pins et quelques Sapins représentent les Abiétinées, et dont chaque espèce ou sous-espèce caractérise une région déterminée. Quand on s'avance plus au sud l'importance de ces plantes va en diminuant. Cette ceinture de Conifères est limitée au sud, en Europe, par le Sapin résineux, au Caucase, par le *Picea orientalis*, au Thian-Schan par le *Picea Schrenkiana*, dans l'Amérique du Nord par le *Picea Sitkensis*, le *Pinus Strobus* (Pin de Weymouth) qui couvre de si vastes surfaces, et le *Tsuga canadensis*.

A cette ceinture fait suite une région où les différents Conifères sont mélangés et où les Pesses du Nord et les Mélèzes ne se retrouvent plus que dans les régions montagneuses. Ces contrées dans lesquelles les Conifères offrent le plus de variété se trouvent de chaque côté de l'Océan pacifique; ce sont: l'Asie orientale, d'une part, la Colombie, la Californie et les Montagnes-Rocheuses, d'autre part. La région de développement sino-japonaise, montre, dans les montagnes, associé aux Mélèzes, Pins, Pesses et Sapins endémiques, le genre *Tsuga* de l'Amérique du Nord; c'est là la patrie des *Cephalotaxus*, *Pseudolarix*, *Cunninghamia*, *Cryptomeria*, *Sciadopitys*, *Thuopsis*, *Chamaecyparis* et celle du célèbre *Gingko*, dernier débris d'un genre ancien. Presque tous sont endémiques. Plus au nord apparaissent les premiers *Podocarpus* et dans le Yunnan, le *Libocedrus macrolepis*.

Dans la région de développement oregon-californienne, il faut noter le *Pseudotsuga Douglasi* (Sapin de Douglas), les deux espèces de *Sequoia*, dont l'une, le *Sequoia (Wellingtonia) gigantea*, un des arbres les plus remarquables de la terre, occupe une aire très limitée; le *Chamaecyparis nutkaensis*, le *Cupressus Lawsoniana*, le *Thuia gigantea* et le *Libocedrus decurrens*. De nombreuses espèces endémiques d'*Abies*, de *Tsuga*, de *Pinus* et de *Picea*, les *Larix occidentalis* et *Lyallii* voisins des Mélèzes du nord, complètent cette liste de Conifères. Le pays des Prairies sépare cette région de celle, moins riche, s'étendant de l'est de la Virginie à la Floride et où croissent le *Taxodium distichum* (Cyprés chauve) que l'on retrouve fossile en maints endroits dans le Tertiaire d'Europe, les *Chamaecyparis*

*thuioïdes* et *sphæroïdea*, le *Thuia occidentalis*, le *Juniperus virginiana* et un grand nombre d'espèces de Pins.

Dans le domaine mexicain ces formes boréales américaines subissent encore une transformation, mais le nombre des genres n'augmente pas ; c'est là que croissent de nombreux Pins (*Pinus Montezumæ*, *Ayacahuite*, etc., formant un ensemble de 30 espèces environ), des *Abies* (*A. religiosa*), le *Taxodium mexicanum*, beaucoup de Cyprès et de *Chamæcyparis*, toutes espèces endémiques.

Dans l'ancien monde le centre de développement himalayeu offre certaines analogies avec celui du Mexique mais est bien loin de l'égaliser comme richesse. On y trouve des *Pinus* (*P. excelsa*) etc., des *Abies* (*A. Webbiana* et *Pindrow*), des *Picea*, des *Tsuga* (*T. dumosa*), des *Larix* (*L. Griffithii*) et la première forme de Cèdres celle qui s'avance le plus vers l'est le *Cedrus Deodara* à côté de diverses espèces de *Juniperus* et d'un *Podocarpus*. — Le Domaine méditerranéen et l'Orient nourrissent les Cèdres (y compris le *C. Deodara* déjà nommé à propos de l'Himalaya occidental) qui sont le seul genre de Conifère endémique en Asie mineure et dans l'Atlas; puis de nombreux pins, le Pin pignou (*P. pinea*), quelques Sapins, les Cyprès d'Orient, et beaucoup de *Juniperus*; le *Pinus Canariensis* constitue aussi une espèce endémique aux Canaries mais non à Madère. Dans l'ancien monde, les *Callitris* ne sont indigènes que dans les Régions florales méridionales; toutefois une espèce isolée, le *Callitris quadrivalvis* se trouve dans le nord de l'Afrique, dans l'Atlas et près de Tetouan au Maroc, mais les autres Conifères des régions subtropicales au nord et au sud de l'équateur, se rapportent à des genres différents. — Il nous reste à signaler l'existence, sous les tropiques, de quelques postes avancés de ces genres boréaux et même certains domaines où ces plantes sont très développées. C'est d'abord le *Juniperus procera* très répandu dans l'Afrique tropicale, puis les Conifères des Antilles et des Indes tropicales qui s'avanceut jusqu'à l'équateur. Le *Juniperus procera* est très caractéristique de l'Abyssinie et figure, comme l'a montré M. Thomson, dans la flore des hautes montagnes africaines de la région équatoriale, fait d'autant plus intéressant qu'il est là le seul représentant de la famille. (G. J. XI. p. 136). De même les Pins avec le *P. insularis*, une espèce particulière, s'avancent jusqu'aux Philippines à Bornéo, à Sumatra, où cette plante est cantonnée dans les montagnes; c'est à Timor par 10° de latitude sud qu'elle atteint le point extrême de son extension. Dans les Andes les espèces mexicaines et de l'Amérique centrale

ne vont pas si loin vers le sud, et, probablement, suivant M. Hemsley, ne dépassent pas le 12° parallèle, tandis que les mêmes genres atteignent aux Antilles un développement assez notable. Le Genévrier des Bermudes qui descend jusqu'à la Jamaïque, et surtout le *Pinus occidentalis*, mentionné par M. Eggers, et qui forme des forêts à St-Domingue par 18° de latitude nord, les pins de Cuba qui vont jusqu'au Honduras, représentent avec les *Podocarpus* les Conifères de ce domaine.

Une large zone de forêts tropicales, de savanes et de steppes arides, sépare les Conifères boréaux et boréaux-subtropicaux dont il vient d'être question, de ceux des régions australes avoisinant le tropique, lesquels se rapportent à des genres presque absolument différents.

En Afrique, la région sans Conifères est particulièrement étendue ; de même en Amérique méridionale tropicale. Mais dans le nord-est de l'Australie, en Papouasie et en Polynésie, apparaît un nouveau domaine à Conifères si proche des derniers bois de Pins que le passage de l'un à l'autre paraît insensible. Au point de vue systématique la liaison est plus évidente ici que partout ailleurs, car on voit les Cunninghamiées (ou Taxodiées), disséminées sur des points isolés du Japon jusqu'en Tasmanie, relier entre elles les côtes et les îles de l'océan Pacifique.

Ici, les genres les plus intéressants sont les *Araucaria* et les *Dammara* (*Agathis*) ; leurs espèces majestueuses réunies parfois en forêts étendues et variées se montrent dans le Queensland jusqu'à 30° Sud, et s'avancent jusqu'à 140 kilomètres dans l'intérieur des terres ; on les retrouve encore en Nouvelle-Calédonie, aux îles Norfolk, et au nord-ouest de la Nouvelle-Guinée dans les montagnes d'Arfak. Cette riche trainée de Conifères descend à l'est de l'Australie jusqu'en Tasmanie, mais diminue beaucoup vers l'ouest où l'on ne trouve avec un *Podocarpus* que quelques *Callitris* et *Actinostrobus* endémiques. Pourtant la Tasmanie possède encore des genres endémiques, et, en commun avec la Nouvelle-Zélande et Valdivia du Chili, les *Phyllocladus*, *Fitzroya*, *Arthrotaxis*. Ainsi, le continent Australien et la Tasmanie possèdent vingt-neuf Conifères parmi lesquels le seul genre *Dammara* se montre au-dessus de l'équateur, car il s'avance jusqu'aux Moluques, à Bornéo et aux Philippines. La Nouvelle-Zélande nourrit un *Libocedrus* et c'est là un second exemple intéressant du passage d'un genre se trouvant à la fois dans les régions tropicales du nord et dans les régions tropicales du sud.

Dans l'Amérique du Sud le plus riche domaine à Conifères se trouve sur la côte ouest entre le 35° et le 50° parallèle; c'est là que croissent, dans les Andes, l'*Araucaria imbricata* qui atteint la limite des neiges; puis deux genres voisins des *Libocedrus* ci-dessus mentionné (dont le plus méridional, *L. tetragona*, va jusqu'au détroit de Magellan, le *Fitzroya patagonica*, qui forme des forêts marécageuses, un *Dacrydium*, les *Saxegothæa* et des *Podocarpus*. L'*Araucaria* des Andes ne dépasse guère les montagnes dans l'est et aucun de ces Conifères n'atteint les plaines qui bordent l'Atlantique. Mais on trouve au sud du Brésil du 15° au 30° parallèle des forêts d'*Araucaria brasiliensis* qui vont jusqu'à San-Francisco (S. Catharina). — Au sud de l'Afrique les Conifères sont rares, on y voit cependant les *Callitris* de la région méditerranéenne représentés par quelques espèces du sous-genre *Widdringtonia* qui croissent au Cap, à Madagascar et à l'île Maurice. Les *Podocarpus* figurent encore au Cap où ils forment des forêts; une espèce de ce genre monte même sur la côte ouest à 2,500 mètres, sur les montagnes de l'île de Saint-Thomas près de l'équateur. Les Conifères manquent totalement aux îles océaniques situées au-dessous du Cap-Horn, du Cap-de-Bonne-Espérance, de la Tasmanie et de la Nouvelle-Zélande.

Il est nécessaire, à la suite de ces notions générales sur la répartition géographique de l'ensemble de la famille des Conifères, forestiers ou non, de jeter un rapide coup-d'œil sur les divisions systématiques de ces plantes, de voir comment ces groupes sont distribués à la surface de la terre. Le partage en tribus, tel que M. Eichler vient de l'établir, ne concorde pas absolument avec la carte donnée dans l'*Atlas physique*; aussi ferai-je ici un certain nombre de changements.

La famille des Conifères, qui comprend 34 genres, se divise en deux grandes sous-familles, celles des ARAUCARIACÉES et des TAXACÉES, lesquelles ne sont pas distinctes géographiquement et n'occupent pas d'aires bien séparées. Les ARAUCARIACÉES se divisent en deux tribus, celle des ABIÉTINÉES et celle des CUPRESSINÉES qui, elles non plus, n'occupent pas d'aires bien distinctes. C'est quand on passe aux sous-tribus que l'on voit les subdivisions systématiques concorder avec la distribution. Les ABIÉTINÉES se divisent en *Araucariées*, *Abiétées*, *Taxodiées*; les CUPRESSINÉES se divisent à leur tour en *Actinostrobées*, *Thuiopsidées*, *Cupressées*, *Junipérées*. Ces sous-tribus ont respectivement la distribution suivante :

Sous-tribu 1. — *Araucariées* : deux genres *Araucaria*, *Dammara*, (*Agathis*) dont les aires sont localisées dans l'hémisphère Sud. Ces plantes habitent les contrées montagneuses des régions australes avoisinant le tropique. Les *Dammara* habitent l'Archipel Malais et ne se rencontrent au dessus de l'équateur que dans les îles Philippines.

Sous-tribu 2. — *Abiétées*, Pins proprement dits, Pesses, Sapins : Les 7 genres *Larix*, *Picea*, *Abies*, *Tsuga*, *Pinus*, *Pseudolarix* et *Cedrus*, habitent exclusivement les régions boréales et boréales-subtropicales, mais de même que les autres sous-tribus, celle-ci s'avance vers le sud, jusque dans la région tropicale des Antilles et dans les montagnes de l'Amérique centrale. C'est la plus riche en espèces ; 2 genres seulement sont limités à une seule région florale.

Sous-tribu 3. — *Taxodiées* (ou *Cunninghamiées*) : 7 genres, la plupart boréaux ; les *Sequoia* et *Taxodium* dans l'Amérique septentrionale ; les *Glyptostrobus*, *Cryptomeria*, *Cunninghamia*, et *Sciadopitys*, comptant chacun de 1-2 espèces, au Japon et en Chine ; un seul genre *Arthrotaxis* avec 3 espèces en Tasmanie, forme la limite australe des Conifères sous ce même méridien, et se trouve séparé des autres genres de la sous-tribu, par toute l'épaisseur de la zone tropicale. (Dans l'*Atlas physique*, feuille 45, les *Dammara* ont été placés dans les *Cunninghamiées* et l'aire de cette tribu dans l'Asie orientale a été indiquée comme reliée aux tropiques. Par contre le *Taxodium* a été rattaché aux *Cupressinées*).

Nous avons dit que les *Cupressinées* comprenaient quatre sous-tribus. Voici leur distribution :

Sous-tribu 4. — *Actinostrohées* : 3 genres, *a.* *Callitris*, aire disjointe ; Atlas, sud de l'Afrique, Madagascar, Australie et Nouvelle-Calédonie. *b.* *Actinostrobus* ; sud-ouest de l'Australie. *c.* *Fitzroya*, 2 espèces constituant le sous-genre *Diselma* (*D. Archeri*) en Tasmanie, une autre au sud du Chili.

Sous-tribu 5. — *Thuiopsidées* : 3 genres, *a.* *Libocedrus* ; aire très disjointe ; Japon, Nouvelle-Zélande, Nouvelle-Calédonie, Californie, Chili. *b. c.* *Biota*, *Thuia*, Japon et Amérique du Nord.

Sous-tribu 6. — *Cupressées* (vrais Cyprès) deux genres (*Cupressus*, *Chamaecyparis*) boréaux-subtropicaux, dans toutes les régions florales.

Sous-tribu 7. — *Junipérées* (*Genévriers*) ; 1 genre, *Juniperus*, 30 espèces réparties dans tout l'hémisphère nord.

Les *TAXACÉS* (ou *TAXINÉS*) comprennent deux petites sous-tribus, les *Podocarpées* et les *Taxées*.

Sous-tribu 8. — *Podocarpées* ; 4 genres dans l'hémisphère austral. Le genre *Podocarpus* proprement dit en Asie orientale, au dessus du tropique du Cancer, les autres en Patagonie, Tasmanie, Nouvelle-Zélande. Les *Dacrydium* à la fois au Chili et dans l'Archipel Malais, à Bornéo, etc.

Sous-tribu 9. — *Taxées*, 5 genres dont les aires sont disséminées en diverses régions. *Taxus* dans la zone boréale tempérée ; *Gingko*, *Torreya*, et *Cephalotaxus*, dans les régions boréales subtropicales de l'Asie orientale, et en Amérique du Nord. *Phyllocladus*, à Bornéo, en Nouvelle-Zélande et en Tasmanie.

On le voit, les règles de répartition des Conifères sont absolument différentes de celles des Palmiers.

1° Tout d'abord il est évident que les Conifères habitent les

régions florales boréales, boréales-subtropicales et australes-subtropicales. Lorsque certaines espèces apparaissent sous les tropiques, elles sont étroitement limitées aux régions montagneuses, ou bien les mêmes genres se retrouvent plus au sud (les Araucarias par exemple). — 2° Etant donné que les tropiques correspondent à une zone de séparation franchie seulement dans l'Archipel Malais et plus incomplètement encore dans l'Amérique centrale par des plantes restant localisées dans les montagnes où elles croissent en groupes ou isolément, les Conifères se sont naturellement partagés entre les deux hémisphères. Des 9 sous-tribus trois sont uniquement boréales, ou boréales subtropicales, et n'envoient sous les tropiques que des postes avancés; deux sont localisées aux contrées australes subtropicales, quelques espèces apparaissant dans les montagnes tropicales; quatre seulement paraissent en diverses régions. — 3° Seuls quelques genres de ces 4 dernières sous-tribus se montrent à la fois au nord et au sud de l'équateur, et encore les espèces sont-elles distinctes; à part cela les genres ont en général des aires bien séparées. — 4° Les quelques genres à aire très discontinue (*Libocedrus*, *Callitris*) sont des genres très anciens comme l'attestent leurs débris trouvés dans les couches géologiques avec les restes d'autres genres maintenant très limités. — 5° Les différences de continent si importantes pour les Palmiers n'ont pour les Conifères qu'un intérêt de second ordre. Sans compter les grands genres communs à toutes les Régions florales boréales (Europe, Asie, Amérique septentrionale, il existe encore un grand nombre de ces mêmes genres ou de genres voisins dans les contrées subtropicales des deux hémisphères: communs par exemple à l'Asie orientale, à la Californie et à la Virginie; au plus grand nombre encore se montre à la fois en Tasmanie, en Nouvelle Zélande et dans l'ouest de l'Amérique méridionale. — 6° Chaque espèce de Conifères est toujours limitée à une seule région florale, et par conséquent à un climat déterminé; il s'ensuit que le changement de climat produit chez ces plantes de profondes modifications organiques.

### 3. — Les Cupulifères.

*Liebmann*, Amerikas Egevegetation. Copenhague, 1851. *Engelmann*, Transactions of the Acad. of St-Louis, vol. III, p. 3. — *Kotschy*, Die Eichen Europas und des Orients. Pour la comparaison des chênes vivants

et des chênes fossiles on trouvera d'importants renseignements ; voir aussi *Wenzig Aufzählung der Eichenarten in Jahrb. d. Berliner bot. Gartens*, Tome III et IV. M. Saporta dans les « Comptes rendus » 12 février 1877, p. 287, et *King*, les Chênes indo-malais. (*Annals of the Calcutta botan. Garden* II.) — *Engler et Prantl*. Die natürlichen Pflanzenfamilien, Tome III.

Sous le nom de « Cupulifères, » nous comprenons ici 10 genres que les Botanistes systématistes considèrent comme formant deux ou trois familles distinctes ; ce sont les Bétulacées, les Corylacées et les Fagacées (ou Castanéacées). Dans l'*Atlas physique* de *Berghaus* (Cartes des aires, n° 45), les deux groupes des Bétulacées et des Cupulifères (Fagacées) ont été séparés l'un de l'autre ce qui, au point de vue géographique, présente plus d'un avantage.

C'est aux Corylinées que se rattachent les genres : *Corylus* (Noisetier), *Ostrya*, arbres des contrées boréales subtropicales ; *Carpinus*, arbres des mêmes régions mais montant beaucoup plus haut que les précédents vers le nord. Ex : *Carpinus Betulus* (Charme) ; *Ostryopsis* (1 espèce en Mongolie orientale). — Les Bétulées comprennent les genres *Betula* (Bouleau), 35 espèces dans la Région florale boréale et les Régions boréales subtropicales jusqu'à l'Himalaya et aux chaînes des montagnes de Barma et de Martaban ; *Alnus* (Aulne) ; 14 espèces des mêmes régions s'avancent jusqu'à l'Inde cispangétique tropicale, et le long des Andes jusqu'à la République Argentine. — Les Fagacées comprennent les genres : *Quercus* (Chênes proprement dits) avec le sous-genre *Pasania* (chênes de Malaisie), 300 espèces ; *Castanea* (Châtaignier) et *Castanopsis*, 30 espèces ; *Fagus* (Hêtres), 4 espèces, et *Nothofagus* (Hêtres de l'hémisphère austral), 12 espèces, bien distinct du précédent. La répartition de ce dernier groupe sera étudiée avec quelques détails.

Les deux premières sous-familles sont localisées aux zones boréales et boréales subtropicales ; seul l'*Alnus acuminata* (Aliso) s'étend dans les Andes depuis le Mexique jusqu'à la République Argentine où il forme de grandes forêts. Autrement le genre *Betula* est caractéristique des hautes latitudes ; car, comme on l'a indiqué dans l'*Atlas physique*, ces arbres viennent au nord de la zone des chênes et des hêtres s'associer aux Conifères (Sapins et Mélèze) et dans l'extrême nord, au delà de la limite des arbres, revêtent des formes naines (*Betula nana* et autres espèces), s'avancant jusqu'au Spitzberg, sur la côte orientale du Groenland, aussi loin qu'on la connaît, et dans la presqu'île du Taïmyr.

La dernière sous-famille qui, par la valeur de ses espèces

nombreuses et très répandues, est de beaucoup la plus intéressante, comprend les Chênes, les Châtaigniers et les Hêtres, et présente deux particularités remarquables : la première, c'est que les chênes de la section *Pasania* qui montrent un développement indépendant vis-à-vis de l'élément tropical, font directement suite aux espèces de Chênes proprement dits de l'Asie orientale, et s'étendent de l'Himalaya jusqu'aux montagnes de la Malaisie ; une espèce (*Quercus pseudomolucca*) se trouve même en Nouvelle-Zélande (1). La seconde particularité, c'est qu'on rencontre une autre espèce isolée (*Quercus densiflora*) en Californie, où elle doit plutôt être considérée comme une formation analogue se montrant dans deux régions florales indépendantes que comme le résultat d'une émigration.

Le cas des Hêtres est plus remarquable encore. Répartis avec des formes très semblables dans les régions tempérées de l'Europe, du Japon et de l'Amérique du Nord, ne présentant pas de formes subtropicales, ces plantes font absolument défaut aux régions tropicales et reparaissent ensuite, par places, dans les régions australes tempérées depuis Valdivia jusqu'à la Terre de Feu, sur les Alpes australiennes, en Tasmanie et en Nouvelle-Zélande. Ces Hêtres des régions australes constituent le genre spécial *Nothofagus* (Engler-Prantl. vol. III. 1<sup>re</sup> partie, p. 52). La plupart de leurs espèces ont des feuilles persistantes, mais quelques autres (*N. obliqua* et *N. procera*) perdent leurs feuilles en hiver et rappellent beaucoup par leurs formes extérieures les Hêtres de l'hémisphère nord.

Nous avons vu que l'Afrique était très pauvre en Conifères ; les Cupulifères y sont plus rares encore. La contrée riveraine de l'Atlantique au nord-ouest est la seule où l'on trouve les Chênes à feuilles persistantes de la région méditerranéenne (*Quercus ilex*, Chêne vert) et c'est tout.

Environ 200 espèces de Chênes proprement dits, et 400 espèces du sous-genre *Pasania* (y compris les sous-espèces importantes) sont répandues dans les contrées les plus chaudes de l'Amérique du Nord, la région méditerranéenne, l'Orient, l'Asie orientale et les montagnes de l'Inde tropicale. Vers le nord s'avancent les espèces plus robustes, à feuillaison estivale, supportant les froids de l'hiver ; celles-ci dépassent même la limite des Hêtres et forment

(1) Cette erreur déplorable s'est glissée dans la monographie de M. Prantl (*Natürl. Pflanzenfamilien*) ; la limite australe est située en Nouvelle-Guinée.

au Canada aussi bien qu'en Europe centrale une partie considérable de la végétation forestière. Aucune espèce ne passe d'un continent à un autre à l'exception, bien entendu, de l'Europe et de l'Asie dont la connexion très étroite est bien marquée dans la flore de l'Orient. La moitié des espèces appartient au Nouveau-Monde, l'autre moitié à l'ancien Continent, 20 espèces environ se montrent dans l'Europe méridionale et centrale, une espèce vit aux Canaries. De même 20 espèces, à peu près, croissent au Japon, et 40 dans les États-Unis d'Amérique. C'est dans les régions tropicales (dans les îles de la Sonde dont M. King a récemment décrit la richesse), et au Mexique que l'on trouve les formes les plus nombreuses et les plus belles.

Les contrées peuplées par les Chênes s'étendent en Amérique du cinquantième au deuxième parallèle nord. Ces plantes manquent aux Antilles; on en trouve encore trois espèces en Nouvelle-Grenade, mais elles n'atteignent pas l'Équateur.

Les *Quercus tolimensis* et *Humboldtii* s'élèvent dans les Andes jusqu'à 2,000 mètres d'altitude. La limite septentrionale des Chênes passe sur la côte occidentale de l'Amérique du Nord par Nutka-Sunde, au Canada par la rive méridionale du lac Winnipeg, où ces plantes sont très abondantes (*Q. stellata*), et par Québec. L'espèce la plus septentrionale est dans ces contrées le *Quercus alba*. Les Chênes atteignent leur maximum au Mexique où, partant de la côte, ils remontent jusqu'à 3,500 mètres, chaque région principale ayant ses espèces particulières. Nous reviendrons sur ce fait dans le dernier chapitre.

Le dernier genre, *Castanea*, comprend : de nombreuses espèces du groupe *Castanopsis* répandues des Moluques jusqu'à Hong-Kong et à l'Himalaya ; une espèce (*C. chrysophylla*) caractéristique de l'Amérique occidentale et qui se montre aussi en Californie, et deux autres espèces, riches en variétés, de vrais *Castanea*, parmi lesquelles le *C. vesca*. Cette espèce est commune à toutes les régions florales boréales subtropicales, car elle se montre avec les mêmes caractères au sud de l'Europe, en Orient jusqu'à Karabag et au Taurus, dans le nord de la Chine et au Japon, enfin dans le nord de l'Amérique, depuis les montagnes de la Caroline du sud jusqu'aux états d'Ohio, du Maine et de Michigan. Dans toute cette immense zone les aires de cette plante sont actuellement discontinues. L'autre espèce *C. pumila*, se trouve en Floride, au Texas et en Pensylvanie.

Pour se faire une idée exacte de la répartition actuelle des Cupulifères, il faut se reporter à l'histoire de leur développement géologique; ce qui est facile eu égard aux nombreux restes de ces plantes conservés par la fossilisation et qui ont été soigneusement étudiés (voir *Krasan*, G. J. XIII. 306 et de *Saporta*, Comptes-rendus, 12 février 1877, p. 287). — Les Chênes les plus anciennement connus se trouvent en Europe dans les couches de Gelinden; les espèces actuelles de l'Europe centrale sont d'âge relativement récent et, dans cette région, elles ont été précédées par des formes qui ont reculé vers le sud où elles sont aujourd'hui localisées.

Si maintenant nous voulons résumer dans leur ensemble les traits les plus saillants de la répartition des Cupulifères, nous voyons que le fait principal est le morcellement subi par l'aire d'espèces semblables ou proches parentes. Tandis que pour les Mélèzes et les Sapins, on voit une espèce succéder à l'autre quand on change de région, les aires des Châtaigniers ou des 4 espèces de Hêtre de l'hémisphère nord, espèces très voisines les unes des autres, sont fractionnées, et entre les divers lambeaux s'étendent de très vastes espaces où les Faginées manquent en général. Au contraire, l'aire des Bétulinées est, comme celle des Abiétinées, continue. Ce que nous voyons en République-Argentine, pour l'Aulne Aliso, fait comprendre les rapports des *Fagus* et des *Nothofagus* dont le premier est un genre boréal, le second un genre austral. Ces aires sont faciles à interpréter quand elles sont continues dans leur ensemble ou, quand étant discontinues on y peut tout au moins trouver des traces de l'ancienne continuité. Pour les aires totalement séparées il nous faut bien recourir à certaines hypothèses pour expliquer la discontinuité et nous pouvons supposer que ces aires aujourd'hui disjointes ont été continues jadis. — Maintenant les *Pasania* sont-ils une ancienne forme de Chênes primitivement tropicale ou bien résultent-ils d'une transformation des espèces boréales consécutive à leur émigration vers le sud? C'est ce qu'il est difficile de décider.

#### 4. — Les Ericacées

Bibliographie très disséminée. Très bons mémoires de *Breitfeld* et *Niedenzu* (Engler Botan. Jahrb. Tome IX et XI). Voir aussi mon travail d'ensemble sur les Ericacées in Engler et Prantl., *Natürlichen Pflanzenfamilien*, Tome IV, 1<sup>re</sup> Partie, p. 29.

Cette importante famille, qui compte environ 1350 espèces

est composée de plantes ligneuses mais non d'arbres croissant en massifs. Ce sont des arbustes plus ou moins élevés ou plus fréquemment des sous-arbrisseaux buissonnants. Ces plantes, qui fournissent d'excellentes caractéristiques de la végétation des diverses contrées, présentent de très grandes variétés de l'extrême nord jusqu'à la Terre de Feu et la Tasmanie, et constituent souvent des formations spéciales. Il y a dans l'ensemble de l'aire de cette famille de grandes lacunes ; d'autre part, les sous-familles sont limitées à des continents différents ou bien à des Régions florales principales du nord ou du sud.

Cette courte esquisse de la distribution des Ericacées que nous nous proposons de tracer ici peut commencer à l'extrême nord. Là, cette famille est représentée par un assez grand nombre d'espèces d'arbustes à feuilles persistantes, — forme végétative rare sous ces latitudes glacées, — et aussi par une espèce à feuilles caduques (*Arctous alpina*) appartenant à un genre spécial. La flore groenlandaise compte 16 Ericacées, dont 3 Vacciniées et, d'après M. Warming, 7 espèces de la même famille s'étendent dans la zone la plus septentrionale (sous le 76° et même jusqu'au 83° parallèle) sur la côte orientale ou même sur les deux côtes à la fois.

Ces espèces de l'extrême nord sont : *Arctous* (*Arctostaphylos*) *alpina*, *Cassiope tetragona*, *Ledum palustre*, *Loiseleuria procumbens*, *Rhododendron lapponicum*, *Vaccinium Vitis idæa*, et *uliginosum* ; elles se retrouvent dans les toundras et dans les bois de conifères. Les autres formes caractéristiques *Phyllodoce taxifolia*, *Andromeda polifolia* ne montent pas tout à fait si haut vers le nord. — Au Spitzberg on ne trouve plus que deux Ericacées : le *Cassiope tetragona* et le *C. hypnoides* ; la première de ces espèces se retrouve dans le Taïmyr associée aux genres *Ledum*, *Arctous*, *Andromeda*.

Les genres sont plus nombreux dans les contrées plus méridionales de la Région florale du nord, mais ils diffèrent suivant les continents. Le genre *Calluna* avec la Bruyère commune *C. vulgaris* = *Erica vulgaris*) est européen. Nous ne ferons que mentionner les deux points de l'Amérique du Nord où, sur les bords de l'Atlantique, apparaissent les genres *Kalmia*, *Epigæa*, *Chiogenes*. Sur les deux côtes du Pacifique croissent dans le nord les *Menziesia*. Les Myrtilles et les Airelles rouges sont nombreuses, et l'espèce la plus commune, *Vaccinium myrtillus*, de même que le *V. oxycoccos*, habitent d'ordinaire les tourbières. Ces plantes ont une large distribution géographique

en Europe, en Asie, et dans l'Amérique du Nord, où elles couvrent de vastes étendues; toutefois le *V. uliginosum* descend moins vers le sud que les espèces précédentes.

Dans l'hémisphère nord c'est surtout au Canada que les autres Ericacées abondent; elles y sont au nombre de 60 espèces dont 19 Vacciniées (Voir G. J., Tome XI, p. 131). Le genre *Rhododendron* est le plus caractéristique; il fait directement suite au sud aux sous-arbrisseaux et aux *Vaccinium* des régions boréales arctiques, et se trouve représenté à la fois par des espèces à feuilles persistantes et des espèces à feuilles caduques (la plupart des *Azalwa*). Les Rosages (Roses des Alpes) croissent dans les Alpes, les Carpathes, le Caucase. Dans les régions orientales et occidentales de l'Amérique du Nord ils présentent encore plus de variété que dans ces montagnes; mais c'est dans les contrées situées au sud de l'Himalaya au Népal, dans le Boutan et dans les montagnes du Yunnan que ce genre apparaît avec toute la richesse de son développement; là il revêt la forme d'arbrisseaux petits constitue des buissons élevés, à grandes fleurs éclatantes, ou même est représenté par de petits arbres.

D'autres espèces spéciales se rencontrent encore au Japon dans l'est de la Sibérie et au Kamtschatka. C'est dans le nord de l'Australie tropicale que ce genre atteint la limite sud avec une seule espèce (*Rh. Lochæ*). La lacune existant dans cette aire vient d'être comblée par M. Mac-Gregor, qui a trouvé sur le Mont-Owen Stanley, en Nouvelle-Guinée, des Roses des Alpes à fleurs jaunes.

Les Ericacées manquent aux steppes boréales subtropicales, et ne se trouvent qu'à titre d'exception sur les montagnes où les pluies sont très abondantes. C'est ainsi que dans le Thian-Schan on ne trouve ni Vacciniées ni autres formations de tourbières. Sur le versant oriental des Montagnes-Rocheuses, dans les États de Colorado, Wyoming, Montana et à l'ouest des États de Kansas et de Dakota, on trouve 3 Vacciniées (parmi lesquelles le *Vaccinium Myrtillus*), l'*Arctostaphylos Uva Ursi*, 1 *Gaultheria*, 1 *Phyllodoce*, 1 *Kalmia* 1 *Ledum*. Ces plantes croissent pour la plupart isolément dans les tourbières des montagnes et se montrent rarement ailleurs. Ce sont des représentants très disséminés de la riche flore d'Ericacées de la Colombie, de l'Orégon et de la Californie.

Jusqu'ici nous avons trouvé des points de ressemblance entre les divers continents, pris dans leur ensemble; nous allons maintenant faire ressortir les particularités propres à chacun d'eux.

Déjà dans le domaine floral de la Virginie, et par conséquent dans les États de l'Amérique du Nord situés le long de l'Atlantique, les genres d'Andromédées spéciaux sont plus abondants. On peut citer par exemple le Sour-Wood (*Oxydendrum arboreum*), arbre de 5-12 mètres de hauteur, répandu de la Floride au Mississipi. Aux *Andromeda* proprement dits sont associées diverses espèces de *Lyonia* et de *Leucothæ* et, fait très rare, les *Andromeda* réapparaissent en bien plus grand nombre au Brésil, de l'autre côté du domaine de l'Amazone, avec des espèces toutes différentes. Le genre *Gaylussacia*, voisin des *Vaccinium*, présente la même anomalie : 40 espèces environ s'étendent à travers tout le Brésil depuis Rio-de-Janeiro jusqu'aux Andes; aucune n'atteint l'Amérique centrale; mais un nouvel ensemble de formes de ces plantes se retrouve dans les États avoisinants l'Atlantique, et 3 espèces se montrent aux environs de New-York. Beaucoup de Vacciniées et plus encore de Thibaudiées habitent les Andes entre le 15° parallèle nord et le 15° parallèle sud. Au Mexique, les *Arbutus* et *Aretostaphylos* boréaux se rencontrent avec les « Roses des Andes » (*Bejuria*). Ce beau genre américain qui remplace dans les Andes tropicales nos *Rhododendron*, et dont on compte 15 espèces, a, en Colombie, son centre de développement, et là occupe, d'après M. Sievers, dans la Sierra-Nevada, une région spéciale entre 2,800 et 3,100 mètres, où il se présente sous la forme de petits arbres; ce genre, qui ne dépasse pas le Pérou au sud, a une espèce en Floride. L'aire des *Pernettya* est beaucoup plus étendue en latitude, car elle s'avance tout le long de la Cordillère, de la Terre-de-Feu jusqu'au Mexique, où elle atteint sa limite nord et c'est au Chili que ces espèces sont les plus nombreuses; mais ce genre se montre également en Nouvelle-Zélande et en Tasmanie, distribution qui rappelle celle de beaucoup de Conifères des régions australes. Un genre voisin, *Gaultheria*, dépasse encore les *Pernettya*, car il s'étend en Amérique sur les deux côtes jusqu'aux latitudes où règnent des hivers rigoureux. Les Andes tropicales entre le Chili et le Mexique sont très riches en *Gaultheria* dont on trouve 10 espèces dans l'Archipel Malaisien et l'Himalaya, 6 en Nouvelle-Zélande, 3 au sud de l'Australie et en Tasmanie, 1 au Japon.

De tous ces genres, l'Europe (en particulier la région méditerranéenne occidentale) et l'Afrique n'en renferment que quelques-uns. Les *Arbutus*, Ericacées arborescentes à fruits charnus, croissent aux Canaries, aux Açores et tout autour de la région méditerranéenne. Les *Daboecia* s'étendent des Açores, où, associées

aux *Calluna*, elles couvrent les montagnes de leurs tapis verdoyants, à travers le nord de l'Espagne jusqu'en Islande. Mais le genre le plus riche est le genre Bruyère, *Erica*, plantes semi-frutescentes pouvant former des buissons assez élevés, et parmi lesquelles l'*Erica arborea*, très largement répandu, est une des formes caractéristiques des maquis; d'autres espèces, l'*Erica tetralix*, l'*Erica carnea*, se trouvent en Europe centrale et montent assez haut vers le Nord, et la Bruyère commune, déjà citée (*Calluna vulgaris*), s'associe à ces plantes et s'étend plus loin qu'elle encore. C'est donc seulement en Europe, en Asie occidentale et en Afrique que l'on trouve les vraies Bruyères (*Erica* et genres voisins). Dans ce dernier continent, en dehors de la région méditerranéenne elles se présentent avec une remarquable richesse de formes à la pointe sud occidentale de la colonie du Cap de Bonne-Espérance, et quelques espèces seulement sont disséminées sur les hautes montagnes de l'Afrique tropicale. De plus, l'est de l'Afrique tropicale et Madagascar montrent quelques espèces d'*Agauria* (Andromédées). En Asie, les Ericacées sont nombreuses au sud-est de la chaîne centrale de l'Himalaya, où elles sont représentées par des formes tropicales. Quelques Andromédées du genre *Lyonia* (*Pieris*) croissent en Amérique. Les *Enkhyanthus* sont endémiques en Asie orientale, de même que des *Diplycosia* et des Gaultheriées. Là apparaissent les formes frutescentes de Vaccinées épiphytes du groupe des Agapetes qui correspondent aux Thibaudiées des Andes; ces plantes à feuilles coriaces et à grandes fleurs tubulées s'avancent jusqu'à l'extrême nord de l'Australie et même jusqu'aux îles Fidji. La Tasmanie possède 4 Ericacées (*Gaultheria* et *Pernettya*); la province de Victoria, un genre endémique monotype, et c'est tout ce qu'on peut citer en Australie où ces plantes sont remplacées par les Epacridées, qui, très abondantes dans ce continent, font presque totalement défaut aux autres contrées du globe.

On peut rapprocher comme il suit les divisions systématiques des Ericacées, de leur répartition géographique. La première tribu, celle des Rhododendrinées, manque en Afrique; sa limite méridionale est formée dans l'Amérique du Sud par les *Bejaria*, aux Açores, par le *Daboecia polifolia*, en Espagne, au Caucase et dans l'archipel malaisien, par les *Rhododendron* eux-mêmes; c'est donc un genre des régions arctiques, boréales, boréales-subtropicales et, sous les tropiques, localisé dans les montagnes.

La deuxième tribu, celle des Arbutinées, est principalement représentée

par les deux sous-tribus des Andromédées et des Gaultheriées qui se montrent sur presque toute l'aire de la famille, à l'exception de la région du Ca<sub>2</sub>; les Andromédées, qui sont les plus répandues, manquent cependant à l'Australie. Il en est de même pour la tribu des Vacciniées, parmi lesquelles les *Vaccinium* ont une énorme dispersion, croissant depuis le Groënland dans toutes les Régions florales boréales, sur la Cordillère des Andes jusqu'au Pérou (où ils atteignent leur limite sud), aux Sandwich et dans les îles situées à l'est de l'Afrique. Les Thibaudiées épiphytes sont exclusivement cantonnées aux deux régions florales tropicales suivantes : la région américaine et la région indo-malaise, avec les genres *Thibaudia* dans la première, et *Agapetes* dans la seconde.

Quant à la quatrième tribu, celle des Ericinées, elle est limitée à l'Europe, au bassin de la Méditerranée et au sud de l'Afrique, ne possédant que quelques stations isolées dans l'Afrique tropicale.

Le trait caractéristique de la répartition des Ericacées est donc l'étendue et la disjonction de leur aire : ce qui prouve que ce groupe supporte de notables différences de climat sans avoir à imposer à ses organes végétatifs de profondes modifications. Pour les caractéristiques florales que les divers continents empruntent aux Ericacées, ce qui nous frappe, c'est la limitation rigoureuse de certains groupes, les Bruyères, par exemple, à des continents déterminés. D'autre part, les flores boréales et les flores tropicales présentent de très grandes analogies ; non seulement les Gaylusaciées du Brésil ont leurs analogues dans certains genres de l'Amérique du Nord et se rapprochent des Myrtilles, mais le groupe des Andromèdes se trouve à la fois au Brésil, en Virginie (où il est très largement représenté), dans l'est de l'Afrique (où il est rare), dans l'Inde et en Asie orientale ; il compte encore quelques espèces des climats froids dans la zone circumpolaire, parmi lesquelles l'*Andromeda polifolia* qui monte très haut dans le nord, comme s'il n'existait pas pour ce genre de limites rigoureuses entre les Régions florales.

### 5. Les Myrtacées.

Cette famille, à laquelle appartiennent les Myrtes de l'Europe méridionale et les Eucalyptus d'Australie, comprend certainement plus de 2,000 espèces dont plusieurs centaines sont parfois rassemblées dans la même flore. Elle habite les régions tropicales et subtropicales, où elle occupe une place très marquée dans la végétation ligneuse. Ce sont de grands arbres croissant dans les forêts dont la feuillaison coïncide avec la saison pluvieuse, ou bien des plantes à feuilles persistantes pouvant supporter les

périodes de sécheresse, des arbustes buissonnants ou des plantes frutescentes, très rarement des plantes herbacées (*Careya herbacea*).

L'aire des Myrtacées a été indiquée sur la feuille 45 de l'*Atlas physique* de *Berghaus*. En Amérique, ces plantes ne dépassent pas au nord le centre du Mexique et le sud de Floride où l'on trouve encore de nombreux *Eugenia* et le *Calyptranthes Chytraculia*, qui sont tous de petits arbres ; en Europe, elles ne sortent pas du domaine méditerranéen et de l'Orient, où elles sont réduites à une seule espèce, le *Myrtus communis*, et en Asie ne montant pas plus haut que l'Himalaya tropical, elles viennent finir au Japon avec quelques représentants (*Rhodomyrtus tomentosa*, *Metrosideros*, etc. Par conséquent ces plantes manquent aux contrées boréales subtropicales (comme la Californie) ou bien elles n'y comptent qu'un petit nombre d'espèces appartenant à des genres à large distribution. Vers le sud, leur aire est relativement plus étendue, car une espèce, le *Myrtus nummularia*, descend aux Malouines. C'est un sous-arbrisseau de 2 à 5, ou au maximum 10 pouces de haut qui forme dans ces îles, où il abonde, de petits buissons très bas. La région du Cap, l'Australie, toute entière, la Tasmanie, la Nouvelle-Zélande et les îles Auckland possèdent des Myrtacées en nombre plus ou moins grand.

Au point de vue systématique la famille se subdivise en 3 tribus bien distinctes : 1° Les MYRTINÉES, qui comprennent 2 sections fondées sur la nature du fruit. a) Le fruit est une capsule loculicide : *Baeckea*, *Leptospermum*, *Melaleuca*, *Metrosideros* et surtout *Eucalyptus*. b.) Le fruit est une baie ou une drupe. Cette section comprend les genres importants *Campomanesia*, *Psidium*, *Calyptranthes*, *Myrtus* et surtout les grands genres *Myrcia* et *Eugenia*, dont le nombre des espèces est évalué, suivant les flores, à 400 ou 500. 2° Les BARRINGTONINÉES, qui ne comprennent que 6 genres (40 espèces environ), parmi lesquelles dominent les *Barringtonia* en Asie et en Afrique, les *Gustavia* en Amérique. 3° Les LÉCYTHIDINÉES avec leurs pyxides ligneuses, ressemblant à d'énormes cruches ou à des boules creuses, comprennent 5 genres, tous américains : *Lecythis* (50 espèces), *Couratari*, *Couroupita* et *Bertholletia*, qui donne la Noix (ou Châtaigne) du Brésil.

Nous venons de voir que les *Barringtonia* et des *Lecythis* sont localisés à des continents déterminés ; les Myrtinées à fruit capsulaire ou bacciforme offrent également une distribution géographique intéressante. On a vu que l'Australie, la Nouvelle-Zélande et les îles situées au nord jusqu'au détroit de Macassar ont, par rapport à l'Inde et à l'Afrique, une faune

très tranchée, et que, les différences sont beaucoup moindres entre les flores, de sorte que, on ne reconnaît généralement pas de limites entre ces flores. Cependant, pour les Myrtacées, cette limite est très évidente; car tandis que la grande majorité des genres à fruit sec restent en Australie et dans la région des îles ne dépassant guère Célèbes à l'ouest et au nord, les genres à fruits drupacés ou bacciformes (*Myrcia*, et *Eugenia*) ont le plus grand nombre de leurs espèces dans l'Inde et en Amérique tropicale, et fournissent à l'Afrique le faible contingent de Myrtacées qu'elle possède. Mais il est évident que le détroit de Macassar ne constitue pas une ligne de démarcation importante entre les flores, car les plantes dans leurs migrations peuvent facilement le franchir. La preuve est que 9 Myrtacées à fruit capsulaire (*Melaleuca Leucadendron*, *Tristania*, etc.), arrivent jusque en Birmanie et dans l'Indoustan, tandis que, par contre, 7 genres à fruit charnu formant un ensemble de 43 espèces (*Myrtus*, *Rhodomirtus*, *Rhodamnia*, *Eugenia*, etc.), croissent tout le long de la côte orientale de l'Australie (ils manquent sur la côte occidentale), et se trouvent presque tous dans le Queensland où ils viennent rejoindre les *Eucalyptus*, *Melaleuca*, *Baeckea*, *Calycothrix* et *Darwinia*, qui ont leur centre de développement au sud-ouest de l'Australie. Trentedeux genres de Myrtacées à fruit capsulaire sont limités à l'Australie et la moitié d'entre eux occupe l'Australie occidentale.

L'Amérique tropicale tient la seconde place sous le rapport de la fréquence des genres spéciaux. Elle possède environ 22 genres ou sous-genres endémiques, tandis que l'Inde et le nord et le nord-est du continent australien en comptent ensemble un nombre beaucoup moindre. Les espèces des Indes sont également moins nombreuses; l'Inde britannique en a environ 160, l'Inde hollandaise environ 200; par contre, au Brésil, M. Berg, qui a peut-être trop divisé les espèces, estime qu'il y a 700 Myrtacées dont 176 spéciales à la région de l'Amazone, 188 au nord-est, 442 dans les Campos, 310 sur la côte de l'Atlantique de Bahia à Rio-de-Janeiro, 117 indigènes dans le sud du Brésil et 67 plus largement distribuées dans ces différentes contrées. Dans l'aire des Myrtacées de l'Amérique du nord on compte encore 80 espèces entre Panama et le sud du Mexique, et parmi elles 38 *Eugenia*. Au Chili, croissent encore 63 espèces, principalement des *Myrtus* et des *Eugenia*.

Le faible nombre des Myrtacées africaines contraste avec les chiffres précédents: dans tout le continent on ne compte guère

qu'une douzaine d'espèces, parmi lesquelles le *Myrtus communis* est spécial à la région Méditerranéenne. Les plantes de cette famille manquent complètement aux déserts et aux savanes. La Guinée supérieure et la Guinée inférieure fournissent quelques *Eugenia*, et le *Petersia Africana* croît à Angola. On observe encore quelques autres espèces dans le haut Nil, sur le Zambèze et jusqu'à Natal. Quatre espèces habitent le Cap, ce sont le *Metrosideros angustifolia*, l'*Eugenia capensis* et deux autres parmi lesquelles les *Metrosideros* représentent l'unique genre de Myrtacées à capsules. Ce genre est très répandu dans l'ancien monde (Australie, Malaisie, Nouvelle-Calédonie, Asie orientale, Afrique méridionale, îles du sud jusqu'aux Auckland).

On peut donc résumer comme il suit la distribution géographique des Myrtacées. La famille appartient principalement aux régions tropicales; dans les régions subtropicales elle n'est vraiment développée que dans l'hémisphère sud. C'est entre l'Australie d'une part et toutes les autres régions tropicales d'autre part que la différence est la plus sensible. La partie nord-est de ce contiuent constitue une région de passage des Myrtacées australiennes à celles des autres régions tropicales. Les Myrtacées sont rares en Afrique et y possèdent peu d'espèces spéciales. Quant aux groupes américains de Myrtacées, s'ils ont quelques rapports avec ceux de l'Afrique et ceux de l'Inde, ils comptent beaucoup de genres différents et il n'y a presque pas d'espèces identiques. Les Lécythidées sont exclusivement limitées à l'Amérique tropicale.

## 6. Les Protéacées.

*Brown*, Verm. botan. Schriften Tome II, p. 62-69. — *Drude*, in Schenk. Handbuch d. Botanik Tome III. Deuxième Partie, p. 200 et 217. — *Engler* in *Engler et Prantl* Natürl. Pflanzenfamilien Tome III; 1<sup>re</sup> Partie; p. 125. — Pour les Protéacées fossiles : *Ettingshausen*, nombreux mémoires in Jahrb. d. K. K. geolog. Reichsanstalt. Denkschriften et Sitzungsberichte d. K. Akademie zu Wien. résumés dans la brochure : Das Australische Florenelement in Europa. Graz 1890. — *Schenk*, Palæophytologie (Handbuch d. Palæontologie. p. 643-663.

Cette famille comprend environ mille espèces d'arbres généralement petits, rarement élevés et vigoureux, ou d'arbustes bas à feuilles coriaces persistantes, souvent très polymorphes, fleurissant déjà, dans quelques cas exceptionnels, quand la plante est très

eune et ressemblant alors à des plantes annuelles. Les Protéacées, qui habitent en majorité les régions australes, se montrent sporadiquement sous les tropiques mais n'arrivent jamais dans les domaines subtropicaux de l'hémisphère boréal. Dans l'ensemble de l'aire de cette famille, assez étendue en somme, l'appoint des régions tropicales, même de celles de l'Amérique du sud où les plantes sont limitées à la côte du Pacifique, est si peu important, que le nom de « Protéacées » fait penser de suite aux flores du Cap et de l'Australie extratropicale, en particulier à la flore du sud-ouest de ce dernier continent. Voici, d'après M. Engler, les nombres de Protéacées correspondants aux différentes régions : on compte 591 espèces en Australie (dont 376 pour la seule région du sud-ouest !), 262 au sud-ouest du Cap, 27 seulement en Nouvelle-Calédonie, 25 de l'Himalaya à la Cochinchine, 2 en Nouvelle-Zélande, 36 dans l'Amérique du sud tropicale, 7 du Chili au Cap-Horn, 5 dans les hauts plateaux de l'Abyssinie tropicale, 2 à Madagascar. En général ces divers nombres se rapportent à des espèces endémiques.

M. Engler en conclut à juste titre, que, à l'exception de quelques genres (*Roupala*, *Helicia*, *Knightsia* et un petit nombre d'Embothriées de l'Amérique antarctique), ces plantes redoutent les climats trop pluvieux, et que la majorité affectionne les régions australes subtropicales où des pluies abondantes alternent régulièrement avec des périodes de sécheresse et de repos végétatif. Les déserts et les steppes où les pluies sont rares ne sauraient leur convenir. Mais il faut remarquer ici que des raisons climatériques ne sont pas suffisantes pour expliquer l'absence de Protéacées dans le midi de l'Europe, sur les bords de l'Atlantique en Chine, au Japon (où cependant figure l'*Helicia lancifolia* de l'Inde tropicale), au Mexique et en Floride.

On a peu insisté jusqu'ici sur l'importance de cette intéressante famille au point de vue de la physionomie des régions. R. Brown, cet observateur si attentif et si sagace, ne cite qu'un petit nombre de Protéacées formant à elles seules des massifs homogènes et excluant sur de grandes étendues toute espèce voisine ; il n'indique que l'Arbre argenté *Leucadendron argenteum*, le *Protea mellifera*, du sud de l'Afrique, et le *Banksia speciosa* d'Australie. Les Protéacées croissent de préférence dans les endroits secs et pierreux, principalement sur les côtes, où on les rencontre aussi, bien que plus rarement, dans les sables meubles. En Australie aucune espèce n'exige un sol riche. Quelques-unes habitent les

marécages et l'une d'elles l'*Embothrium ferrugineum*, les marais salés. Plusieurs espèces voisines de cette dernière montent, d'après Robert Brown, au-dessus de 1000<sup>m</sup> d'altitude dans les montagnes de Tasmanie.

La comparaison des divisions systématiques et des divisions géographiques offre encore dans cette famille beaucoup d'intérêt. Les tribus sont-elles toutes séparées géographiquement ou bien leurs aires sont-elles disjointes ? C'est ce qu'il s'agit de déterminer.

Si les aires des différentes tribus correspondaient exactement aux divisions des continents en régions florales, on serait conduit à admettre depuis des temps reculés une évolution distincte pour chacun de ces groupes. Si elles étaient toutes disjointes, et si les mêmes genres se montraient avec les mêmes espèces de l'Amérique du Sud jusqu'au Cap et en Australie, l'hypothèse d'une origine commune paraîtrait des plus vraisemblables et c'est celle que nous avons précédemment adoptée pour les Cupulifères et les Abiétinées boréales. En réalité, l'étude des aires conduit plutôt à admettre un développement séparé, mais les conclusions qu'on en peut tirer ne sont pas assez nettes pour qu'on ne puisse admettre également que certains genres aient pu se répandre par delà de grandes étendues de mer. On peut donc pour l'explication de ces particularités invoquer tout aussi bien des extensions anormales que le développement ultérieur sur différents points du globe d'une souche primitivement commune. — A cet égard les divisions en tribus méritent d'être rapprochées de leurs aires approximatives car les faits sont plus démonstratifs que toute espèce de théorie :

Tribu 1. Persooniées : 10 genres presque exclusivement australiens, en particulier le genre *Persoonia* (60 espèces dont une néo-zélandaise); un genre monotype *Brabeium*, au Cap.

Tribu 2. Franklandiées : 2 *Franklandia* en Australie occidentale où ce genre est localisé.

Tribu 3. Protéées, 14 genres en Australie et en Afrique : le genre *Petrophila* est fort riche en espèces (33 en Australie dont 30 exclusivement en Australie occidentale); *Serruria*, 50 espèces au Cap; *Protea*, 60 espèces au Cap, 2 espèces dans les montagnes de l'Afrique tropicale; *Leucospermum* au Cap; 1 espèce, remonte en Abyssinie (*L. Rochetianum*); *Leucadendron*, nombreuses espèces au Cap parmi lesquelles *L. argenteum* dont il a été question précédemment. (G. J. XI, p. 137).

Tribu 4. Conospermées, 2 genres australiens, principalement de la région occidentale.

Tribus 5 et 6. Grévillées et Embothriées, 16 genres, dont 6 très répandus; manquent en Afrique : *Grevillea* (156 espèces) le plus riche genre de Protéacées australiennes; *Hakea*, 100 espèces; exclusivement australien; en revanche le genre *Helicia* (25 espèces) est répandu du Silhet dans l'Himalaya oriental et de Ceylan jusqu'à la Cochinchine et l'Archipel Malaisien; un genre analogue *Roupala* (36 espèces) se

montre en Guyane et dans les Andes du Pérou, en Colombie, dans le Guatemala et surtout dans le Brésil tropical ; il compte aussi quelques représentants en Australie et en Nouvelle Calédonie ; les genres *Panopsis* et *Euplassa* (8 espèces chacun) sont également du Brésil.

Les *Kermadecia* (4 espèces) en Nouvelle-Calédonie, se montrent peut-être aussi dans l'est de l'Australie. Le *Finschia* est un genre nouveau de la Nouvelle-Guinée intermédiaire entre les *Helicia* et les *Hernadecia* selon M. Warburg.

Le *Guevina avellana* donne les « Noisettes » des forêts montagneuses du Chili, et descend jusqu'au 40<sup>me</sup> parallèle sud. — Nous rencontrons ici pour la première fois un genre de la côte occidentale de l'Amérique australe ; un deuxième exemple nous est offert par les *Embothrium* qui se trouvent du détroit de Magellan jusqu'à Valdivia, au Pérou et à Quito. Une espèce (*E. Wickhami*), croit au Queensland bien loin par conséquent du centre principal des *Embothrium*. Parmi les *Lomatia* 4 espèces vivent en Australie, 2 en Tasmanie, 3 au Chili ; 2 *Knightsia* croissent en Nouvelle-Calédonie, 1 en Nouvelle-Zélande ; les genres *Roupala*, *Embothrium* et *Lomatia*, se montrent donc à la fois en Amérique méridionale et en Australie.

Tribu 7. Banksiées : 2 grands genres seulement : *Banksia*, 46 espèces sur tout le continent australien jusqu'en Nouvelle-Guinée ; *Dryandra*, 47 espèces exclusivement limitées à l'Australie occidentale. — Nous trouvons donc 3 tribus (5 genres) endémiques en Australie, 2 autres se montrent à la fois en Australie et dans le sud de l'Afrique, les deux dernières sont communes à l'Australie, à l'Archipel indien, à la Nouvelle-Zélande et à l'Amérique méridionale, mais ne figurent pas dans le flore du Cap. *Il n'y a donc pas une seule tribu, ni un seul des cinquante genres qui se montre sur toute la surface de l'aire de la famille.*

Ainsi nous trouvons dans la répartition des Protéacées dans les Régions florales australes, quelque chose de comparable à ce que nous avons vu pour les Palmiers dans les régions tropicales : il n'y a pas de tribu commune à la fois au sud de l'Afrique, à l'Australie et à l'Amérique du sud ; pas de genres communs au Cap et à l'Australie ; il n'y a que 4 genres communs aux domaines floraux de l'Asie australe et à la partie ouest de l'Amérique australe.

L'Afrique australe ne possède en propre qu'une seule tribu (*Protea*) qui y est abondamment développée. Tous les groupes sont représentés en Australie et beaucoup y sont endémiques. A cet égard les Protéacées diffèrent donc absolument des Palmiers auxquels nous les avons comparées ; ceux-ci sont également répartis dans l'Inde et en Amérique, mais il n'y a pas une seule région réunissant à la fois tous les groupes principaux de la famille.

L'étude de la répartition actuelle des Protéacées qui nous montre certains groupes exclusivement développés dans des continents déterminés vient fortifier cette hypothèse, bien étrange en apparence, d'après laquelle ces plantes se seraient moutrées en Europe aux époques géologiques antérieures. Divers gisements tertiaires, en Autriche en particulier, paraissent effectivement renfermer des restes de *Dryandra* et de *Banksia*; ce seraient des fruits mal conservés et aussi des empreintes de feuilles dont la forme et la nervation se rapportent bien à celles de Protéacées. Toutefois ces déterminations ne présentent pas de certitude absolue, vu la ressemblance que ces débris offrent également avec d'autres familles très éloignées systématiquement de celle qui nous occupe ici. M. d'Ettingshausen s'est fait le principal champion de cette théorie du « chassé-croisé des flores tertiaires » d'après laquelle des types australiens auraient passé dans les flores boréales et *vice versa*. Force serait donc d'admettre que la division des différentes aires, telles qu'elles sont établies à l'époque actuelle, ne se serait produite que postérieurement à l'extinction de ces divers groupes émaués de régions diverses. On pourrait tout aussi bien soutenir que cette répartition a été progressive et que chaque groupe a eu, dès l'époque tertiaire, une évolution distincte.

Effectivement, on ne comprend guère que les Protéacées de la région méditerranéenne aient disparu sans laisser de traces, alors qu'on trouve, en Abyssinie par exemple, des espèces se rattachant à des groupes de l'Afrique australe et qui peuvent tout aussi bien être considérées comme les restes d'une flore antérieure que comme des colonies établies dans les montagnes. Si par exemple on trouvait en Abyssinie à la place du *Leucospermum Rochetianum*, un *Dryandra*, genre actuellement cantonné dans l'ouest de l'Australie, ce serait bien différent. Mais étant donné que les restes de feuilles fossiles n'ont réellement de valeur que pour des déterminations génériques et même surtout pour des déterminations spécifiques, on ne peut conclure avec certitude à la parenté des Protéacées tertiaires d'Europe avec les Protéées.

Nous hésitons donc entre deux méthodes absolument différentes qui ne sont guère plus sûres l'une que l'autre : d'une part on détermine comme se rapportant à des Protéacées, des restes incomplets de feuilles et de fruits, d'autre part, la Géographie botanique s'appuyant sur la paléontologie cherche à

expliquer à sa manière le mode de développement des flores. Lorsque les deux méthodes conduisent au même résultat, on est disposé à l'admettre ; lorsque, au contraire, elles donnent des résultats différents, on voit plus nettement encore le peu de sécurité de chacune d'elles. Considérons donc la question comme non résolue, et cherchons à nos conclusions des bases plus solides et des preuves plus convaincantes.

## 7. Les Liliacées.

S. Watson, Contributions to American botany, in Proceedings of the American Academy of arts and sc. XIV (1879), page 285. — Engler Natürl. Pflanzenfamilien II, 5<sup>e</sup> partie, page 16. — Grisebach, Végétation du Globe, Tome II, p. 314 (Xanthorrhæa). — Regel, Alii species in Asia media crescentes (Acta horti Petropolitani, X, 279.) — Prollius, Geogr. Verbreitg. der Aloineen (Archiv. der Pharmacie, XXII, 393.)

La famille des Liliacées comprend 200 genres et 10 fois autant d'espèces (peut-être 2,300). Ces végétaux sont répandus de l'extrême nord aux régions australes. La plupart sont des plantes vivaces à rhizomes rampants, charnus, ou des plantes bulbeuses, à feuilles annuelles ; ailleurs, ce sont des plantes ligneuses (groupe des *Dracæna* et des *Xanthorrhæa*) à tige courte, épaisse, portant d'étroites feuilles persistantes ; chez d'autres (*Aloe*) on trouve de grosses feuilles charnues, persistantes, dispositions éminemment protectrices contre la sécheresse.

On peut attribuer à cette diversité des organes végétatifs, le fait de l'acclimatation des Liliacées dans des contrées très différentes où elles revêtent parfois d'étranges formes inconnues aux Européens. Elles affrontent des régions très septentrionales, car M. de Middendorff a trouvé dans le pays de Taimyr, par 75° de latitude nord, le *Lloydia serotina* et deux espèces appartenant à d'autres sections ; le *Tofieldia borealis* et le *Streptopus amplexifolius* montent au Groenland jusqu'au cercle polaire et même à 10° au-delà. Dans la Région florale du Nord les *Convallaria* et les *Allium* sont largement représentées ; en Europe et en Afrique, on trouve en outre les Hyacinthées et les Scillées. Les *Smilax* se rencontrent dans presque toutes les régions tropicales. Quant aux groupes qui affectionnent les climats à étés très secs des deux zones subtropicales, nous aurons occasion d'y revenir. Tandis que la côte occidentale de l'Amérique du sud possède en propre certains genres, on rencontre dans la République

Argentine une quinzaine d'espèces appartenant à des groupes beaucoup plus répandus (*Allium*, *Herreria*, *Smilax*, etc.). La flore sud-africaine compte avec d'autres formes de plantes bulbeuses un grand nombre de Liliacées.

La systématique des Liliacées est difficile et les grandes divisions de la famille ne correspondent pas aux divisions géographiques. Il faut descendre aux subdivisions, aux tribus et aux genres pour trouver une relation entre les pays d'origine et la place de ces groupes dans le système. Rappelons seulement ici que nous comprenons les Liliacées au sens le plus large et que nous y faisons rentrer : les Asphodelinées (*Asphodelus*, *Hemerocallis*, *Aloe*, les Xanthorrées et genres voisins, les sous-tribus des Alliées, Tulipées et Scillées, puis les genres baccifères des Asparagées ou Smilacinées dont on a fait autant de familles spéciales; les Dragonniers (sous-tribus des *Dracæna* et des *Yucca*) et enfin les genres *Colchicum*, *Veratrum*, *Uvularia*, *Tofieldia*, généralement séparés des Liliacées proprement dites et dont on a fait une famille spéciale sous le nom de Colchicacées.

Ainsi entendue, la famille ne comprend pas moins (d'après M. Engler) de 31 tribus dont quelques-unes doivent être examinées de plus près en raison des particularités très caractéristiques de leur répartition.

*Les Xanthorrées en Australie.* — Au point de vue de la famille des Liliacées de même qu'à celui de beaucoup d'autres familles l'Australie présente quelques particularités remarquables. D'abord la sous-tribu des Johnsoniées qui comprend 7 genres de plantes herbacées, y est endémique, mais un intérêt beaucoup plus grand s'attache aux Xanthorrées arborescentes. Grisebach a déjà décrit le port de ces plantes qui constitue d'étranges formes de végétation. Les noms de « Grass-trees » et de « Black-boys » sous lesquels les ont désignées les colons anglais, prouvent suffisamment combien les avait frappés l'aspect singulier de ces plantes qui donnent à certaines contrées de l'Australie une physionomie si spéciale. Une tige de Monocotylédone courte et épaisse comme dans le *Dracæna*, simple ou ne portant que quelques courtes branches; au sommet du tronc ou des branches, une touffe très fournie de longues feuilles rappelant celle des Graminées, touffe d'où sortent les tiges florifères où les fleurs sont disposées en épis ou en panicule serrée; tel est dans ses traits généraux l'aspect d'un *Xanthorrhæa*. Dans la plupart des espèces la tige n'atteint pas un mètre; toutefois le *Xanthorrhæa Pressii* des environs de Swan-River à une hauteur de 2 à 5 mètres et le *Kingia australis*, le géant du groupe, atteint de 7 à 9 mètres. Les feuilles raides, à bords tran-

chants, épaisses de 2 à 4 millimètres, atteignent souvent un mètre de longueur, et quand elles se détachent elles laissent à la base inférieure de la tige une houppe de poils soyeux. Seul les *Dasyllirion* du Mexique possèdent de semblables feuilles. — A l'exception d'une espèce, le *Xerotes Banksii*, commune à la fois à l'Australie et à la Nouvelle-Calédonie, ces plantes sont limitées à l'Australie et à la terre de Van Diemen, et semblent manquer complètement au nord-ouest depuis Gascoyne-River jusqu'à Roper-River: elles sont rares en certains points des déserts de l'intérieur, mais sont nombreuses en espèces et en individus dans toute l'aire depuis le golfe de Carpentarie et le Cap-York, jusque sur les côtes sud-est et sud-ouest. Elles sont principalement répandues et très variées comme formes à l'ouest de l'Australie, depuis le King George Sund jusqu'au Swan-River, et avec des espèces moins remarquables dans la Nouvelle-Galles du sud et les régions avoisinantes.

Ce groupe se partage en 2 sous-tribus : les Xérotidées (ou Loman-drées), 4 genres, avec les *Xantorrhæa* proprement dits. On compte 11 espèces de *Xantorrhæa*, aucune n'est originaire de l'Australie septentrionale, mais 5 se trouvent seulement sur la côte orientale de Rockhampton à Port Jackson et aux Montagnes-Bleues, tandis qu'une sixième espèce des mêmes régions se retrouve dans la Province de Victoria et en Tasmanie. Ces deux dernières contrées possèdent en commun une espèce qui ne se trouve que là; l'Australie du Sud a deux espèces endémiques; dans l'Australie sud-occidentale, entre Albany et Perth, on rencontre deux autres espèces endémiques *X. gracilis* et *Preissii*. C'est là également la patrie des *Dasyogon* (2 espèces) et de 2 autres genres.

De tout ce groupe, le genre *Xerotes* (29 espèces) est le plus important; quelques *Xerotes* ne se montrent que dans les îles de la côte nord et sur plusieurs points de la côte orientale aussi bien entre les tropiques qu'au-delà; plusieurs s'étendent jusqu'à la côte sud et d'autres sont cantonnés à la pointe occidentale du continent.

2). Les Calectasiées comprennent trois genres monotypes endémiques dans les contrées du Sud-Ouest; une seule espèce, le *Calectasia cyanea*, s'étend sur la côte sud jusqu'aux monts Grampian dans la province de Victoria; le *Kingia australis*, des environs du Swan-River et du King Georges Sund, associé aux *Lomandra* et aux *Dasyogon* de la première sous-tribu, donne à la contrée un facies caractéristique. — Ce groupe nous fournit donc un bon exemple du caractère endémique de la flore australienne.

*Les Luzuriagées australes.* — Ces plantes appartiennent aux Liliacées baccifères et sont voisines des Smilacées. Ce sont en général des plantes grimpances, des arbrisseaux ou même des épiphytes.

Une plante de serre froide et cultivée dans nos jardins, le *Lapageria rosea*, peut nous donner une idée du port des Luzuriagées. Le groupe tout entier ne comprend que 6 à 7 genres, la plupart monotypes; 3 genres se trouvent sur la côte ouest de l'Amérique du Sud, du Pérou au détroit de Magellan, 2 autres sont endémiques dans l'Australie orientale, et 1 encore endémique au sud-est de l'Afrique. De ceux-là se rapproche un genre vivant en Nouvelle-Calédonie. Les *Luzuriaga* proprement dits, plantes sud-américaines, sont représentées entre autres, par une espèce, le *Luzuriaga marginata*, qui s'étend de la Patagonie et de la Terre de Feu jusqu'aux îles Falkland et à la Nouvelle-Zélande. Cette tribu, qui ne figure pas autre part, appartient aux rares groupes caractéristiques des contrées australes : Chili, Terre de Feu, Nouvelle-Zélande, Australie orientale, Afrique du Sud, particularité qui les rapproche des Protéacées.

Les genres *Allium* et *Gilliesia*. — Le genre *Allium*, qui compte 270 espèces, dont la plupart croissent dans l'Asie occidentale et le Turkestan, dans l'Europe centrale et méridionale, a une très grande extension (Amérique septentrionale et méridionale, Afrique septentrionale jusqu'en Abyssinie : manque en Australie). Plusieurs autres genres voisins se rencontrent dans les mêmes contrées et en même temps au Mexique et au Chili; par contre, le petit groupe des Gilliesiées, qui ne compte que 7 genres et 10 espèces, a une aire très restreinte sur la côte ouest de l'Amérique du Sud, au Chili. Une espèce se montre à Lima. L'aspect extérieur est celui d'un *Allium*, mais l'irrégularité des fleurs a conduit à établir pour ces plantes une tribu spéciale. Des formes aussi anormales ont fréquemment des aires peu étendues.

*Les Dragonniers*. — Ce groupe manque aux contrées tempérées froides. Il comprend d'abord le genre *Yucca* (20 espèces) dans le sud des Etats-Unis et le Mexique. Dans les mêmes contrées croissent les genres *Nolina* (*Beaucarnea*) et *Dasylyrion*, 10 espèces chacun. Ce sont de petits arbres à tige épaisse, ressemblant comme port aux Graminées arborescentes d'Australie. Les Dragonniers proprement dits, composés des genres *Cordylina* et *Dracæna*, possèdent environ 50 espèces disséminées dans les contrées chaudes de l'ancien monde : le *Dracæna Draco*, qui atteint jusqu'à 18 mètres de hauteur, aux Canaries; des espèces analogues en Afrique orientale, d'autres dans l'Afrique tropicale, les Mascareignes, l'Himalaya,

l'Australie orientale et la Nouvelle-Zélande. Une seule espèce de *Cordylina* est regardée comme américaine. Nommous encore le genre voisin *Astelia* qui, par sa répartition dans les contrées subtropicales de l'hémisphère sud, entre les Alpes Australiennes, la Nouvelle-Zélande et la côte ouest de l'Amérique du sud, se rattache aux Luzuriagées.

*Aloées.* — Le groupe des Aloées, remarquable par ses feuilles épaisses et charnues, comprend 5 genres exclusivement africains, habitant surtout le sud de ce continent. Les *Aloe* proprement dits (85 espèces) s'étendent du Cap en Abyssinie à travers les montagnes et les savanes africaines. Une espèce (*Aloe vera*) pénètre même très avant dans la région méditerranéenne, et se montre également dans les îles malgaches jusqu'à l'île de Rodriguez. Trois autres genres formant un ensemble de plus de 100 espèces, sont presque exclusivement limitées à la région du Cap. Le dernier (*Lomatophyllum*) à tige ligneuse, à larges feuilles charnues, croît à Maurice et à Bourbon.

*Les Liliacées boréales.* — Par contre, il est toute une série de genres limités aux régions froides ou aux montagnes de la zone subtropicale de l'hémisphère nord ; on les rencontre dans l'Amérique du Nord, en Asie orientale, dans l'Himalaya, en Sibérie en Europe et aussi, pour un certain nombre, dans les steppes de l'Asie centrale. Parmi les espèces croissant dans les forêts nous trouvons surtout les *Convallaria* (Muguets) avec les genres *Polygonatum*, *Majanthemum*, *Streptopus*, etc., dont un seul genre atteint les îles de la Sonde, puis le groupe des *Paris*, qui, avec le *Trillium*, se montre en Asie orientale et dans l'Amérique du Nord.

La répartition des Liliacées peut se résumer comme il suit. Répandues sur toute la terre, ces plantes n'offrent donc aucun trait aussi caractéristique que les Palmiers, les Protéacées, etc., même quelques sous-tribus et genres ont des aires extraordinairement étendues. Toutefois, la plupart des tribus se tiennent surtout dans une aire déterminée, limitée par exemple à un continent (*Aloe*, *Xanthorrhœa*), ou bien se montrent en certains points, qui réalisent un ensemble de conditions analogues et situées sur le trajet des émigrations dont il a été précédemment question au chapitre de la division des régions florales (Luzuriagées, *Astelia*; *Convallaria*, *Paris*). Enfin, dans l'aire si vaste de l'ensemble de la famille, il est des groupes étroitement limités, par exemple celui des *Gilliesia*.

*Considérations finales sur la botanique géographique.* — L'ensemble de détails que nous venons de donner sur la répartition de ces sept familles, choisies précisément à cause de la variété des formes qui les composent, suffit à nous montrer l'étendue du champ d'investigation de la Botanique géographique. Si ce sujet a plus d'intérêt pour le botaniste que pour le géographe, il convient cependant de remarquer que la géographie botanique, prise dans son ensemble, a des points de contact avec beaucoup d'autres sciences; ce que la citation de Humboldt reproduite en tête de ce chapitre nous avait déjà fait prévoir

Pour ce manuel il nous a suffi d'étudier à titre d'exemples les aires de ces sept familles pour donner idée du détail de la division géographique; le partage de la surface terrestre en régions florales est précisément le résultat ultime d'un grand nombre d'études semblables. La quatrième partie comportera encore comme appendice à l'histoire des formations végétales quelques brèves considérations sur les aires, mais le lecteur devra se reporter aux ouvrages de systématique tels que les *Natürliche Pflanzenfamilien* de MM. Engler et Prantl; il y trouvera indiqués les aires des familles et des genres à la suite de leurs caractères distinctifs, et pourra se faire en même temps une idée très nette des formes extérieures des plantes qui les composent.

Quels renseignements généraux pouvons-nous encore tirer de la comparaison des aires des sept familles que nous venons d'examiner? Ce qui nous frappe d'abord, c'est combien elles diffèrent les unes des autres, et d'ailleurs, c'est cette diversité même que nous avons voulu mettre en évidence; une famille semble affectionner certaines régions, en redouter d'autres: présente-t-elle dans son ensemble une répartition régulière, immédiatement on voit l'irrégularité apparaître dans la distribution des tribus et des sous-tribus; sinon dans toutes, du moins d'une façon très accusée dans quelques-unes. Ces coupures dans les aires n'ont pas toujours existé mais se sont développées au cours des temps géologiques, et les documents paléontologiques, — qui par malheur sont souvent mal conservés pour se prêter à des déterminations systématiques rigoureuses, — nous donnent une idée tout autre de ces aires. Des familles géologiquement très anciennes, comme les Conifères, nous font très bien comprendre pourquoi l'on trouve des représentants d'un même genre en des points fort éloignés les uns des autres; et vouloir interpréter ces faits par des migrations à des époques

récentes, serait abandonner une explication rationnelle pour des hypothèses gratuites.

Les séparations entre les aires se sont à peu près maintenues comme il a été dit p. 129 à propos des régions florales. Toutefois, les différences qu'on observe témoignent que ces divisions ne sont pas définitives. Suivant que l'on prend tel ou tel système d'aires, en particulier, par exemple, parmi les familles tropicales les Palmiers et les Myrtacées, ou ailleurs, les Conifères et les Éricacées, on n'arrive pas aux mêmes résultats. Ainsi, tandis que les Éricacées sont répandues sans interruption tout le long des Andes, du Cap Horn au Mexique, et ne disparaissent plus au nord que pour faire place à d'autres familles, les Conifères de l'Amérique antarctique, à l'exception des *Libocedrus*, sont fort différents de ceux du Mexique, lesquels se rattachent généralement aux groupes de l'hémisphère nord.

Bien des faits consignés dans les pages précédentes tendraient à prouver l'existence d'une bande continue d'aires semblables en Europe, dans l'Asie froide et l'Asie tempérée et dans l'Amérique du Nord. Dans les régions florales du Sud la ressemblance est moins accusée; le Cap, l'Australie extratropicale, la Nouvelle-Zélande et l'Amérique du Sud ne présentent guère que des analogies, très rarement des similitudes, et encore dans ce dernier continent, ne peut-il être question que de la côte du Pacifique, étant donné le passé géologique du Sud de la République Argentine. De plus, malgré cette ressemblance, les extrémités australes de chaque continent ont leur physionomie propre, et l'Afrique australe, en particulier, se distingue absolument de l'Australasie (Mélanésie).

Un autre point bien intéressant et dont il a été question page 95 est de savoir si les grandes familles sont liées à des sphères climatériques données et reconnaissables. Même pour les Palmiers on ne saurait l'affirmer, si l'on considère les régions occupées par ces plantes, celle des Palmiers nains du bassin de la Méditerranée, celle des Palmiers épineux de l'Amazonie, et des Palmiers à cire des Andes. La vérité, semble-t-il, c'est que la plupart des familles ont des préférences marquées pour des climats déterminés, même celles qui ont la distribution la plus large; préférences qui se traduisent d'ordinaire par une grande diversité de formes sous des climats appropriés. Toutefois certaines branches de ces familles montrent plus de facilité à s'adapter au climat, ce qui leur permet de dépasser même de

beaucoup les limites qui les enserrent. Eu pareil cas, les organes végétatifs présentent des dispositions adaptatives particulières, leur permettant par exemple de résister à la sécheresse. — Des familles à très large distribution figurant non seulement dans les deux hémisphères, mais à la fois dans des contrées tropicales à pluies abondantes et dans des steppes arides, peuvent disposer d'appareils protecteurs semblables dans des conditions bien différentes; par exemple les formes bulbeuses conviennent tout aussi bien à la protection contre le froid que contre la sécheresse. Ailleurs la même famille présente des organes végétatifs différents, et sous des climats différents les formes ne sont pas les mêmes; ainsi, parmi les Liliacées, les Dracœnées ne ressemblent pas au *Lapageria rosea*, ils n'ont ni bulbes comme les *Allium*, ni rhizomes comme les *Convallaria*, *Paris*, etc.

Ces comparaisons indiquent qu'il y a dans la Botanique géographique plus qu'un assemblage de faits non coordonnés; elles montrent l'importance de cette étude et nous engageant à remonter aux causes dont la recherche doit toujours rester notre but final.

#### Note sur les cartes de géographie botanique.

Parmi les questions proposées au Congrès botanique tenu à Paris en 1889, figure celle des cartes de géographie botanique. Il y a, en effet, le plus grand intérêt à cartographier les données relatives à la distribution des plantes; mais, si tout le monde est d'accord sur l'utilité d'un pareil travail, les solutions proposées pour sa mise à exécution varient suivant les auteurs, d'autant plus qu'ils n'ont pas tous abordé de la même façon ce problème extrêmement complexe. Ne pouvant ici exposer le sujet avec tous les développements nécessaires, nous nous contenterons d'en indiquer la bibliographie et quelques points en particulier.

*Cottrell Watson*. Topographical Botany, showing the distribution of british plant. Londres 1883. — Actes du Congrès de botanique tenu à Paris au mois d'août 1889. (In Bull. Soc. bot. France. Tome XXXVI. — Abbé Hy. Sur les procédés pour représenter la distribution géographique des plantes. (Journal de Botanique, t. III, 1889, p. 306.)

1° Choix des espèces. — Toutes les plantes n'offrant pas le même intérêt, il importe de préciser celles qui devront surtout appeler l'attention. Ce sont, d'après M. Drude (*Note sur la première question du Congrès*, Actes du Congrès, p. 37), les espèces principales des *formations*. Avant tout, celles

des formations *forestières*, puis celles des formations *alpines* (c'est-à-dire pour l'Europe moyenne, par exemple *Rhododendron hirsutum* et *R. ferrugineum*, *Loiseleuria procumbens*); celles des tourbières de montagnes (*Pinus montana*, *Vaccinium uliginosum*, *Empetrum*); celles des forêts montagneuses jusqu'à la plaine (*Digitalis purpurea*); celles des prairies montagneuses (*Meum athrumantirum* et *Mutellina*); celles des landes et marais de la plaine (*Erica Tetralix*, *Ilex Aquifolium*, *Genista anglica*, *Myrica Gale*, *Ulex europæus*). Les plantes *rare*s peuvent faire l'objet de mention particulière, à la condition de ne pas perdre de vue qu'elles expriment un caractère géographique plus limité (*Lobelia Dortmanni*, *Scheuchzeria palustris*, *Carex sparsiflora*) ou qu'elles n'ont d'importance qu'au point de vue de l'origine des flores.

2° Procédés de représentation. — M. l'abbé Hy a publié dans le numéro du *Journal de Botanique* du 16 septembre 1889 un article sur les procédés à employer pour représenter la distribution géographique des plantes, article qu'il a bien voulu résumer spécialement pour ce *Manuel*, en y ajoutant, à titre d'exemples, deux cartes dressées par lui.

Pour représenter la distribution des plantes, on peut indiquer deux procédés comprenant un système de notation et de représentation graphique.

1° L'emploi d'une formule permet d'exprimer la station d'une plante en tenant compte des trois principaux facteurs : la latitude, la longitude et l'altitude. Le premier est donné par un chiffre placé en tête comme coefficient, les autres par deux lettres empruntées, l'une à l'alphabet latin, l'autre à l'alphabet grec.

Ainsi la latitude s'indique par le nombre même marquant les degrés, de 1 à 90, de l'équateur aux pôles, avec le signe — pour les latitudes australes. Pour plus de précision, on peut faire suivre ce premier chiffre d'un autre, décimal, donnant l'approximation à  $\frac{1}{10}$  de degré. Ainsi, tous les lieux situés sur la latitude de Paris auraient pour coefficient 48°,9; celui de Buenos-Ayres serait — 34°,6.

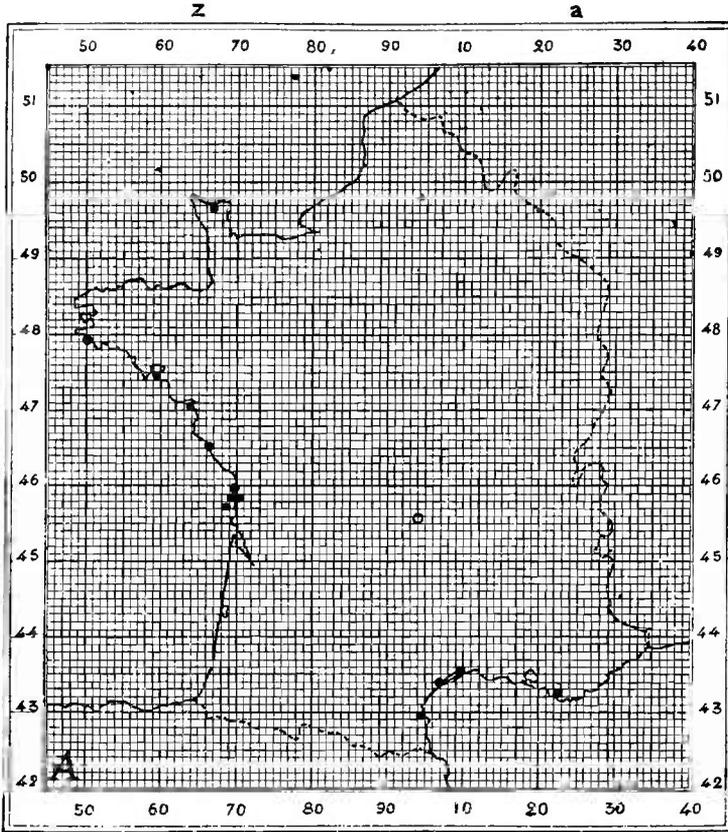
Pour la longitude, on désigne par une lettre de l'alphabet latin chacun des 24 fuseaux que forme à la surface du globe l'intersection des 12 principaux cercles horaires. On ajouterait à la précision en annexant à cette lettre un indice de 1 à 90, marquant les sixièmes de degrés terrestres.

Ce système de représenter la longitude par une lettre a d'ailleurs été adopté par plusieurs géographes, préoccupés de l'établissement d'une beure universelle. Ainsi le D<sup>r</sup> Schram a donné les noms suivants aux 24 fuseaux terrestres dans un Mémoire publié au *Wiener Zeitung*, 14 décembre 1888 :

UNIVERSEL, *Adriatique, Bosphore, Caucase, Daria, Elephanta, Fakirs, Gobi, Hoang-Ho, Japon, Kouriles, Loyalty, MEDIUM, Nounivak, Otaïti, Pitcairn, Quadra, Rocheuses, Supérieur, Tolima, Vincent, Xingu, Young, Zighinchor*

On remarquera que, dans l'application des lettres, ce système se distingue en ce que le premier et principal fuseau, qui comprend l'Europe occidentale, est désigné par la lettre U (*Universel*). La lettre A est reportée vers l'est à la deuxième place, de sorte que le fuseau des antipodes reçoit la lettre significative M (*Medium*). Ce serait un point de détail à fixer par une commission compétente.

Fig. A. — *Chara crinita*.



### *Chara crinita*

- *Forma typica*
- *Var condensata*

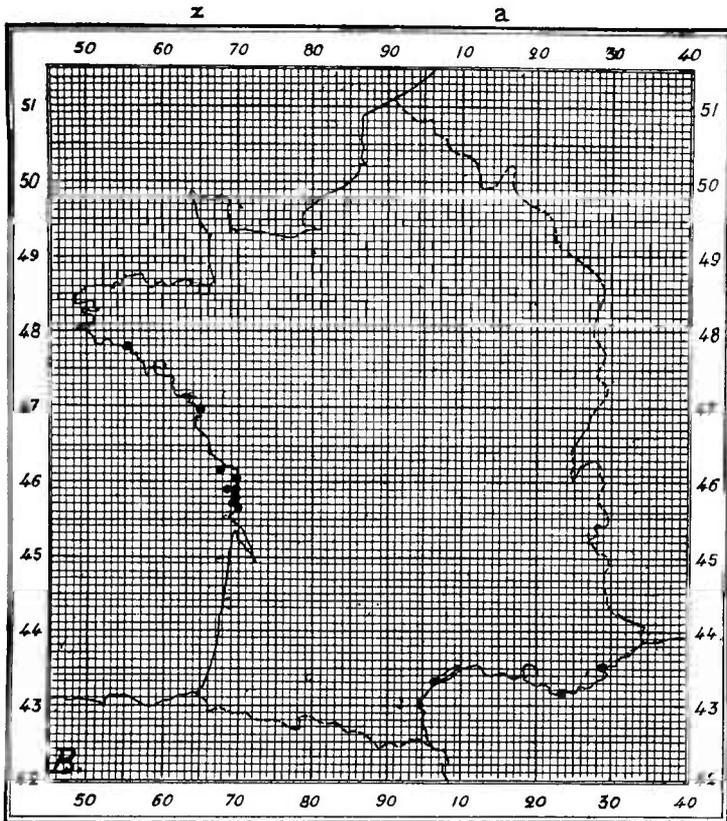
#### *Forma typica* ●

- 49,7 <sup>67</sup> Cherbourg, Turlaville (Manche).
- 47,9 <sup>30</sup> Baie d'Audierne (Finistère).
- 47,5 <sup>z<sub>59</sub></sup> Saint-Gildas-de-Ruiz (Morbihan).
- 47,1 <sup>z<sub>64</sub></sup> Les Moutiers (Loire-Inférieure).
- 46,5 <sup>z<sub>66</sub></sup> Les Sables d'Olonne, canal de la Bauduère (Vendée).
- 46 <sup>z<sub>69</sub></sup> Chatelailion (Charente-Inférieure).
- 45,9 <sup>z<sub>69</sub></sup> Port-des-Barques —
- 45,9 <sup>z<sub>70</sub></sup> Fouras —
- 45,8 <sup>z<sub>68</sub></sup> Oléron près Dolus —
- 43,6 <sup>a<sub>10</sub></sup> Pérols (Hérault).
- 43,4 <sup>a<sub>3</sub></sup> Les Onglous-Agde (Hérault).
- 43,2 <sup>a<sub>22</sub></sup> Toulon (Var).
- 42,9 <sup>a<sub>5</sub></sup> Salces (Pyrénées-Orientales).

#### *Forma Condensata* ○

- 45,6 <sup>a<sub>4</sub></sup> Saint-Nectaire (Puy-de-Dôme).

Fig. B. — *Lamprothamnus alopecuroides* Braun.



*Lamprothamnus alopecuroides* Braun .

- *Forma typica*
- *Var. Montagnei*

*Forma typica* ●

- 47,7  $z_{56}$  Lorient-Port-Louis (Morbihan).
- 46,9  $z_{64}$  Beauvoir (Loire-Inférieure).
- 46,2  $z_{67}$  Ile de Ré (Charente-Inférieure).
- 46,1  $z_{69}$  Angoulême —
- 45,9  $z_{68}$  Oléron-Saint-Pierre —
- 45,9  $z_{69}$  Port-des-Barques —
- 45,8  $z_{69}$  Marennes —
- 45,7  $z_{69}$  La Tremblade —
- 45,6  $z_{70}$  Le Verdon (Gironde).
- 43,6  $a_{29}$  Ile Sainte-Marguerite (Alpes-Maritimes).
- 43,4  $a_8$  Les Onglous (Hérault).
- 43,2  $a_{23}$  Le Peschier-Hyères (Var).

*Var. Montagnei* Braun.

- 48,6  $z_{65}$  Saint-Suliac (Ille-et-Vilaine).

Enfin l'altitude peut s'indiquer d'une façon non moins simple et rapide en employant les lettres grecques; les dix premières, de  $\alpha$  à  $\chi$ , désignant de 100 en 100 mètres les principaux échelons jusqu'à 1,000 m., puis une seconde série, de  $\lambda$  à  $\nu$ , les stades intermédiaires, de 200 en 200 m., entre 1,000 et 3,000 m.; enfin, les dernières, de  $\varphi$  à  $\omega$ , réservées aux altitudes extrêmes, de 3,000 mètres à 5,000 mètres, par intervalles de 500 mètres.

Ainsi le sommet du Puy-de-Dôme se formulerait 45,7  $\alpha$ , ou même, plus simplement, 45  $\alpha$ . En effet, la même formule, débarrassée de ses chiffres décimaux et indices, donnerait encore des renseignements suffisants quand il s'agit de la répartition générale à la surface du globe.

2° Une méthode graphique permet de centraliser les résultats partiels, et sans carte géographique. Si l'on réfléchit en effet que, sous les latitudes moyennes, comme celles de l'Europe, le 1/10 de degré de latitude est sensiblement égal au 1/6 de degré de longitude; que, par suite, les quadrilatères formés par l'entrecroisement de ces coordonnées géographiques sont presque des carrés, on peut établir facilement des sortes de cartes muettes, suivant la projection de Mercator, où les régions de la zone tempérée sont relativement peu déformées dans leur configuration. Par exemple, en utilisant un papier quadrillé en millimètres, que l'on trouve partout, et donnant à chaque division la valeur d'une des unités de latitude et de longitude employées dans les formules précédentes, on peut représenter fidèlement une minuscule carte de France, mesurant 90 mm. sur 72, sur laquelle plus de 4,000 petits carrés permettent d'inscrire autant de points de repère.

Dans l'application de ce système graphique, on pourrait souvent, sans confusion et avec avantage, rapprocher sur une même figure plusieurs espèces affines ou les variétés d'un même type, caractérisées par la différence de leur aire de dispersion.

Ainsi les figures A et B feraient bien ressortir ces détails, appliqués à la carte de France, pour deux espèces : *Chara crinita* et *Lamprothamnus alopecuroides*.

Ce qui précède était déjà imprimé quand M. Flahault présenta à la réunion de la Société botanique de France tenue à Genève en août 1894 un *Projet de carte botanique, forestière et agricole de la France* (voir Bull. Soc. Bot. Session extraord. 1894, LVI). Dans un article très étudié et que je me reproche de gâter ici par une analyse rapide, le savant professeur de l'Université de Montpellier expose les raisons qui le poussent à cette entreprise; comment, selon lui, on la peut concevoir et la mener à bonne fin, et quels services on en peut attendre.

Le siège de la forteresse que défend le mystère de l'origine et du développement des espèces, dont parle plus haut M. de Candolle (v. p. 80), est fait de façon bien étrange. Chaque division de l'armée assiégeante, systématiciens, anatomistes, physiologistes, agissant pour son propre compte et prétendant, à elle seule, amener la place à capituler... à moins, comme l'avance M. Flahault, qu'elle ne prétende à rien du tout et que, dans la fumée du combat, elle ait perdu de vue son objectif. Il serait temps que l'union se fît entre les divers groupes de travailleurs et que nous cessions de nous

laisser absorber chacun par ce que Aug. Comte appelait nos *spécialités dispersives*, de quelque nom qu'on les nomme, anatomie, systématique, physiologie, et que nous veillions bien nous souvenir que les plantes ne sont pas seulement des agglomérations de cellules ou des objets de collection ou d'expérience dont il s'agit de faire l'histoire. Nous n'y parviendrons qu'à la condition de coordonner nos efforts, suivant en cela l'exemple des géologues qui, en moins d'un demi-siècle, grâce à une entente éclairée et à une discipline habile, sont arrivés à des résultats si remarquables.

Sans doute nous possédons sur la flore de France un nombre de documents considérables, mais tous se bornent à peu près à la distinction des formes. Les nombreuses statistiques locales nous renseignent très exactement sur la *flore*; elles ne nous disent rien ou presque rien de la *végétation*, qui varie d'une région à une autre. Il serait à désirer que l'on entreprit pour la France (et les conseils qui suivent sont de mise pour tous les pays où la connaissance des espèces est assez avancée) une description méthodique de la végétation des régions naturelles. C'est à ce travail, dont il nous trace le programme, que M. Flahault nous convie.

On ne peut songer à tenir compte de toutes les espèces : d'abord il en est qui, se trouvant partout, ne sauraient être prises comme caractéristiques d'une région et d'autres qui, n'étant que très peu répandues, ne jouent pour l'ordinaire qu'un rôle très effacé pour ne pas dire nul, dans la physionomie d'un ensemble. On ne nommerait pas le *Berberis vulgaris* ou le *Barbarea intermedia* dans la flore de Montpellier que nous serions tout aussi bien éclairés sur le caractère de cette flore. Les plantes intéressantes au point de vue qui nous occupe, sont celles qui donnent aux différentes parties d'une région leurs physionomies spéciales ; telles sont le Chêne-vert, le Hêtre, le Châtaignier. Elles ont leur cortège habituel d'espèces compagnes qui se retrouvent alors même que la forme principale a disparu, tout comme dans les couches géologiques certains fossiles permettant de fixer un niveau subsistent après la disparition des fossiles caractéristiques. En s'en tenant à ces espèces on peut arriver à établir la distribution des plantes dans un pays avec une très grande rigueur. Les idées de M. Flahault, relativement au *choix des espèces*, sont à peu près celles de M. Drudc, que nous rappelons plus haut.

Cette description méthodique des régions naturelles ainsi entendue comprendrait plusieurs parties : elle indiquerait la *place* de la région dans un ensemble plus vaste, ce qui éliminerait du même coup la nomenclature des espèces communes à l'ensemble, les espèces dites ubiquistes dont aucune statistique florale ne nous fait grâce, les auteurs ayant souvent pour objet en chargeant leurs listes de ces plantes très répandues de nous montrer que *leur* flore est *riche*. Elle indiquerait également la subdivision en *zones* naturelles déterminées par l'altitude et par des détails climatiques et topographiques, et dans chacune de ces zones les *stations* diverses (hautes prairies, courbes à neige, pentes tourbeuses, rochers escarpés, forêts dont l'épaisseur diminue avec l'altitude, bords des ruisseaux, clairières, etc.). Cette description devrait également mentionner les espèces *rares* ou *très rares*, intéressantes non parce qu'elles sont rares mais parce qu'elles sont les

données de problèmes à résoudre. Pour la même raison on mentionnerait les espèces qui ne se montrent pas dans des zones où l'on pourrait s'attendre à les voir.

Mais ces descriptions ne seraient jamais que la première partie du travail et devraient servir d'explication à des *cartes* dressées avec soin.

Des différentes cartes françaises, laquelle semble préférable? Après différents essais et pour des raisons qu'il discute (p. LXXIV), M. Flahault a fait choix de la carte au 200,000<sup>e</sup> gravée sur zinc en 6 couleurs. Mais, pour le pointage sur le terrain, on prendrait la carte au 80,000<sup>e</sup>, dont les fragments, dans quelques cas particuliers où des détails demanderaient à être figurés, accompagneraient les explications.

Cette carte au 200,000<sup>e</sup> se composerait de 82 feuilles, dont 50 sont occupées en totalité par les terres. (M. Flahault a déjà terminé, ou à peu près, 8 de ces feuilles.)

Que semblable travail de synthèse élargisse le cadre des études floristiques et qu'il ouvre un champ nouveau à la sagacité des naturalistes qui étudient directement la nature, l'auteur n'a pas de peine à le montrer. D'abord *la distinction et la subordination des formes* fixeront d'autant plus l'attention que les difficultés qu'elles soulèvent seront mieux dégagées des faits admis sans conteste.

Dans les *espèces rares*, il faudra déterminer les limites des aires d'extension, les migrations pendant la période actuelle, l'origine paléontologique, quand on le pourra. Quant aux problèmes dits *biologiques*, c'est dans la nature qu'il faut commencer à les étudier par la connaissance exacte des espèces et l'examen attentif de leurs conditions de vie.

L'exécution de la carte botanique telle que la comprend M. Flahault implique nécessairement la recherche de la solution de certains problèmes qui, s'ils offrent de l'intérêt au point de vue de la spéculation pure, peuvent aussi avoir des conséquences pratiques. La carte botanique devient ainsi en même temps une carte forestière et agricole. Ces problèmes consistent :

I<sup>o</sup>) à *distinguer l'état primitif spontané* à l'état naturel de la *végétation* à travers l'état actuel résultant de l'influence de l'homme.

II<sup>o</sup>) à déterminer les procédés suivant lesquels le sol modifié par l'homme et abandonné par lui fait retour à la *végétation primitive*.

III<sup>o</sup>) à établir les conditions d'établissement ou de disparition définitive des espèces introduites par accident ou par la volonté de l'homme.

I<sup>o</sup>) *L'indication de la végétation primitive peut être retrouvée :*

a) par l'observation directe de témoins jalonnant d'anciennes stations d'une espèce.

b) par la linguistique (le Hêtre a disparu de certaines parties des Cévennes : les noms de Fan, Faye, Fapole, indiquent qu'il y existait autre fois).

c) par l'archéologie (l'étude de charbons anciens a révélé l'ancienne existence du Hêtre dans la forêt de Haye, près de Nancy, celle du Pin de Montagne au Canifous).

d) l'extension spontanée d'une essence sous le couvert d'une autre essence utilisée pour le reboisement, tend à prouver que la première a occupé jadis une place dans la contrée (dans la Montagne-Noire et dans le Vivarais le Sapin tend à envahir la forêt à la condition qu'il se développe sous l'abri de Chênes, de Hêtres et de Pins). La connaissance des limites altitudinales d'une espèce dans une région donnée éviterait les erreurs de celle qu'on a commise dans le Roussillon en plantant le Châtaignier au-dessus de 1000<sup>m</sup>, niveau auquel cet arbre ne saurait vivre.

II<sup>o</sup>) *Comment la végétation spontanée se reforme-t-elle ?*

(Observation faite aux environs de Sommières (Gard).

« 1<sup>o</sup>) Le sol abandonné se couvre d'espèces adventives annuelles en majorité que remplace d'année en année un plus grand nombre d'espèces vivaces. Après 5 ans, le nombre des espèces annuelles n'est plus supérieur au nombre moyen des espèces annuelles dans les sols découverts du pays environnant.

« 2<sup>o</sup>) Certaines plantes vivaces ne redoutant pas la lumière apparaissent les premières. Exemple (dans la zone du Chêne vert) : *Psolarea bituminosa*, *Helichrysum stæchas*, *Thymus vulgaris*.

« 3<sup>o</sup>) Des arbustes et des arbres apparaissent ensuite ; ce sont aussi au début des espèces qui aiment la pleine lumière ; *Gexestas Scorptus*, *Quercus Ilex*, *Pinus halepensis*, *Juniperus oxycedrus*.

« 4<sup>o</sup>) Les espèces qui ont besoin d'ombre n'apparaissent qu'après de longues années, lorsque l'ensemble des conditions qui leur sont nécessaires a pu s'établir. MM. Flahault et Lombart-Dumas évaluent à un demi-siècle au minimum le temps nécessaire pour que certaines espèces arborescentes puissent recommencer à se développer sur le sol qu'elles ont occupé autrefois et d'où elles ont disparu.

Pour les substitutions d'essences forestières, M. Flahault estime qu'elles doivent toujours être attribuées à l'intervention de l'homme et qu'il n'y a là rien de comparable à un assolement.

III<sup>o</sup>) *Conditions d'établissement et de disparition définitive des espèces introduites par accident ou par la volonté de l'homme.* — Le petit nombre d'espèces naturalisées en France depuis la découverte de l'Amérique tend à prouver le peu d'avenir de l'acclimatation d'espèces d'un pays dans des contrées éloignées de leur patrie. En tous cas, l'introduction définitive d'une espèce, persistant et se multipliant sans la protection de l'homme, est un fait exceptionnellement rare.

Je me suis laissé entraîner à donner à cet extrait du Mémoire de M. Flahault des dimensions plus étendues que celles sur lesquelles j'avais compté tout d'abord, et j'ai le regret de laisser de côté encore bien des exemples dont la mention eût présenté de l'intérêt en montrant le côté pratique de la carte botanique de France, dont il a pris l'initiative. A cet égard, il est à souhaiter que le vœu exprimé à Genève par les Sociétés botaniques de France et de Suisse réunies soit entendu des « Pouvoirs publics » et « qu'ils accordent leur appui à M. Flahault pour lui permettre de continuer les études qu'il a entreprises en vue de l'exécution d'une carte botanique et forestière de la France »,

(Trad.)

## QUATRIÈME PARTIE

---

### **Les formations végétales résultant de l'association des formes de végétation et les facies botaniques.**

Pourquoi l'on doit grouper les plantes d'après les facies. Les végétaux considérés au seul point de vue de l'aspect extérieur ; formes fondamentales ; leur valeur. Ce sont des considérations biologiques qui doivent présider au choix des formes de végétation ; l'ensemble des formes de végétation représente le facies. Caractères distinctifs des formations végétales : *a*) degré de fréquence ; *b*) formes de croissance biologiques ; *c*) exigences climatiques ; *d*) exigences hydrographiques et géonomiques ; *e*) particularités physiologiques de nutrition, mode d'adaptation au monde extérieur. — Division des formations végétales : Les forêts : I. Forêts tropicales composées presque exclusivement d'essences à feuilles persistantes. II. Forêts littorales des tropiques. III. Forêts tropicales où la feuillaison correspond à la saison pluvieuse. IV. Forêts subtropicales formées d'arbres à feuilles persistantes. V. Forêts des régions à hivers froids formées d'essences à feuilles caduques et de conifères à feuilles persistantes. — Les buissons et les broussailles. — Les formations de plaines à graminées et de plantes herbacées vivaces : prairies, prairies marécageuses, steppes à graminées, savanes, hautes herbes vivaces, pâturages. — Les formations de mousses et de lichens. — Les formations des eaux douces continentales et celles des océans. — Formations spéciales : formation des régions polaires des steppes et des rochers ; halophytes.

Nous nous attachons principalement à ces importantes associations de plantes auxquelles Grisebach a donné le nom de formations végétales, et dont la constitution et la répartition géographique dépendent en grande partie du climat actuel.

A. SUPAN, *Physische Erdkunde*, 1884.

### Pourquoi l'on doit grouper les plantes d'après le facies.

Une classification *géographique* des plantes est absolument nécessaire. Pareille classification ne doit tenir compte que de l'aspect d'ensemble des végétaux, qui frappera d'autant plus le voyageur que celui-ci aura vu en pleine végétation un nombre plus considérable de contrées, et se rendra d'autant mieux compte de l'extrême variété d'aspect extérieur que revêt le monde des plantes. Dans les divisions de la géographie botanique que nous avons données à la page 2, nous avons déjà indiqué combien est capitale cette étude des facies ou des formations végétatives. Quand on considère les choses au double point de vue de la biologie et de la systématique, les termes généraux de forêt, prairie, marais, steppe, buisson, désert, prennent des acceptions tout autres et plus précises. On est ainsi amené à distinguer dans les *régions florales* des districts floraux dont chacun a sa limite propre et correspond à une division fondamentale de ces régions. C'est la seule manière de se faire une idée d'ensemble de la division géographique, et nous pouvons dire avec Supan : « Les résultats de cette étude ont un grand intérêt pour le géographe, car ils nous font bien voir que la surface terrestre s'est constituée graduellement et qu'elle se transforme sans cesse ».

C'est à Humboldt que revient le mérite d'avoir reconnu le premier la nécessité d'établir pour les plantes des groupements indépendants de toute condition systématique. Mais depuis que la notion géologique de la succession des flores a remplacé la « *Physionomie* » comme principe fondamental de la géographie botanique, il n'y a plus de raison de chercher à perfectionner cette « *Physionomie végétale* » et d'en faire une partie spéciale de la science qui nous occupe, reposant sur une base plus large et plus sûre que celle qu'elle avait jadis. Aussi bien les tentatives faites dans ce sens par Grisebach (1) et autres savants éminents et géographes avisés n'ont-elles plus leur raison d'être.

(1) Végétation du globe. Tome I, p. 11 et suiv.

Les végétaux considérés au seul point de vue de l'aspect extérieur. — Formes fondamentales; leur valeur.

Cette manière d'envisager les végétaux, qui appartient en propre à Humboldt, les autres fondateurs de la géographie botanique, R. Brown et P. de Candolle n'y ayant rien apporté de personnel, peut être exprimée comme il suit : Quand on examine la multitude de formes végétales d'une contrée, on voit que les unes frappent, soit par leur extrême abondance, soit par quelque particularité visible, tandis que beaucoup d'autres, tout en appartenant à des familles très variées, n'accusent pas à l'œil de différences très sensibles et, d'autre part, au point de vue géographique, peuvent être rapprochées les unes des autres.

Un exemple fera mieux comprendre ce que nous voulons dire ici.

Au point de vue pittoresque, le voyageur qui voit au Spitzberg les fleurs blanches et jaunes des renoncules à côté de celles des saxifrages, des potentilles et des draves (*Draba*), u'attache que peu d'importance au fait de la différence des caractères séparant les Renonculacées des Saxifragacées, des Crucifères ou des Rosacées; il compare tout naturellement ces plantes glaciales qui couvrent le sol de leur tapis bariolé aux tapis de mousses et de lichens des rennes, bien que ces derniers, formés d'une seule espèce ou d'espèces voisines, en diffèrent absolument au point de vue systématique. Cette manière de considérer les choses est aussi juste que nécessaire, parce qu'elle a pour conséquence de faire ressortir les caractères de toutes les parties qui composent le district floral. Le rôle joué par une plante dans la formation du tapis végétal dépend uniquement de sa *fréquence* et de sa *taille*. Tandis que les plantes sociales ou celles qui dominent les autres attirent facilement le regard, il en est qui u'arrivent à ce résultat qu'en s'associant à des espèces semblables extérieurement, plus ou moins voisines au point de vue de la parenté, et qui passeraient tout à fait inaperçues étant éparées et clairsemées.

Depuis, en partant de considérations sur la forme extérieure des plantes, on a voulu, après Humboldt, distinguer

les formes de végétaux qui frappent le plus le regard et fonder sur elles un système permettant de caractériser sommairement une contrée, et absolument indépendant du système morphologique, où l'on tient compte des affinités. Ceci n'a pas sa raison d'être.

Au point de vue pittoresque, les représentants des familles, même les plus naturelles, sont loin de se présenter toujours sous la même forme extérieure. Dans son énumération de ces formes végétales qu'il appelle « physionomiques caractéristiques », et qui sont pour lui au nombre de 15, Humboldt cite les Palmiers ; ce à quoi aucun voyageur ayant parcouru les régions tropicales ne contredira. Et pourtant un *Geonoma* des forêts vierges d'Amérique, dépourvu de tronc et portant de grandes feuilles entières, n'est-il pas très différent d'un *Calamus* indien, dont la tige grimpante monte jusqu'à cent pieds de hauteur ? Un épais buisson de *Bactris*, aux racines armées de terribles aiguillons, n'est-il pas fort éloigné d'un *Ceroxylon*, dont le tronc, semblable à un fût de colonne, porte dans les airs un élégant panache de feuilles ? N'y a-t-il pas loin des *Chamærops* (Palmiers nains) rabougris des plaines du sud de l'Espagne aux énormes Sagoutiers (*Metroxylon*) aux feuilles gigantesques ? Après cela, comment oserait-on dire que les Palmiers correspondent à une « unité pittoresque » ? Et cependant toutes ces formes ont des affinités, la systématique le prouve. Mais il n'y a pas d'unité de facies et chaque espèce de Palmier joue un rôle particulier dans la constitution du tapis végétal des pays tropicaux. — On pourrait dire la même chose de bieu d'autres formes caractéristiques de monocotylédones, dont chacune répond, pour ainsi dire, à un type spécial ; des Bananiers (*Musa*), des *Heliconia*, des *Strelitzia*, si on voulait les comparer aux *Ravenala* (Arbre du voyageur) de Madagascar ; des *Agave*, des *Yucca* et des *Dasylyrion*, des *Xanthorrhæa* et des *Kingia* australiens si on voulait les rapprocher des *Pandanus* des régions tropicales de l'Ancien Monde, etc.

La physionomie de toutes ces formes est tellement spéciale que, au point de vue des *facies botaniques*, il serait très difficile de les comparer avec d'autres. Et à quelles autres formes pourrait-on accorder la valeur de types spéciaux ?

Il est facile de voir que, si l'on voulait se conformer à ces principes, on arriverait à créer un nouveau système végétal, ne différant du système dit naturel, c'est-à-dire fondé sur la parenté des familles,

que par son indépendance de la structure de la fleur. En admettant même que, au point de vue de la géographie botanique, la fleur puisse être laissée de côté, il n'y aurait aucun intérêt à systématiser les « formes ».

Grisebach, jugeant trop restreint le nombre des formes physionomiques végétales de Humboldt, a voulu en distinguer d'autres. Mais tout essai d'extension d'un système entaché dans son principe n'a, le plus souvent, pour résultat que de mieux faire apparaître ce qu'il a de défectueux. Prenons, par exemple, les arbres forestiers de l'Europe centrale. Grisebach distingue les arbres à feuille large (forme du hêtre), les arbres à feuille étroite (forme du saule), ceux à feuille pennée (forme du frêne). Mais il est évident que l'érable, d'une part, le chêne, de l'autre, pourraient, à aussi bon droit que le hêtre, prendre rang comme formes typiques. D'un autre côté, le Marronnier d'Inde (*Æsculus*) et le Robinier (*Robinia*) ne se laissent pas ramener au type *Frêne*.

Qu'en résulte-t-il? C'est que tous ces arbres n'ont qu'un caractère commun des *feuilles caduques*. C'est là *l'unité biologique*. Elle témoigne d'exigences climatiques déterminées qui retentissent uniformément sur des végétaux très diversement placés dans le système; mais, quant à la forme particulière, chaque espèce d'arbre peut prétendre à être considérée comme *forme spéciale*.

Le système naturel tenant compte de l'ensemble des caractères morphologiques extérieurs, la géographie botanique doit se contenter d'accepter les groupes systématiques préétablis et qui ont une base vraiment scientifique, de comparer les caractères biologiques au point de vue de la forme de croissance et de l'âge, d'étudier ensuite le mode de répartition des familles, des genres et des espèces de plantes qui, d'une manière ou de l'autre, prennent une part importante à la constitution du tapis végétal de la terre.

### Formes biologiques de végétation.

Il résulte de ce qui précède que, dans l'étude des organismes, il n'est pas possible de séparer la morphologie de la biologie; aussi bien dans la description de la « flore » et de la « végétation » ces deux points de vue doivent-ils être associés et se compléter

mutuellement. Toutes les innovations qu'on voudrait introduire feraient double emploi et reposeraient sur une base artificielle.

Ce qu'il y a de plus caractéristique dans le tapis végétal des différents points du globe, c'est, ou bien la présence de certaines espèces, ou — le plus souvent — un genre de vie particulier tenant à la fois à la situation géographique et à des conditions locales, et la prédominance de formes réalisant, mieux que toutes autres, les caractères d'adaptation au milieu dans lequel elles vivent.

Les classes végétales biologiques mentionnées pages 50 et suivantes forment donc, avec la systématique, la seconde base d'une géographie botanique rationnelle.

Ces classes ne concordent pas du tout avec les familles du système dit naturel, fondé dans les caractères morphologiques et les affinités.

Quand on rapproche par exemple les *Chamærops* de la province de Grenade, des herbes vivant en plein soleil, ou des arbrisseaux des steppes, les *Calamus* volubiles des lianes dicotylédones croissant dans les forêts tropicales, les *Mauritia*, arbres forestiers à couronne se renouvelant lentement, des autres arbres à rosette feuillée terminal, ou bien, au contraire, les *Picea* du nord et les *Larix* des arbres dicotylédones de l'hémisphère nord, parce que comme eux, ils supportent des froids intenses et ont même période végétative, il est fort évident qu'on est bien loin de la systématique!

Mais si l'on parvient en outre à trouver pour les familles naturelles un ou plusieurs traits biologiques communs et présentant de l'importance au point de vue géographique, il devient alors possible d'établir un lien plus intime entre la « flore » et la végétation, c'est-à-dire entre la morphologie et la biologie. Le tableau des zones de végétation que nous avons donné p. 83, et sur lesquelles nous reviendrons plus loin, nous présente le résumé de l'ensemble de toutes les formes biologiques.

### Formations végétales et études des facies.

Du fait que par leur *association* les plantes arrivent à donner au paysage un aspect particulier résulte un nouveau caractère essentiellement *géographique* qui est le point de départ de toutes les considérations sur les formations végétales. Ces formations qui sont l'objet de cette partie de la géographie bota-

nique à laquelle Humboldt donnait le nom de *physionomique* ou étude des facies présentent d'infinies variétés suivant le mélange de types systématiques et biologiques qui entrent dans leur constitution, et selon le climat, la nature du sol et son régime hydrologique. C'est par l'étude du mode d'association des plantes qu'on arrive à systématiser les formations. *Toute forme végétale biologique peut, en s'associant, constituer une formation spéciale.* Les forêts sont une réunion d'arbres, les prairies une réunion de plantes herbacées vivaces couvrant le sol en toute saison et croissant sur un terrain sec, ce qui les distingue des marais où l'on voit d'autres espèces groupées de façon analogue sur un substratum gorgé d'eau.

Ces associations sont rarement homogènes; le plus souvent d'autres formes biologiques viennent s'y mêler modifiant leur caractère; ainsi les lianes et les épiphytes dans les forêts tropicales, les plantes herbacées printanières qui se montrent avant la feuillaison, dans nos forêts européennes. Les associations correspondant à un type de forme végétative donné varient comme l'espèce d'une contrée à l'autre. Les Sapins de la Forêt noire diffèrent de ceux de la Sibérie et des Baumiers du Canada; les massifs de *Borassus* de l'Afrique et des Indes sont remplacés dans les régions de l'Amazone par des massifs de *Mauritia*. Comme il faut tenir compte non-seulement des caractères biologiques mais aussi des caractères floristiques, on voit que les formations végétales peuvent être infiniment variées.

En résumé : *la flore d'un pays doit être étudiée au point de vue de la distinction des genres et des espèces qui y figurent et la végétation d'après le caractère biologique des plantes qui la composent; l'association de certaines espèces, d'un facies biologique spécial, détermine la physionomie entière du pays, et trouve son expression scientifique dans les formations.*

Ces associations de plantes qui recouvrent les côtes basses et l'intérieur des continents d'un tapis plus ou moins épais, dépendent des influences naturelles, en particulier du climat et de la ration d'eau du sol si important au point de vue biologique; elles nous fournissent de précieux termes de comparaison entre les paysages.

A cet égard, l'intérêt géographique de la géographie botanique est bien supérieur à celui que l'on peut tirer de la géographie des animaux.

Ainsi, dans une région donnée et alors même qu'on ne

peut déterminer spécifiquement une seule plante, il est bien facile d'apprécier d'un simple coup d'œil le caractère d'un paysage.

### Caractères distinctifs des formations végétales

Ce que nous venons de dire montre bien l'importance de l'étude des formations et l'existence d'un principe pouvant servir à les diviser. Il s'agit maintenant de savoir à quels caractères botaniques et géographiques il faudra se tenir pour établir des distinctions dans les formations si diverses qui constituent le tapis végétal et la valeur relative de ces différents caractères. Dans l'appréciation de l'importance d'une espèce au point de vue des formations il nous faut tenir compte de cinq facteurs qui sont :

- a) Le degré de fréquence ;
- b) La forme de la plante à l'état adulte, forme qui détermine son rôle dans le paysage et qui est en relations avec les phénomènes périodiques ;
- c) La sphère climaterique à laquelle elle est liée ;
- d) Son habitat en tant qu'elle a des exigences particulières comme eau, sol, lumière ou ombre ;
- e) Ses particularités de nutrition ou de reproduction qui peuvent la faire dépendre d'autres organismes animaux ou végétaux.

Chacun de ces points demande à être développé.

#### a). — Degré de fréquence des espèces,

Le maximum de fréquence est réalisé par les plantes sociales (*plantæ sociales*) désignées par l'abréviation *soc.* dans les esquisses de formations ; une seule espèce peut constituer une formation tout entière. Le cas est rare, car même le sol aride des forêts de pins est recouvert d'autres plantes ; les champignons ne manquent jamais et leur présence dans la forêt est souvent une nécessité biologique. Toutefois, certaines espèces ont une prédominance si marquée qu'il faut nécessairement les mettre au premier rang. A côté de ces plantes on en trouve d'autres mélangées en proportions à peu près égales et constituant des massifs distincts ; tels ceux formés par le chêne

avec le pin ou le bouleau; ces plantes sont dites *sociales entre elles*.

Il arrive aussi que des espèces différentes de celles qui constituent la masse principale occupent çà et là des places isolées; citons par exemple les groupes de grandes herbes vivaces dans une prairie de montagne formée pour le reste presque exclusivement de gazons. Avec Grisebach nous appellerons ces plantes *plantes vivant en troupe* (*plantæ gregarix*, par abréviation *gr.*); — Puis viennent les plantes qui ne couvrent pas en surface, mais dont les exemplaires se trouvent isolés au milieu des plantes sociales ou des plantes vivant en troupe (*plantæ copiosè intermixtæ*, par abréviation *cop*).! On peut distinguer parmi elles différentes catégories que l'on désignera par *cop*<sup>3</sup>, *cop*<sup>2</sup>, *cop*<sup>1</sup> suivant le degré de fréquence. — Enfin les *plantes éparses* (*plantæ sparsæ vel sporadice intermixtæ*, par abréviation *sp.*) qui ne sont plus mêlées aux autres mais disséminées, nous mènent aux *plantes solitaires* (*plantæ solitariæ*, abrég. *sol.*), c'est-à-dire à celles qui ne se trouvent que rarement dans une formation.

Le lecteur trouvera dans le manuel du voyageur de Neumayer (*Anleitung zur wissenschaftlichen Beobachtungen auf Reisen*, 2<sup>e</sup> édition, vol. II, p. 187), des exemples de l'emploi de ces termes pour des esquisses rapides de formations. — Le terme de plante rare (*plantæ raræ*) n'est pas applicable dans la théorie des formations, attendu que ces plantes ne se trouvent qu'en un petit nombre de localités d'un district floral mais que dans ces stations elles peuvent se trouver aussi bien en masses qu'à l'état de pieds isolés.

#### b). — *Formes biologiques de croissance* (1)

Ce sont les catégories mentionnées page 51, telles que : plantes ligneuses, herbes, plantes aquatiques flottantes, etc.; toutes importantes au point de vue du paysage et qui sont susceptibles d'une classification plus complète et plus minutieuse. La théorie des formations s'enrichit ici d'un point de vue nouveau d'une grande valeur, et nous devons distinguer

(1) C'est là un point de vue très important qui demande qu'on s'y arrête beaucoup plus qu'on ne l'a fait jusqu'ici en floristique. Au lieu de se borner à comparer les genres et les familles, il serait bon de tenir également compte du nombre des *formes de végétation* différentes (v. p. 51-57) qu'on trouve non seulement dans les différentes flores mais aussi dans les principales formations qui y figurent.

(Note de l'auteur).

les formations *homogènes* et les formations *hétérogènes*. Les premières résultent de la réunion de plusieurs espèces appartenant à *une même classe*; tel par exemple un gazon composé d'une demi-douzaine de graminées; les secondes présentent un mélange de formes végétales diverses qui peuvent être en dépendance réciproque ou bien, et c'est le cas le plus fréquent, montrer des associations à bénéfice unilatéral. C'est ce que nous trouvons dans les landes allemandes souvent couvertes de plantes semifrutescentes à feuilles persistantes ou à feuilles caduques, auxquelles viennent se mêler des plantes herbacées vivaces ou des herbes annuelles éphémères, des lichens et des mousses. Ces différents éléments sont de tailles très inégales; d'ailleurs nos forêts nous offrent des exemples de ces formations *étagées*: des arbres élevés ombragent des groupes d'arbrisseaux qui, à leur tour, abritent d'humbles arbustes comme les myrtilles et des plantes herbacées vivaces, et enfin, sur le sol même des mousses qui, par places, forment un tapis continu. Les formations étagées sont donc toujours hétérogènes.

c). — *Les formations sont liées au climat*

Tout ce que nous avons dit (pages 25 et 28) des nécessités des plantes considérées individuellement est applicable aux formations, à cette différence près que les limites climatiques de ces dernières sont plus étroites, l'espèce isolée pouvant en sortant de l'association où elle figure d'ordinaire se montrer dans des stations de composition organique différente. Ainsi nous voyons des plantes herbacées du Nord quitter les prairies ensoleillées où elles croissent en massifs pour l'ombre des forêts humides, sous des latitudes plus chaudes où les conditions d'établissement des prairies septentrionales ne se trouvent plus réalisées.

On voit donc combien les formations sont étroitement liées au climat; épiphytes, arbres à tige ordinairement simple, arbre à tige ramifiée et à feuilles persistantes des forêts tropicales humides, conifères à feuilles persistantes, essences dictyédones formant des forêts feuillées en été, xérophytes dont les limites tiennent surtout à la ration annuelle de pluie, prés demandant une humidité constante, buissons feuillus, toutes ces formations sont sous la dépendance de causes climatologiques. Ce sont elles qui déterminent les limites des zones de végétations dont il a été question plus haut (p. 68-79 et aussi p. 96).

d). — *Influence de la nature du sol et de son régime hydrologique*

Si le climat est de première importance pour les formations, l'influence du sol et de sa teneur en eau est trop grande pour que nous ne nous y arrêtions pas. A ce propos nous retrouvons un caractère analogue à celui déjà signalé à propos du climat : l'influence du sol est plus marquée sur les formations que sur les espèces isolées. A une grande variété de terrains correspondent de multiples alternances de formation, mais les espèces particulièrement douées au point de vue de l'adaptation passent de l'une à l'autre. Une nature spéciale de sol peut compenser un ensemble de conditions défavorables par ailleurs au développement d'une formation déterminée et contribuer, par cela même, à en étendre l'aire. C'est ainsi que les formations arctiques se montrent dans les tourbières des plaines de régions tempérées (*Vaccinium uliginosum*, *Drosera*, *Betula nana*, *Pinus montana*, *Alsine stricta*, *Saxifraga hirculus*, *Oxycoccus palustris*, *Sphagnum*, etc.); et que, d'autre part, les formations caractéristiques de régions chaudes et sèches peuvent s'établir sur nos collines calcaires ensoleillées (*Veronica prostrata*, *Ononis natrix*, *Lactuca perennis*, *Potentilla argentea*, *recta*, etc., *Carex gynobasis*, *Quercus pubescens*, *Lynosyris*, *Asperula cynanchica*, etc.). Il y a là un état d'équilibre dont la rupture peut tenir à une cause assez minime, et l'épuisement d'un sol par une formation déterminée doit finir par amener des changements dans la composition du tapis végétal.

e). — *Propriétés physiologiques de nutrition et particularités d'adaptation au monde extérieur*

Nous voulons parler maintenant de ces actions biologiques réciproques dont quelques-unes ont été élucidées, mais dont un très grand nombre nous échappent. L'existence de vers de terre dans l'humus est un fait de grande valeur et la présence de ces animaux est étroitement liée à des formations déterminées. Les relations qu'on a signalées récemment en Malaisie, en Amérique et même dans nos contrées entre les fourmis et toute une série de plantes dites « myrmécophiles » n'intéressent pas seulement ces espèces, mais aussi leurs formations. Personne n'ignore les changements que les troupeaux font subir aux

pâturages. Les taupinières d'une prairie constituent autant d'îlots distincts de la formation homogène qui les entoure. — En un mot, nous trouvons ici la généralisation des lois que nous avons précédemment fait connaître (p. 120-124) pour les espèces prises en elles-mêmes !

Mais le pouvoir d'extension d'une plante se trouve souvent fort accru du fait de certaines conditions biologiques extrinsèques qui peuvent arriver à déterminer de notables changements dans son aspect, et dans la vigueur de sa dissémination, et modifier ainsi son rang dans la formation elle-même.

C'est à cette catégorie d'influences que se rattachent toutes ces merveilleuses relations entre les fleurs et les insectes qui les fréquentent, et qui, en échange de la nourriture qu'elles leur donnent, leur apportent la fécondation. Les plantes « myrmécophiles » sont encore assez peu connues. M. Wettstein nous en a récemment signalé un exemple dans une Composée de la flore des environs de Vienne, le *Jurinea mollis*, qui épanouit dans les prairies ses grands capitules rouge-violacé. Avant la floraison, les capitules non ouverts sont toujours habités par des fourmis qui se nourrissent du nectar sécrété par les bractées de l'involucre, et ne laissent approcher aucune autre espèce d'insecte. Vient-on à enlever les fourmis, le capitule est livré sans défense à une légion d'ennemis. De 50 capitules ainsi débarrassés de leurs habitants protecteurs, 17 avaient été ou rongés, ou piqués, ou partiellement détruits. Ainsi les fourmis qui ne causent aucun préjudice au *Jurinea*, contribuent très largement à la conservation de cette plante.

Citons encore un exemple qui montrera les relations entre les plantes phanérogames et les insectes qui les visitent et comment des dispositions spéciales servant aux fleurs à attirer ces animaux peuvent retentir sur le facies général du paysage. Nous allons voir qu'il faut se garder des conclusions trop hâtives, et qu'en pareil cas les causes les plus proches ne sont pas toujours les plus efficaces. C'est à propos de la rareté des fleurs grandes et brillamment colorées dans les formations de buissons et de plantes herbacées de la Nouvelle-Zélande (1). Wallace avait expliqué la rareté et le peu d'apparence de ces fleurs, inodores pour la plupart, par la rareté même des insectes. Il s'appuyait pour cela sur les adaptations classiques entre plantes et insectes exposés dans tous les traités de biologie. On admet que dans la flore de cette île il y a, plus qu'en toute autre contrée, prédominance de fleurs verdâtres et insignifiantes comme aspect. La chose est surtout frappante chez les végétaux endémiques et d'autant plus remarquable que la Nouvelle-Zélande est voisine de l'Australie qui nourrit tant de fleurs éclatantes et des insectes à profusion. De

(1) Thomson. The flowering plants of New Zealand and their relation to the Insect-fauna ; Transactions et Proceed. of the botan. Soc. in Edinburgh, XIV (1881), 91-105.

là à faire avec Wallace le raisonnement suivant, il n'y avait qu'un pas : les insectes n'ont que très peu influencé le développement des Phanérogames en Nouvelle-Zélande; par conséquent la rareté des insectes dans cette île doit être un fait géologiquement très ancien, autrement des relations réciproques entre les deux ordres d'organismes, telles qu'on en observe dans les autres pays, n'auraient pas manqué de s'établir. Cette rareté si persistante des insectes constitue une grave objection à l'idée d'une réunion antérieure de la Nouvelle-Zélande au continent australien ou à l'Amérique du Sud, car les insectes s'y seraient transportés et leur présence aurait eu pour contre-coup l'apparition dans ces plantes de dispositions spéciales favorables à la fécondation croisée. — Ces ingénieuses déductions n'ont pas résisté à un examen sérieux des faits. Thomson a montré qu'en Nouvelle-Zélande les insectes sont loin d'être aussi rares qu'on l'avait cru tout d'abord et que là, comme ailleurs, ils interviennent d'une façon très efficace dans la pollinisation. Sur 262 espèces qu'il a étudiées, Thomson en a trouvé 110 qui sont fécondées par les insectes par des moyens qui rappellent absolument ce qu'on observe dans la flore européenne. Sur les 152 espèces restantes, Thomson en a reconnu environ 96 chez lesquelles les insectes ont une heureuse influence sur la production des graines. Il a noté, en outre, de nombreux exemples d'insectes faisant de certaines plantes leur habitat exclusif. Ainsi un *Oropterus* (Coléoptère) ne vit que sur le *Fuchsia excorticata*, d'autres que sur les capitules de Composées. Cet auteur a constaté en outre ce fait très singulier que dans le monde des insectes néozélandais, ce sont les Diptères et non les Hyménoptères (dont on ne connaissait qu'une dizaine d'Apidées!) qui prédominent. Voilà donc toute la différence : en Europe ce sont les Hyménoptères qui rendent aux fleurs le plus de service au point de vue de la pollinisation; en Nouvelle-Zélande ce rôle est dévolu aux Mouches et aux Scarabés. — L'inexactitude des vues de Wallace étant reconnue et corrigée, il faut se demander maintenant si ces particularités de dispositions de l'appareil floral servant à attirer les insectes, tiennent à une tendance évolutionnelle spéciale des animaux de ces régions, ou si la cause ne devrait pas plutôt être attribuée aux processus de développement de sa flore, à son climat, à la prédominance de certaines familles et formes végétales?

Le peu que nous venons de dire suffit à montrer combien est vaste le champ d'investigation de la géographie biologique quand il s'agit d'expliquer le détail d'une formation. La science moderne de la nature n'a pas trop de toutes les ressources du savoir humain pour la solution des problèmes qu'elle fait surgir sous ses pas!

En résumé, nous pouvons dire que le degré de fréquence de certaines espèces et leurs formes de croissance liées aux périodes annuelles fournissent les caractères physiologiques les plus marquants des formations végétales; que le climat et le relief du sol fixe, par localités, les limites durables, et qu'enfin

les considérations des actions biologiques réciproques nous font envisager les formations non plus comme une agglomération vague mais comme une réunion intime d'individus adversaires ou alliés, soumis aux mêmes périodes annuelles et qui souvent ne peuvent se maintenir que grâce à cette association.

### Division des formations végétales

Dans le tapis végétal qui couvre la terre, on peut distinguer différents ensembles de composition plus ou moins homogène et auxquels chaque contrée doit son cachet particulier. C'est ce que nous avons appris à connaître sous le nom de formations. Dans leur histoire, nous devons considérer : 1° le degré de leur importance, c'est-à-dire la superficie de territoires qu'elles embrassent; 2° leur réaction sur le sol, qui a son expression dans la quantité de substance organique qu'elles forment; et 3° enfin, leur caractère le plus objectif, l'effet produit sur l'œil par la taille et le mode d'arrangement des feuilles et des fleurs entrant dans leur composition.

C'est d'après cela que nous diviserons les formations en grandes classes comportant des subdivisions. (Voir Neumayer, *Anleitung*, etc., 2<sup>e</sup> édition, t. II, p. 168.) Il nous faut toujours revenir à la notion des zones de végétation. Une zone naturelle de végétation est une partie de la surface terrestre qui, tout en présentant une grande variété de relief, et de régime hydrographique et, par conséquent, de formations végétatives, n'en constitue pas moins un tout très différent comme aspect, des zones de végétation voisines.

La terminologie des formations prises dans leur sens général n'est pas très précise. Le mot « forêt », dans son acception universelle, est bien vague! mais il peut correspondre à des notions botaniques bien définies et bien caractérisées. Les formations forestières comportent de nombreuses subdivisions qui, dans la grande classe des *forêts*, peuvent figurer à titre de *formations spéciales* très différentes suivant les zones climatiques, tant au point de vue de la flore qu'à celui de la biologie et des formes de végétation. Il en va de même pour les formations de graminées dont les prairies allemandes ne représentent qu'un seul type, etc. Toutes les formations des tropiques par exemple, ont certains traits communs, caractéristiques,

parmi lesquels l'existence d'une période de repos végétatif non déterminée par le froid est un des plus remarquables; c'est pour cela qu'il est plus facile à une plante des forêts tropicales de passer dans une savane des mêmes régions ou à un arbre à essence feuillée du Nord de se trouver dans une prairie, qu'à une plante tropicale d'aller rejoindre l'arbre du Nord et de constituer avec lui une formation spéciale intermédiaire. Il en résulte que pour arriver à douer une idée d'ensemble de la géographie botanique de la terre il faut tout d'abord prendre comme première division les zones de végétation avec les régions florales qui s'y rattachent, et, seulement ensuite les formations végétales qu'elles renferment. C'est la méthode que nous adopterons dans le chapitre V consacré aux descriptions particulières des régions. Ici, comme préparation à ce qui suivra, nous distinguerons d'abord les diverses formations végétatives et leurs variétés respectives, ainsi que les principales familles et les principaux genres qui contribuent par leur présence à donner aux formations leurs physionomies spéciales.

En me basant sur les formes de croissance et sur les modes d'adaptations déterminés par le substratum, je partage les formations végétatives en plusieurs classes comme il suit : réunions d'arbres ou forêts ; réunions de plantes frutescentes ou buissons ; réunions de plantes basses semi-frutescentes ou broussailles ; réunions de plantes herbacées à larges feuilles ; réunions de graminées ; réunions de mousses et de lichens ; réunions de plantes d'eaux douces ; réunions de plantes marines ; enfin une dernière catégorie pour des réunions de plantes qui ne tiennent qu'à des nécessités spéciales de substratum (halophytes, plantes nivales, plantes des terrains nus et rocheux, etc.). Toutes ces réunions constituent autant de *formations* distinctes.

### Formations forestières

De toutes les formations celles qui, au point de vue de la géographie botanique, caractérisent le mieux une contrée et nous renseignent le plus exactement sur l'habitabilité et la fertilité du sol, c'est la forêt (ou les cultures que l'homme a établies à sa place). Elle couvre une grande partie de la terre, et seules les quelques régions intérieures dont il a été question dans le

précédent chapitre à propos des Conifères et des Palmiers en sont totalement dépourvues. La forêt commence à la limite méridionale de la zone arctique et s'étend jusqu'à la zone antarctique avec des facies, très analogues à latitude égale dans les deux hémisphères, et en même temps extraordinairement variés d'une région florale à une autre. La moitié au moins des familles de Phanérogames figure parmi ses éléments constitutifs sous la forme de grands arbres diversement associés. Au point de vue des facies celui de la forêt est l'un des plus marqués et seule elle a le pouvoir de former de puissantes couches d'humus. Est-elle, à égalité de surface, l'agent le plus actif de cette production d'humus comme l'examen des forêts tropicales semble l'indiquer ? des expériences faites sur les plantes des champs permettent au moins de douter qu'il en soit ainsi.

Bien que les forêts de la zone tempérée de l'hémisphère nord présentent une assez grande diversité d'espèces et que ce caractère s'accroît encore dans celles des zones tropicales et subtropicales où le nombre des éléments constitutifs peut être très grand, encore que les forêts formées d'une seule essence soient une exception rare, cependant, d'une manière générale, il n'est peut-être pas de grande formation qui résulte de l'association d'un plus petit nombre d'espèces. Et ceci est vrai non-seulement pour les forêts de pessis, de pins et de sapins du Nord, mais aussi pour celles d'araucarias, des régions subtropicales, de l'hémisphère sud, pour les énormes formations de *Mauritia* (Palmier) de l'Amazone, dont le tronc, semblable à un fût de colonne, porte un puissant dôme de feuillages, pour les formations de *Cocos australis* de la République Argentine, etc. ; et même quoique plus rarement semble-t-il pour les arbres dicotylédones. Il serait à désirer que l'on dressât la liste et la carte de répartition de ces arbres capables de constituer forêt à eux seuls.

En général, et c'est une règle presque constante pour les formations résultant de l'association d'un nombre un peu considérable d'espèces, ces formations sont étagées et, sous le couvert des arbres, buissons, broussailles, plantes herbacées et mousses, lichens et champignons couvrent le sol de leur végétation basse. Des plantes non forestières peuvent venir remplir les vides laissés par les arbres et constituer des formations accessoires indépendantes.

### Forêts humides tropicales

I. Ce sont les *forêts tropicales humides* (1) qui présentent la plus grande différenciation et la plus grande variété. Le mélange d'espèces (à feuilles persistantes pour la plupart) y est grand. Dominant l'ensemble les grands arbres dressent leurs couronnes au-dessus des espèces plus basses qui dominent elles-mêmes les Fougères arborescentes à l'ombre desquelles croissent les palmiers nains aux troncs bas. En pareils cas le sol est souvent nu, mais en revanche le développement des formations accessoires, lianes et épiphytes, atteint sur les hautes branches exposées à l'air et à la lumière une puissance et une variété inconnues aux climats tempérés et subtropicaux. Là, malgré l'absence de froid et de sécheresse les alternances régulières d'arrêt et de reprise de la végétation n'en sont pas moins observables.

LIANES. — Il n'est pas de description d'une vraie forêt tropicale qui ne fasse mention des lianes. On nous les représente rondes ou aplaties, rubanées ou en forme de grosses cordes de l'épaisseur du bras, pendantes des arbres, ou jetées comme un pont d'un arbre à l'autre, ou enroulées en tire-bouchon autour d'une tige, montant épanouir leur feuillage dans la couronne même de l'arbre qui les soutient. Dans son ouvrage si original sur les régions tropicales des deux hémisphères (*Tropical Nature*, 1878) Wallace nous a très bien décrit leur mode de végétation. Il nous apprend qu'il est rare qu'on puisse déterminer le point d'enracinement d'une liane; sa croissance en longueur étant presque illimitée elle peut, après s'être élevée au sommet d'un arbre, retomber sur le sol avec son support; développant alors des branches latérales à croissance rapide, elle cherche un nouveau tronc qu'elle pourra escalader. A l'ombre, les lianes ne fleurissent presque jamais et c'est à peine si elles poussent des feuilles; elles se bâtent de gagner la lumière. Depuis nombre d'années, j'ai eu occasion d'observer en petit, au Jardin botanique de Dresde, la végétation d'une liane de la famille des Malpigiacées. La croissance en longueur paraît localisée à quelques pousses provenant de bourgeons axillaires dont le développement se fait avec cette énergie qu'on ne rencontre que chez les végétaux des tropiques; elles ne prennent pas le temps de former des feuilles même là où la lumière serait suffisante, mais s'accrochant aux branches avec leurs ébauches de feuilles, elles grimpent sur le tronc et les branches de l'arbre qui les soutient et vont se perdre dans son

(1) C'est ainsi que Pechuël-Lösche désigne les forêts-vierges humides de la zone de végétation tropicale.

feuillage atteignant (en serre) 5-6 mètres de longueur ; c'est ainsi que la plante arriva jusqu'à un vieux Pandanus qu'elle enlaça. Ce fut le terme de cette rapide croissance ; le sommet se dessécha et immédiatement de l'aisselle des feuilles avortées sortirent de puissantes branches latérales qui se couvrirent de feuilles persistantes d'un vert brillant et sur de courts rameaux apparurent quelques mois plus tard les inflorescences qui s'épanouirent rapidement. Plus tard la branche s'épaissit et de nouveaux rameaux se développèrent plus lentement sur elle jusqu'à ce qu'une autre branche ait remplacé la première. Il est probable que dans la nature il se fait ainsi plusieurs poussées de rameaux successifs.

Les familles naturelles auxquelles ces lianes se rapportent sont très diverses et très variées, et renferment à côté de ces végétaux des arbres à tronc dressé à ramification abondante. La plus remarquable à cet égard est celle des Sapindacées qui compte en Amérique tropicale les grands genres *Serjania* et *Paullinia*. Citons encore parmi les familles dicotylédones les Bignoniacées, les Ampéliidées (*Ampelocissus* et *Cissus*) et les Pipéracées. Parmi les Monocotylédones ce sont surtout les Palmiers qui, avec les genres *Calamus*, *Plectocomia* et autres analogues d'Asie et de Malaisie, le genre *Desmoncus* dans l'Amérique du Sud, fournissent le plus grand contingent de lianes puissantes. D'autres lianes très longues mais à tige grêle appartiennent à la famille des Smilacées (*Smilax*, 200 espèces, principalement intertropicales) (1).

Un second caractère très général des forêts humides et même des forêts plus sèches des tropiques est la présence des *épiphytes*. On désigne ainsi des formes végétales dont les représentants, tout en n'étant pas parasites, croissent sur l'écorce des arbres, sur les grosses branches (surtout à leur aisselle), exposés à une vive lumière, dans des conditions de nutrition très spéciales, où la récolte et la mise en réserve de l'eau indispensable à leur entretien pendant les périodes de sécheresse leur rend la vie très difficile et nécessite de leur part une adaptation particulière, en rapport avec l'énergie de leur développement. On a dit des forêts tropicales que le botaniste y devait faire, pour les petites plantes, ses récoltes sur les branches des arbres comme il herborise chez nous à leur pied ! Les traits les plus saillants des

(1) *Schenk*, Beiträge z. Biologie u. Anatomie d. Lianen im Besonderen d. in Brasilien einheimischen Arten. Jena 1892-93. — Les lianes *ligneuses* rares dans nos forêts de l'Europe moyenne où elles ne sont représentées que par les *Clematis*, *Lonicera* et *Hedera* sont au contraire puissamment développées dans les forêts tropicales. Les dispositions qui leur permettent de grimper dans les arbres, leurs moyens de fixation dont M. Schenk a fait une remarquable étude morphologique sont extrêmement variés comme on pourra s'en rendre compte en examinant les belles figures que cet auteur a données.

(Note de l'auteur).

épiphytes tiennent donc à leur station même; leurs racines aériennes ou rampantes sur les écorces, prennent un grand développement, leurs feuilles persistantes offrent les dispositions morphologiques et anatomiques, tendant à diminuer la transpiration, leurs fleurs souvent grandes et d'un brillant coloris ont besoin de lumière pour s'épanouir; leurs graines présentent également, dans leur mode de dispersion et dans leur germination qui doit s'effectuer en des places analogues à celle occupée par la plante mère, des particularités spéciales. Remarquons toutefois que si beaucoup d'épiphytes ne se trouvent que sur les arbres, d'autres peuvent s'établir sur des rochers en plein soleil, etc.

Nous trouvons une description détaillée des processus biologiques des épiphytes américains dans divers mémoires très remarquables de M. Schimper (*Die epiphyt. Vegetat. Amerikas* in Bot. Mitteil. aus den Tropen, Heft. 2). La place nous manque malheureusement pour donner à l'histoire de la répartition des épiphytes les développements qu'elle comporterait, et nous devons nous en tenir aux traits essentiels, en insistant sur l'importance au point de vue de l'étude des formations de ces monographies de biologie botanique telles que celles de M. Schimper et M. Goebel (1) qui intéressent à la fois la géographie des plantes et la physiologie. Ce ne sont pas des considérations a priori mais bien une observation exacte et minutieuse des faits qui nous permettront de pénétrer les secrets de la nature!

Les épiphytes se rattachent à un petit nombre de familles tropicales et même à quelques-unes plus généralement répandues. On y compte quelques Lycopodiacées, beaucoup de Fougères, des Broméliacées, des Cactées (ces dernières dans les régions sèches; *Rhipsalis*) et des Cyclanthées en Amérique, des Aroïdées, un nombre considérable d'Orchidées, des Pipéracées, quelques Clusiacées, Mélastomacées, Ericacées-Vacciniées buissonnantes, maintes Gesnériacées, des Rubiacées et quelques autres familles moins importantes. Il semble nécessaire que la graine de ces plantes soit légère ou pourvue d'ailes facilitant le transport par le vent, ou encore renfermée dans une baie recherchée par les animaux, pour qu'elle puisse se répandre et germer sur les branches des arbres.

D'ailleurs les organes de cette « vie aérienne » sont extraordinairement variés comme l'a si bien montré M. Schimper. Les *Aeranthus*, ces Orchidées épiphytes de l'Amérique tropicale, ne sont pour ainsi dire qu'un paquet de racines auxquelles incombent à la fois toutes les fonctions de nutrition, tandis que le *Tillandsia usneoides*, la plus répandue des Broméliacées épiphytes grimpantes de l'Amérique et qui, par son port, rappelle nos Usnées, manque absolument de racines, et ne fleurit presque jamais; mais son extraordinaire puissance de

(1) GOEBEL, in *Pflanzenbiologische Schilderungen* (I. Partie), Marburg, 1889 Die Epiphyten, paragr. 1, 2 et 3.

propagation végétative se trahit même dans les fragments employés par les oiseaux pour la confection de leurs nids ! Et cependant ces deux organisations si dissemblables présentent de grandes analogies comme habitus, mode de vie et structure anatomique. D'autres épiphytes comme les Vacciniées des genres *Agapetes*, *Epigynium*, des Rubiacées, etc., se présentent sous la forme de buissons ou de petits arbres et rappellent les Loranthacées parasites jusque dans leur mode de nutrition. M. Schimper cite comme exemple remarquable le *Clusia rosea* des Antilles. C'est un arbre épiphyte de taille moyenne, très feuillu, dont l'extrémité de la tige se continue vers le bas sous forme d'une racine principale dont la grosseur peut atteindre celle du bras, et qui d'ordinaire, étroitement appliquée à l'arbre hospitalier, descend verticalement vers le sol. Elle émet latéralement de nombreuses radicules plus minces qui rampent dans l'écorce et dont les unes s'enfoncent dans la terre tandis que d'autres s'attachent fortement au tronc qui les porte ; en outre, des branches feuillées s'échappent de nombreuses racines adventives dont quelques-unes extraordinairement longues descendent presque au sol, tandis que d'autres constituent autant de solides crampons, de la grosseur du doigt s'enroulant comme des vrilles sur tout ce qui est à leur portée. — De semblables épiphytes peuvent également germer sur le sol même et rappellent par leur forme les Banyans (*Ficus nitida*, *Tsieta* et autres, généralement réunis sous le nom de *Ficus indica*), ces figuiers bien connus de l'Inde.

Suivant l'intensité de la lumière et le degré d'humidité, la végétation des épiphytes habitant les forêts humides varie avec la hauteur qu'ils occupent sur les arbres. Sur le tronc, dans la partie ombreuse, ils sont rares et peu variés ; c'est seulement sur les grosses branches plus directement en contact avec la lumière que ces plantes se montrent dans toute leur richesse de formes et toute leur vigueur, tandis que les hautes branches sont plus spécialement caractérisées par la présence d'espèces qui figurent seules sur les arbres des savanes, les *Tillandsia* aux tons grisâtres, des Orchidées aux feuilles épaisses, le plus souvent dépourvues de pseudo-bulbes, et des Fougères aux feuilles coriaces (*Polypodium*). On peut se demander si cette dernière catégorie d'épiphytes est immigrée de la forêt dans la savane, ou au contraire si, développée dans la savane, elle s'est propagée dans la forêt. M. Schimper admet la première hypothèse d'une manière trop exclusive à mon sens ; car cette opinion n'est pas soutenable dans tous les cas, pour les Cactées par exemple. — L'influence de la nature de l'écorce sur son degré de réceptivité pour les épiphytes n'est pas douteuse ; dans l'Amérique tropicale, par exemple, les *Crescentia* sont couverts de ces végétaux tandis que les Myrtacées au liège caduc en sont totalement dépourvues.

Il est peu d'épiphytes (*Rhipsalis Cassytha*, *Tillandsia usneoides*) dont l'aire très étendue dépasse les limites d'une seule région florale ; en général, au contraire, la flore épiphytite varie avec le degré de différenciation de la forêt vierge comme changent les flores alpines d'un massif à un autre ; chaque région tropicale a aussi des épiphytes

spéciaux, parfois très étroitement localisés. M. Schimper semble avoir négligé le fait de l'existence d'épiphytes à aires très vastes pour ne s'occuper que des espèces à aires restreintes qui sont il est vrai en majorité.

Parmi les familles de Phanérogames les plus riches en épiphytes, il faut citer en première ligne les Orchidées très largement répandues sur toute la terre. Ces plantes ne sont donc pas limitées aux formations forestières des tropiques; malgré cela nous traiterons ici, brièvement, de la répartition de l'ensemble de la famille.

ORCHIDÉES (1). — Cette famille se divise en 410 genres, représentant un total de 10.000 espèces et vient en troisième ligne parmi les plus importantes. C'est dans les régions florales tropicales qu'elle atteint son maximum de développement.

Le nombre des espèces terrestres localisées aux régions tempérées et dont quelques-unes s'élèvent même jusqu'aux hautes latitudes, est bien plus restreint. Quatre espèces se rencontrent au Groenland entre le 64° et le 70° parallèle. Dans les montagnes humides des tropiques elle dépasse comme nombre d'espèces et d'individus la plupart des autres familles; dans le domaine du Khasya, dans l'Himalaya, par exemple, c'est la plus riche en espèces; on en compte 500 en Birmanie.

La plupart des grandes tribus ont leur principal développement dans des régions florales déterminées et les genres sont strictement limités à une région spéciale. C'est ainsi que les Ophrydinées-Sérapidées terrestres auxquelles se rattachent la plupart des Orchidées de l'Europe centrale sont presque exclusivement limitées au domaine de la Méditerranée et aux domaines européens adjacents où les genres *Ophrys* et *Orchis* sont les plus répandus.

Les Ophrydinées-Habénariées habitent au contraire pour la plupart les régions tropicales, et presque toutes les Ophrydinées-Satyriées se trouvent dans le sud de l'Afrique. Les genres tropicaux les plus riches en espèces sont : *Habenaria* (300 espèces), *Masdevallia* (100), *Stelis* (150), *Pleurothallis* (400), *Epidendrum* (plus de 400), *Dendrobium* (300), *Eria* (80), *Bolbophyllum* (100), *Maxillaria* (plus de 100), *Odontoglossum* (100), *Oncidium* (plus de 300), ce qui constitue déjà, d'après M. Pfitzer, un total de 2300 espèces.

Dans les forêts tropicales les Orchidées se trouvent presque partout : sur les troncs, au point de départ des branches, sur les bois pourris; elles peuvent même se trouver sur les rochers, suspendues au-dessus des abîmes. Un petit nombre croît sur le sol comme les formes de nos pays. Wallace qui,

(1) Voir Pfitzer, Orchidées, in Engler et Prantl, Natürl. Pflanzenfamilien. Tome II, 6, p. 52.

dans son *Tropical Nature*, nous dépeint admirablement cette partie de la flore tropicale, fait remarquer combien peu les collections de nos serres d'Europe nous donnent une idée de la richesse de fleurs des Orchidées, et de l'éclat de leur coloris, un grand nombre de ces plantes ayant dans leur patrie d'admirables fleurs que la culture est impuissante à produire. De plus elles fleurissent à des époques trop différentes. Leur taille varie beaucoup, quelques-unes à petites tiges rampantes, à petites feuilles aplaties, rappellent les Mousses; d'autres comme les grands *Grammatophyllum*, de Bornéo, forment d'énormes touffes feuillues de 3 mètres de longueur. M. Mason a observé, en Birmanie, le puissant *Vanda gigantea*, dont les grappes de fleurs pendantes d'un jaune brillant dépassent un pied de long et dont un seul exemplaire suffit à la charge d'un homme. Cette belle forme nous offre un exemple de localisation géographique, car elle est cantonnée sur quelques points où elle abonde. Mais de semblables merveilles doivent être rares, car Wallace, dans ses longues pérégrinations sous les tropiques, n'en cite que quelques exemples : les *Oncidium* d'un jaune d'or des forêts du haut Amazone, les puissants *Cattleya* des forêts plus sèches, les *Cælogyne* des marécages et le *Vanda Lowii* des collines boisées de Bornéo dont les grappes de fleurs atteignent 8 pieds.

En dehors des régions tropicales de l'Ancien-Monde, l'Amérique possède une famille intéressante, celle des *Broméliacées*. Toutes sont loin d'habiter les endroits humides; bien au contraire, pour la plupart ce sont des « xérophytes » des régions sèches et ensoleillées; mais à l'inverse des Orchidées, un petit nombre seulement sort des contrées tropicales. Nous citerons comme exemple le *Tillandsia usneoides*, qui monte presque dans la Caroline du Nord.

BROMÉLIACÉES, pour la partie biologique voir *Gæbel*, Pflanzenbiologische Schilderungen, T. I, p. 199. — A propos de la répartition de ces plantes (*Natürl. Pflanzenfamilien*, t. II), M. Wittmack fait remarquer que si la plupart habitent les régions basses, quelques-unes peuvent atteindre une altitude considérable comme le sommet de l'Itatiahy dans les Andes du Pérou, qui dépasse 4,000 mètres). Le genre *Puya* vit dans le centre du Pérou et du Chili dans des régions sèches mais où le ciel est presque toujours couvert de nuages. Les inflorescences de ses espèces, qui atteignent jusqu'à 3 mètres de hauteur, sont du plus bel effet. Ces plantes croissent sur le sol et les rochers, mais la majorité des Broméliacées est épiphyte sur les arbres où elles recherchent les branches les

plus hautes et les plus exposées à la lumière. Leurs dispositions biologiques et leur répartition géographique ont été remarquablement exposées par M. Schimper dans la monographie citée plus haut. Par le nombre et la grandeur des individus elles sont les plus importantes des épiphytes de l'Amérique où elles jouent dans le paysage un plus grand rôle que les Orchidées. La végétation épiphytisque des savanes américaines doit son aspect particulier à la prédominance de Broméliacées couvertes d'écaillés qui leur donne une teinte grise générale.

Il est parmi les épiphytes une troisième famille représentée principalement sous les tropiques et que nous devons mentionner, c'est celle des Aracées (Aroidées). Ces plantes grimpantes ont des tiges noueuses, molles, portant de nombreuses racines aériennes. Elles habitent surtout les forêts tropicales humides des trois continents et les bords des fleuves. Quelques espèces seulement croissent dans les climats tempérés.

ARACÉES (1). — Sur les 900 espèces que comprend la famille, 92 % croissent dans les régions tropicales et le reste (8 %) est réparti dans les zones subtropicales au nord et au sud, mais n'atteint pas les régions froides. La plupart de leurs 103 genres est limitée soit à l'hémisphère oriental, soit à l'hémisphère occidental. Les espèces sont plus étroitement localisées. La contrée la plus riche en Aroidées est le domaine Malaisien, où l'on compte 100 espèces à Bornéo et en Nouvelle-Guinée. Les genres principaux sont : *Pothos* (Inde), *Anthurium* (plus de 200 espèces en Amérique tropicale), *Monstera* (Amérique), *Dracontium* (remarquable par ses feuilles et ses spathes gigantesques dans lesquelles un homme peut disparaître ; ce genre est américain) ; *Amorphophallus* (Asie), parmi lesquels le colossal *A. Titanum* (de l'archipel Malaisien) ; *Philodendron* (plus de 100 espèces en Amérique tropicale). *Alocasia* et *Colocasia* de l'Inde tropicale qui fournissent quelques importantes espèces utiles (Taro), *Arum* (domaine méditerranéen et Europe centrale).

Enfin l'Amérique renferme une famille d'épiphytes grimpants qui lui est spéciale : c'est celle des Cyclanthacées. Toutes les familles sus-nommées sont monocotylédones ; à cet égard, les Dicotylédones sont beaucoup plus pauvres.

Ceci dit sur les formes accessoires des forêts des tropiques, revenons au sujet principal, c'est-à-dire à la végétation arborescente. Nous allons passer en revue les types biologiques les plus importants des différentes familles et des différents genres. Ce qui nous frappe ici, c'est le mélange ou l'association d'une série de genres monocotylédones au milieu d'une masse de

(1) A voir *Engler*, Aracées, in *Engler et Prantl*, in *Natürlichen Pflanzenfamilien*. Tome II, 3, p. 102-153.

dicotylédones extraordinairement variées, appartenant toutes à des familles bien différentes de celles qui forment les forêts des régions tempérées plus froides.

Parmi les monocotylédones, nous trouvons d'abord les *Palmiers*, et, après ce qui a été dit au chapitre III de leur répartition, nous n'ajouterons que quelques mots relatifs à leur rôle dans le paysage. Le plus souvent, on les trouve à l'état d'individus isolés dans la forêt, dominant de leur taille élancée l'ensemble des arbres environnants, ou bien, presque dépourvus de troncs, groupés aux endroits humides, couvrant les bords des fleuves et des rivières de leurs rosettes de gigantesques feuilles pennées.

Ailleurs ils se mêlent à la végétation forestière sous la forme d'une masse de petites espèces qui correspondent au menu bois de nos forêts, et, mélangés aux fougères arborescentes, présentent une bien plus riche variété que les grands palmiers en arbres. L'Amérique tropicale, en particulier, possède nombre de *Geonoma* gracieux dont les rosettes de larges feuilles merveilleusement découpées, font le charme de ses forêts. A côté d'eux les *Bactris* épineux dont les tiges ne dépassent pas la grosseur d'une canne forment d'épais buissons. Citons encore les vigoureux *Astrocarya* auxquels viennent s'adjoindre sous la forme de minces palmiers-roseaux dans l'Amérique centrale et le sud du Mexique les *Chamædorea* des montagnes boisées plus froides. Aux Indes on trouve des formes semblables dans différents genres appartenant à d'autres tribus. Ici c'est la forme *Areca* qui domine; les *Caryotées* sont très remarquables par leurs frondes aux folioles en queue de poisson. Ces gracieuses formes de Palmiers sont rares dans les forêts d'Afrique.

Par contre, les domaines floraux de l'Afrique tropicale, et ceux de l'Asie et de l'Océanie possèdent avec les Pandanées un autre type d'arbre, à tige habituellement simple qui manque absolument à l'Amérique, et qui se distingue par des feuilles étroites très rapprochées les unes des autres, dont la forme rappelle celle de gigantesques Graminées.

PANDANÉES (1). — Le genre *Pandanus*, qui comprend plusieurs sous-genres, compose avec le genre *Freycinetia* qui renferme des plantes

(1) Voir *Graf Solms Laubach*, Pandanées, Engler et Prantl, *Naturl. Pflanzenfamilien*. Tome II. 1, p. 187-191.

moins puissantes, la famille des Pandanées à laquelle on avait autrefois rattaché, à tort, des Palmiers de structure très différente (*Phytelephas*, *Nipa fruticans*). Cette famille ainsi définie ne se trouve que dans les régions tropicales de l'hémisphère oriental. Les Pandanées proprement dites croissent en Sénégambie, dans la Guinée inférieure, le centre et l'est de l'Afrique, à Madagascar, aux Mascareignes et aux Seychelles, et sur le continent Indien, depuis le Bengale jusqu'à Hong-Kong.

Cinq espèces se montrent sur la côte N. et sur la côte E. de l'Australie tropicale jusque par 30° sud, et à l'île de Lord Howes.

Le genre est largement représenté en Nouvelle-Calédonie et dans toutes les îles océaniques intertropicales vers l'est jusqu'aux îles Sandwichs.

Les limites du genre *Freycinetia* sont un peu plus resserrées. Il se montre dans l'archipel malais où il a son centre de développement à Sumatra, aux îles Philippines et aux Mariannes; 3 espèces forment la limite sud de l'aire sur les côtes N. et E. de l'Australie jusqu'à 25° parallèle S. et en Nouvelle-Zélande (*F. Banksii*). Vers le nord on le trouve également aux Sandwichs et jusqu'à Tahiti. — Le port de ces plantes dont la gravure publiée dans la relation de voyage de Pechuël-Lösche à Loango (*Pandanus géants de la baie de Loango*), rappelle les Palmiers par le tronc élevé reposant sur des racines aériennes, et l'unique couronne de feuilles; mais tandis que les Palmiers ne portent à la fois que quelques feuilles très larges, la couronne des Pandanées consiste en une spirale de 40 à 100 feuilles longues et étroites, à nervation parallèle, serrées les unes contre les autres. De plus, le dos de la nervure médiane, de même que les marges sont régulièrement pourvues d'épines crochues.

Le tronc des Palmiers est rarement ramifié tandis que la ramification est fréquente chez les *Pandanus* dont un seul tronc arrive ainsi à porter plusieurs couronnes (ex. : *P. furcatus*, *P. Candellabrum*, etc.). Une forte hampe de fleurs très simples émerge du centre de la couronne.

Une autre forme de végétation répandue dans les régions tropicales des deux hémisphères est celle des *Monocotylédones à rosette de feuilles terminale*. Le représentant le plus connu est le Bananier (forme du Pisang et des Scitaminées, Grisebach, in « Neumayer »). La feuille du Bananier est entière, allongée, lisse, portant des nervures latérales, disposées suivant le mode penné; les pétioles de ces feuilles représentent d'énormes cylindres creux renfermant les pétioles des feuilles plus jeunes de telle sorte que l'ensemble a l'apparence d'une tige dressée; mais la vraie tige ne se trouve qu'à la base et reste cachée par les feuilles. Ce qui est visible extérieurement, ce sont les gaines des pétioles étroitement serrées les unes dans les autres et simulant une « tige herbacée ». Tandis que dans le Bananier les feuilles sont disposées tout autour de la tige, dans le

*Ravenala Madagascariensis* (arbre du voyageur), les feuilles sont distiques. Cette plante répond donc à un type très remarquable. Les grandes formes (Musacées) ont leur équivalent dans de très nombreuses formes plus basses, chez lesquelles on trouve des tiges élancées de la grosseur du doigt, portant au sommet et sur les ramifications de courtes rosettes de feuilles. Elles ne présentent pas d'autres particularités spéciales, et leur ensemble constitue la famille des Scitaminées.

SCITAMINÉES (1). — La famille des Musacées d'une part et les trois genres *Zingiber*, *Canna*, *Maranta*, d'autre part, qui constituent une seconde famille naturelle (Zingiberacées, dans leur plus large acception), se rencontrent presque exclusivement dans les aires tropicales, quelques genres seulement se montrent dans les aires subtropicales adjacentes. Les Musacées se divisent en deux tribus, les Musées dans l'ancien monde, et les Héliconiées dans le nouveau. A la première tribu appartiennent les genres *Musa*, *Ravenala*, et *Strelitzia*; la seconde ne comprend que le genre *Heliconia* (environ trente espèces américaines). Le genre le plus connu est le genre *Musa*, Bananier. *M. Sapientum*, environ vingt espèces, plus un grand nombre de races cultivées. C'est à tort qu'on a prétendu qu'il ne provient pas de l'ancien monde; il aurait seulement été introduit en Amérique antérieurement à 1492. — Les Zingiberinées (*Zingiber*, Gingembre; *Amomum*, Cardamome) ont leur centre de dispersion dans le domaine indo-malais; le genre *Canna* est originaire de l'Amérique tropicale et subtropicale, les Marantinées (*Maranta arundinacea* qui donne l'arrow-root) se trouvent également en Amérique tropicale.

Comme dernière forme de végétation monocotylédone très particulière, il nous faut citer les Bambous. Toutefois Wallace fait remarquer à leur propos qu'il est impossible de les considérer comme caractéristiques des régions tropicales en général, attendu qu'ils manquent presque complètement au continent africain et sont rares dans le sud de l'Amérique; en outre, aux Indes et en Asie orientale, ils dépassent de beaucoup la limite de la végétation tropicale; mais on pourrait en dire autant des Palmiers et des Pandanées, les aires des familles concordant rarement avec les limites de zones de végétation. D'ailleurs, les Bambous n'appartiennent qu'en partie aux formations des forêts humides; la plupart d'entre eux préfèrent des stations élevées plus fraîches, tandis que d'autres croissent le long des fleuves et quelques-uns dans les bois ombreux.

(1) Voir Musacées et Zingiberacées, in Engler et Prantl, Natürl. Pflanzenfamilien. Tome II, 1.

Malgré ces réserves, on doit dire que ces végétaux sont parmi les représentants les plus remarquables de la flore tropicale et n'atteignent qu'au voisinage de l'équateur toute la puissance et la beauté de leur développement.

C'est avec une rapidité extraordinaire que ces « chaumes arborescents » sortent de terre pendant la saison pluvieuse; plus tard seulement, après la première année et quand ils ont déjà atteint une hauteur considérable, ils développent sur leurs fines branches leur feuillage si gracieux. D'ordinaire c'est en épaisses touffes formant des fourrés impénétrables, souvent épineux, que se fait leur développement ultérieur; une tige succède à une autre sur un rhizome vivace comme dans nos fourrés de roseaux où les chaumes se renouvellent chaque année. Nous pouvons juger de la grosseur de leurs tiges dans les diverses applications qui rendent cet arbre si précieux aux indigènes; quant à la hauteur elle dépasse facilement 30 mètres. C'est alors qu'on voit l'extrémité des tiges s'amincir et se courber gracieusement et l'ensemble de l'arbre rappeler un peu par son port un grand saule pleureur. Les bois de Bambous sont formés par la réunion de ces gigantesques touffes auxquelles se mêlent des essences feuillées: ou bien ils sont constitués par des « chaumes » isolés, comme sont les arbres dans nos forêts, et d'après M. Brandis, qui a consacré à cette question un excellent article (Engler et Prantl, *Natürl. Pflanzenfamilien*), cette forme de croissance, plus rare, couvre parfois de bois épais de grandes étendues de terrain. Les fleurs présentent également d'intéressantes particularités. Beaucoup d'espèces sont annuelles; « pour d'autres non-seulement tous les chaumes d'un buisson se couvrent de fleurs après la chute des feuilles, mais encore toutes les touffes d'une même espèce fleurissent à la fois dans la même contrée.

La tribu de Graminées à laquelle les Bambous appartiennent comprend 23 genres: 150 espèces habitent le domaine indien des Moussons; 5 autres seulement (réparties en 4 genres) se trouvent dans l'Afrique tropicale et parmi elles l'*Oxythenanthera abyssinica* y est répandu partout. Le sous-genre *Eubambusa* (30 espèces environ) appartient à l'ancien monde; il renferme le *B. arundinacea*, l'espèce bien connue qui fleurit tous les trente-deux ans et dont la floraison a été suivie en 1804, 1836, 1868. Le second sous-genre *Guadua* (15 espèces) est américain. Au Brésil on désigne ces plantes sous le nom de *Taguara*. Le troisième sous-genre

*Guadua* croît dans l'Afrique occidentale (une espèce au Gabon) (1).

Les *Chusquea* ont en Amérique leur principal centre de développement et comptent 35 espèces dans les hautes Andes et les hauts plateaux du Brésil. Le genre *Dendrocalamus* avec une espèce bien connue le *D. Strictus* (Male Bamboo), est indien.

Les *Fougères* jouent également un grand rôle dans les forêts tropicales, tout en n'y occupant jamais le premier rang. Si ces forêts possèdent un certain nombre de Fougères arborescentes qui descendent assez loin vers le S. (Victoria, etc.), ce qui n'est pas le cas pour les forêts extratropicales, ces plantes ne dépassent jamais une certaine hauteur et les plus grandes (*Cyathea*, *Alsophila*, *Dicksonia*) y sont relativement rares. La masse de petites Fougères semblables à nos formes européennes a, comme caractère général, ses stations sur les troncs des arbres, les racines ou les branches d'où elles pendent à la manière du lierre pour retomber sur le sol et sur les rochers. A Pomperango, à Java, la flore ptéridologique comprend 300 espèces (2).

Il nous reste à dire quelques mots des particularités des arbres dicotylédones qui croissent dans les forêts tropicales. Cette masse d'arbres de familles différentes, si variée comme espèces, apporte le principal contingent à la constitution de la forêt, encore que les Palmiers, Scitaminées, Fougères, etc., y aient une physionomie bien plus frappante. Dans les forêts tropicales, comme par exemple celle des montagnes de la Nouvelle-Guinée, où la proportion des monocotylédones formant des massifs plus ou moins homogènes est peu considérable, le voyageur trouve, pour l'ensemble, une certaine ressemblance avec ce que nous voyons dans nos forêts ombreuses d'Europe. Wallace a cherché à formuler leur caractère distinctif. Il note d'abord, si variées que soient les essences, la présence de troncs droits dépourvus de branches jusqu'à une grande hauteur, assez espacés, comme les colonnes d'un édifice gigantesque. Ce n'est que très haut au-dessus du sol, parfois à 30 mètres, que commence le feuillage, très divers et très touffu qui, interceptant

(1) C'est encore en Afrique occidentale que se trouve le genre *Atractocarpa* Franch., (voir *Franchet*, les Bambusées à étamines monadelphes, *Revue générale de Botanique*. Tome II, p. 465. (Trad.).

(2) Voir *Gæbel*, *Pflanzenbiologische Schilderungen*. Tome I, p. 214-228 (Marburg 1889); *id.*, *Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg* (T. VII); *Georges Poirault*, *Recherches sur les Cryptogames vasculaires*. Ann. d. Sc. nat. VII, série T. XVIII, p. 159-164; 182-189.

la lumière, jette un voile funèbre sur le sol de la forêt. Le mélange des arbres est si grand (en est-il bien toujours ainsi?) qu'il est rare de voir côte à côte deux représentants de la même espèce.

Ce n'est pas seulement le tronc de l'arbre mais aussi sa base qui trahissent les différences. Beaucoup de ces arbres reposent sur le sol par une base formée de grandes et hautes lames ligneuses écartées et rayonnantes qui couvrent un très grand espace et entre lesquelles un homme peut disparaître, comme le montre très bien les dessins qu'en ont donné Martius et von Kittlitz. Ailleurs la base du tronc a de si profondes entailles qu'on la dirait formée par la fusion de plusieurs arbres. Wallace attribue ce mode de croissance au développement très précoce de racines aériennes. D'autres troncs, parmi lesquels ceux des *Ficus* en particulier, conservent, leur vie durant, de puissantes racines aériennes enchevêtrées, qui ont commencé à se développer comme des parasites sur un arbre dont elles ont amené la mort. C'est ce que Grisebach désigne sous le nom de forme du *Banyan*. Le dôme de feuillage ne présente pas toujours une grande différence avec celui des forêts de l'Europe moyenne; il offre cependant deux caractères, parfois associés, qui manquent à nos bois indigènes; les feuilles sont finement pennées ou bipennées, petites, persistantes, sensibles et (c'est d'après elles que Grisebach a établi ses formes du *Tamarix* et du *Mimosa*), ou bien elles sont épaisses, coriaces, luisantes, d'un vert foncé, très raides et portées sur de forts pétioles. L'arbre à caoutchouc (*Ficus elastica*) des Indes orientales peut être regardé comme un bon type de cette dernière forme, dont Grisebach n'a pas tenu compte. Sa forme de *laurier* correspond à des arbres à feuilles persistantes, luisantes, qui caractérisent plutôt les régions subtropicales sèches. Sa forme de *Bombacée* rappelle celle des arbres à feuilles larges et molles, à nervation palmée, couverte d'un feutrage de poils étoilés; le tronc de l'arbre présente à mi-hauteur son plus gros diamètre et va s'atténuant en haut et en bas, ressemblant un peu dans son ensemble à une gigantesque betterave. (*Eriodendron anfractuosum*, *Bombax*, etc.). D'ailleurs il est clair que le nombre de types choisis par Grisebach est insuffisant, attendu que, même en s'en tenant à quelques caractères tels que le mode de croissance et de ramification du tronc et des branches, le feuillage, on peut, en variant les combinaisons de ces caractères, arriver à un nombre de types

véritablement énorme, dont beaucoup sont réalisés. — Tous les arbres des forêts tropicales humides ne portent pas des feuilles persistantes ; il en est, moins cependant là que partout ailleurs, chez lesquelles le renouvellement périodique des feuilles rappelle les arbres du nord (1).

Sous le dôme de verdure des très grands arbres s'en développent souvent d'autres, de taille moins élevée, dont les cimes de 10-15<sup>m</sup> de haut atteignent à peine les branches les plus basses de ces géants de la forêt. Ce sont des espèces amies de l'ombre qui d'abord gênent le repeuplement de la forêt en grands arbres, jusqu'à ce que l'un de ces colosses venant à tomber à terre, l'air et la lumière pénètrent sous bois et favorisent la végétation. Sous ce bois d'arbres plus bas se montrent souvent de petites essences dicotylédones de 2-3 mètres de haut, des Palmiers peu élevés et de gigantesques Fougères. De plus, lorsque le sol n'est pas recouvert de détritits de feuilles et de branches, on peut y trouver encore des Selaginelles et des herbes dicotylédones, des mousses ou des plantes humicoles (*Saprophytes* (2) dépourvues de chlorophylle. C'est la superposition classique des quatre étages de végétation dans les forêts tropicales.

Pour les fleurs auxquelles on a souvent tendance à attribuer un trop grand rôle dans les paysages des tropiques en raison de certaines fleurs magnifiques qu'on voit cultivées dans nos serres, Wallace nous apprend qu'en général il y a une relation inverse entre la beauté des fleurs et la puissance de la végétation ; c'est dans les formations arctiques et alpines qu'il faut

(1) Dans ces dernières années, l'organisation des feuilles des arbres des tropiques a été, principalement de la part de M. Haberlandt (Sitzungsberichte d. Akad. zu Wien. Cl, I<sup>re</sup> partie, p. 785, et *Eine botanische Tropenreise*, p. 105), l'objet de recherches attentives. Le mode de feuillaison est intéressant à noter. Les petites feuilles qui sont rouge brun quand elles sortent du bourgeon, ne s'exposent pas de prime abord à la lumière très vive de ces contrées. Elles commencent par pendre le long des jeunes rameaux, pour offrir le moins de surface possible à la lumière directe qui détruirait la chlorophylle au fur et à mesure de sa formation : c'est seulement quand la chlorophylle est bien développée, qu'elles se redressent et s'étalent. — A noter encore, dans un autre ordre d'idée, la forme des feuilles tendant à faciliter l'écoulement de la pluie qui débarrasse l'épiderme des parasites et des épiphytes qui viendraient à s'y établir, la structure coriace de l'épiderme, etc. (Voir *Stahl*, Regenfall u. Blattgestalt. Ann. du Jardin Botanique de Buitenzorg, T. XI, p. 98 (1893). — Les dispositions protectrices des bourgeons dans les plantes tropicales ont été étudiées par M. Potter, *Observations on the Protection of Buds in the Tropics* (Journal of Linnean Soc. XXVIII, 343 (1891).

(2) Voir *Johow*, Études sur les Saprophytes, etc., Pringsh. Jahrb. wiss. Bot. XX, p. 475. Il y en a 121 espèces tropicales.

chercher dans les plantes à courtes feuilles les fleurs les plus éclatantes qui se détachent d'autant mieux sur le tapis de verdure que les feuilles plus petites les cachent moins. Un fait certain c'est que les voyageurs attentifs s'accordent à dire que dans les grandes forêts vierges des régions chaudes et humides les fleurs ne font que peu d'effet. Celles de la plupart des espèces sont peu apparentes, verdâtres ou blanches et les massifs fleuris attirant le regard sont rares, encore qu'il y ait toujours quelques fleurs d'arbres ou d'arbustes, plus souvent de lianes et d'épiphytes parés de brillantes couleurs (Voir ci-dessus, p. 49). Dans ces conditions, la grosseur de certains fruits qui n'est pas du tout proportionnée à celle des fleurs qui les ont produits paraît d'autant plus remarquable. Beaucoup demandent plus d'une période végétative pour arriver à maturité. D'après Swinburn-Ward, le Palmier des Seychelles, *Lodoicea Seychellarum*, ne mûrit ses « doubles noix de coco, » qui sont les plus gros fruits d'arbres du monde, qu'au bout de la dixième année. Pour beaucoup d'autres espèces, on n'a pas encore de données bien précises sur ces intéressantes particularités biologiques. Les fruits les plus gros sont ceux du Cacaoyer, ceux de la noix de Para (*Bertholletia excelsa*), « qui, tombant avec le poids d'un boulet de canon d'une hauteur de plus de 30 mètres, peuvent causer des accidents », ceux du *Lecythis Ollaria* (marmite de singe), les gousses de certaines Bignoniacées, les fruits de quelques grands Palmiers, etc.

Notons une autre particularité relative à la position des fleurs et qui ne s'observe guère que dans les forêts tropicales humides. Chez beaucoup d'espèces les fleurs se développent sur le tronc même ou sur le vieux bois alors que d'ordinaire elles sont portées sur de jeunes feuilles. Le meilleur exemple que nous en puissions donner est celui du Cacaoyer si souvent figuré; mais d'autres plantes (Sapotacées, Myrtacées, Urticacées, Mélastomacées, *Ficus*, etc.) (1) présentent la même particularité. M. Esser (*Verhandl. d. Naturh. Vereins d. Rheinlande u. Westfalen, Jahrg., 44, p. 69*) a consacré à l'étude de ces sortes de fleurs un mémoire pour lequel il n'a malheureusement pu citer, faute de matériaux, un nombre suffisant d'exemples empruntés aux flores tropicales.

Au point de vue floristique le caractère le plus frappant des forêts tropicales c'est leur infinie variété; sans doute nous

(1) Le Dr King rapporte qu'il a vu au Jardin botanique de Calcutta ce cas très remarquable d'un *Ficus Roxburghi* développant ses fruits en énormes masses, sur le tronc au ras du sol.

possédons la liste de toutes les espèces croissant dans les forêts tropicales humides des diverses contrées; mais, là-même, on n'a pas encore évalué exactement la proportion relative des individus appartenant à un genre ou à une espèce donnés. — « Lorsque, nous dit Wallace, le voyageur ayant rencontré certaine espèce désire en voir de nouveaux représentants il peut lui arriver de les chercher en vain autour de lui; des arbres différents comme taille, forme et coloris l'environnent, mais rarement il voit côte à côte deux exemplaires de la même espèce. En s'approchant d'un arbre semblable en apparence à celui qu'il cherche il s'aperçoit de la différence, et si parfois il lui arrive de trouver un second pied à un demi-mille du premier, il peut aussi ne pas le rencontrer si un heureux hasard ne le conduit pas jusqu'à lui. » — Donc ici point d'espèces sociales ou vivant en troupes. Wallace explique le fait par l'uniformité des conditions climatiques de croissance, également favorables à un très grand nombre d'espèces qui peuvent par suite se remplacer mutuellement.

Nous trouvons donc ici exactement le contraire de ce qui se produit dans d'autres régions, où les conditions de lutte pour l'existence étant plus dures, quelques espèces seulement peuvent s'y accoutumer.

On peut cependant citer quelques familles largement et assez uniformément représentées dans les forêts humides de presque toutes les régions tropicales, et dont la plupart n'apparaissent que rarement dans les forêts subtropicales et jamais dans les climats extratropicaux. Ce sont d'abord les *Légumineuses* arborescentes; parmi les *Urticacées* le groupe des *Artocarpées* et des *Morées*; les *Euphorbiacées*, les *Lauracées*, les *Myrtacées* et les *Mélastomacées*; les *Clusiacées*, les *Malvacées* arborescentes, les *Buttneriacées* et les *Sterculiacées* (beaucoup de ces dernières se trouvent également dans les forêts tropicales de régions plus sèches), les *Méliacées*, les *Malpighiacées*, les *Rubiacées*, les *Loganiacées*, les *Bignoniacées* et beaucoup d'autres. Il est aussi des familles dicotylédones très localisées comme sont les *Pandanus* parmi les Monocotylédones; telles sont les *Dipterocarpiées* qui ne sortent pas de la région tropicale indo-malaise. Nous allons donner quelques développements relatifs aux familles sus-nommées.

LÉGUMINEUSES, voir *Taubert* Légumineuses in *Engler et Prantl*, Die natürl. Pflanzenfamilien III, 3. — Au point de vue du nombre des espèces (7000 et plus réparties en 450 genres), cette famille vient immédiatement après celle des Composées, la plus nombreuse du règne végétal.

Si elle est moins importante que cette dernière sous le rapport de la flore et des formations végétatives (comme aussi au point de vue utilitaire), elle n'en est pas moins très répandue, se montrant dans presque toutes les régions du globe à l'exception des contrées antarctiques les plus avancées au sud. Les Légumineuses participent aux formations les plus diverses, les formes arborescentes abondent dans les forêts tropicales sèches et aussi dans les forêts subtropicales. Les forêts tropicales humides sont surtout caractérisées par la présence de tribus ou de sous-familles qui manquent aux climats tempérés. C'est ainsi que la tribu des Swartzziées est limitée aux régions tropicales de l'Afrique et de l'Amérique: on compte au Brésil 50 espèces de *Swartzia*, arbres ou grandes plantes frutescentes. Les Cœsalpiniés et les Mimosées sont au Brésil, plus nombreuses et plus variées que les Papilionacées qui s'y présentent d'ordinaire sous la forme de plantes herbacées; le genre *Cassia* (200 espèces) est, au point de vue des arbres, l'un des plus importants des tropiques. Les genres *Copaifera*, *Hymenaea*, *Hæmatoxylon*, *Bauhinia* sont ou particuliers à l'Amérique ou répandus dans toutes les régions intratropicales et figurent parmi les arbres les plus puissants des forêts humides. Rarement d'ailleurs les espèces de ces genres si variés sont limités à ces formations forestières; les genres se montrent aussi avec d'autres espèces, il est vrai, dans des formations végétatives soumises au repos hivernal, déterminé par la sécheresse.

MORÉES-ARTOCARPÉES (1). — Le groupe vaste et très varié qui comprend, entre autres plantes, l'arbre à pain (*Artocarpus*), le mûrier et l'ortie, et qui compte 110 genres et plus de 1,600 espèces, contient beaucoup des principales essences feuillées des forêts tropicales humides; le nombre de formes extratropicales est très restreint. Un genre considérable est celui des Banyans (*Ficus*), dont le Figuier d'Orient est un des représentants et qui compte 600 espèces environ réparties dans les régions tropicales de tout le globe. Mais c'est aux Indes et dans l'archipel Malais que se trouve la plus grande variété de formes, ainsi qu'il résulte de l'excellente monographie de M. King, qui estime à 200 le nombre des espèces appartenant à ces régions. Beaucoup de ces arbres nous montrent très bien ces particularités, dont il a été question plus haut: d'énormes racines aplaties latéralement (voir par exemple la fig. donnée par Kerner, *Pflanzenleben*, t. I, p. 713), ou bien encore de nombreuses racines aériennes qui semblent soutenir la couronne de l'arbre. Il peut arriver que ces racines embrassent le tronc d'un autre gros arbre (par exemple, aux Indes, un *Borassus flabelliformis*). Celui-ci supporte d'abord le Figuier pendant sa croissance, mais, plus tard,

(1) Voir *Engler*, Moraceæ in *Engler et Prantl* Die natürlichen Pflanzenfamilien, III, 1.

enlacé par lui comme par du lierre, il voit bientôt sa couronne étouffée sous le feuillage envahissant de l'intrus et ne tarde pas à tomber à terre où il pourrit, ce pendant que le Ficus reste debout sur ses racines. Grisebach a donné à cette intéressante forme de végétation le nom de forme du Banyan. Le feuillage des Figueurs varie beaucoup dans sa grandeur et dans sa forme. Les uns ont des feuilles glabres, coriaces et luisantes; chez d'autres, elles sont molles et couvertes d'un tomentum brun rougeâtre; la marge est entière ou dentée, etc. Il a été question plus haut de la particularité, fréquente chez elles, de se former sur le vieux bois.

Les *Brosimum* habitent l'Amérique tropicale, l'*Antiaris* (*A. toxicaria*, Upas Antiar) croît aux Indes et à Java, les *Artocarpus* (40 espèces) se montrent depuis Ceylan jusque dans l'archipel Indo-Malais.

EUPHORBIACÉES (1). — Cette famille, qui compte plus de 200 genres et 3000 espèces, est une des plus vastes du règne végétal. Elle atteint dans les régions tropicales son maximum de développement et prend part à toutes les formations (il y a même au Brésil une Euphorbiacée aquatique flottante, le *Phyllanthus fluitans*). On y trouve de grands arbres dans les forêts tropicales humides, et des plantes frutescentes, basses souvent poilues dans les formations où la sécheresse arrête la végétation. (Il sera question plus loin des Euphorbiacées charnues).

Les deux genres les plus riches en espèces (environ 500 chacun) et qui sont répandus dans toute la région tropicale sont les genres *Phyllanthus* et *Croton*; ce dernier, qui contient maintes espèces à feuilles panachées-jaune, est très développé dans les belles forêts humides de la Nouvelle-Guinée. D'autres genres caractéristiques remarquables par la haute taille de certaines de leurs espèces sont les genres *Jatropha*, *Manihot*, *Stillingia*, *Aleurites*.

Les *Hevea* fournissent le meilleur caoutchouc de l'Amérique du Sud tropicale, et les « *Seringueiras* » prennent, sous les tropiques, une large part aux formations forestières.

LAURACÉES. — Cette famille comprend 42 genres et 900 espèces. Les espèces sont limitées aux régions tropicales, à peu près dans la même proportion que les Palmiers, avec cette différence que le continent africain n'en nourrit qu'un petit nombre. La comparaison avec les Palmiers peut être poursuivie en ce qui concerne l'Australie, car si l'on excepte le genre parasite *Cassytha*, les 24 Lauracées australiennes sont cantonnées dans la partie nord de ce continent dans le Queensland et les Nouvelles-Galles-du-Sud. On ne voit donc que deux domaines principaux pour cette famille : les Indes et la Malaisie d'une part, l'Amérique tropicale (et là la région de l'Amazone et le Brésil) d'autre part. C'est ce que montre nettement la carte publiée par M. Schumann dans le supplément n° 73 des *Geographische Mitteilungen*. La feuille glabre, luisante aromatique à nervation si caractéristique donne à plusieurs grands genres un caractère spécial. Citons seulement les Canneliers (*Cinnamomum*) dont on compte

(1) Voir *Pax*, Euphorbiacées in *Engler et Prantl*, Die natürlichen Pflanzenfamilien.

130 espèces aux Indes et en Asie orientale; les *Pearsa* (Avocatier), (Asie, Amérique, etc.) ; les *Oreodaphne* = *Ocotea* (Amérique, Mascareignes, Afrique); le genre *Nectandra* (Amérique).

CLUSIACÉES (Guttifères). — Bien que cette famille, prise dans son sens étroit, ne compte qu'environ 400 espèces, elle présente beaucoup d'intérêt du fait de son grand développement dans les forêts humides. Les feuilles sont grandes, coriaces, rappelant souvent celles du *Ficus elastica*, dont elles diffèrent en ce qu'elles sont opposées, décussées; les fleurs sont sphériques et atteignent parfois une très grande taille. Cette famille est, avec celle des Musacées, une des plus caractéristiques des contrées tropicales humides. Les genres sont répartis de la façon suivante dans les principales régions : tous les *Clusia*, au nombre de 80, sont américains; tous les *Garcinia* croissent aux Indes et en Afrique; seul de la tribu des Garciniées, le genre *Rheedia* est à la fois en Afrique (et à Madagascar) et en Amérique. Deux autres petits groupes ne sont pas si nettement limités (1).

RUBIACÉES. — Cette famille, qui, d'après l'énumération de M. Schumann dans la *Flora brasiliensis*, compte 366 genres et environ 4,500 espèces, et qui est la quatrième par ordre d'importance, se trouve limitée par les deux cercles polaires. 75 pour cent de ses espèces sont tropicales et, là, recherchent surtout les forêts chaudes et humides.

M. Schumann a montré que, sur les 1,000 espèces indigènes au Brésil, 64 % se trouvent dans la région dite des Naiades et des Dryades, c'est-à-dire dans l'Hylœa et dans la région humide riveraine de l'Atlantique. C'est là et dans les domaines analogues de l'Afrique et de l'Asie tropicale que se trouve la grande masse d'arbres élevés et de hauts buissons formés par les plantes appartenant aux tribus qui tirent leur nom des genres suivants : *Cinchona*, *Nauclea*, *Condaminea*, *Mussaenda*, *Gardenia*, *Psychotria* (*Rudgea*). Parmi les genres, il y a, comme toujours, une grande proportion appartenant exclusivement à l'Ancien ou au Nouveau Monde. Quelques petites tribus seulement se montrent à la fois dans les deux hémisphères; par exemple, les *Albertées* et les *Vangueriées* sont surtout africaines et manquent à l'Amérique. La tribu des Ixorées, à laquelle appartient le genre *Coffea* (Café) est principalement, sinon exclusivement, africaine. — Au point de vue de la physiologie des arbres, les Rubiacées se distinguent par des feuilles souvent grandes et larges, luisantes, opposées, portant à la base de leur pétiole des stipules également opposées. Leurs fleurs sont parmi les plus grosses de celles des plantes ligneuses des forêts tropicales; leur forme rappelle souvent celle des *Syringa* (Lilas), mais dans les fleurs situées à l'extrémité des branches le tube de la corolle est souvent plus long que celui des fleurs latérales, et peut même atteindre la longueur du doigt. Ces fleurs forment dans certains cas des masses très imposantes.

(1) Voir Engler, in Martius *Flora brasiliensis*, Fasc. CII, p. 472.

MÉLIACÉES. — Les 600 espèces qui constituent cette famille ne présentent pas partout une très grande variété de formes, mais sont caractéristiques de certaines parties des forêts tropicales ; d'ailleurs, elles ne dépassent guère les tropiques. On les rencontre depuis Péking jusque dans les régions australes où la dernière Méliacée (*Dysoxylum spectabile*) s'arrête en Nouvelle-Zélande. Les genres sont, comme à l'ordinaire, répartis dans les régions tropicales de l'ancien ou du nouveau monde ; les genres communs aux deux hémisphères sont rares et dans ce cas les relations du Brésil et des Antilles avec l'Afrique sont plus intimes qu'avec les Indes. Les *Cedrela* (25 espèces) se trouvent dans toutes les régions intra-tropicales ; le genre *Flindersia* (12 espèces) vit en Australie et en Nouvelle-Calédonie ; les *Swietenia* (Bois d'Acajou) sont communs à l'Afrique et à l'Amérique. Une espèce du genre *Carapa* se rencontre à la fois à l'état sauvage en Guyane et en Guinée, fait qui peut être rapproché de celui cité à propos de l'*Elacis guineensis*. On peut citer en outre sous le rapport de la richesse en espèces les genres suivants : *Trichilia* (111 espèces en Amérique et en Afrique ; *Aglaiia* (60 espèces aux Indes et en Australie) ; *Guarea* (70 espèces en Amérique, 1 espèce africaine) ; *Dysoxylum* (85 espèces aux Indes, en Australie et en Océanie jusqu'à la Nouvelle-Zélande ; *Cabrata* (30 espèces au Brésil seulement). — M. Casimir de Candolle a consacré un mémoire étendu à l'histoire de la répartition géographique de cette famille dans les *Transactions of the Linnean Society*.

II. Forêts littorales. — Dans les climats très chauds (Zone IV), les plages maritimes basses alternativement couvertes et découvertes par le flot sont le siège d'une série de formations connues sous le nom de *forêts littorales tropicales* ou *forêts de Palétuviers* (1).

Partout, le voyageur qui débarque dans une semblable région est frappé par le même faciès qui peut résulter d'association d'espèces très diverses. La famille qui apporte à ces formations l'appoint le plus considérable est celle des Rhizophoracées parmi lesquelles le genre *Rhizophora*, avec l'espèce bien connue *R. Mangle*, se rencontre sur toutes les côtes tropicales, tandis que les *Bruguiera*, *Kandelia* et *Ceriops*, ne se trouvent que dans l'Ancien-Monde et surtout aux Indes.

Participent encore à ces formations : 1<sup>o</sup>) des Combrétacées : (*Languncularia racemosa* *Conocarpus*, *Bucida*) ; 2<sup>o</sup>) dans toutes les

(1) En outre des Mémoires indiqués dans le paragraphe, signalons deux autres travaux sur les palétuviers des côtes indo-malaises. Le premier est celui de M. Schimper : *Die indo-malayische Strandflora* (Botan. Mitteil. aus den Tropen. Heft 3; janv. 1891) ; l'auteur traite la question biologique et aussi la question systématique ; il établit la comparaison avec les formations correspondantes des côtes américaines. Le second mémoire est celui de M. Karsten (*Ueber die Mangrove-Vegetation im Malayischen Archipel*, Bibliotheca Botanica XXII, Cassel 1891).

(Note de l'Auteur).

régions tropicales : de nombreuses Verbénacées (*Avicennia*), des Myrsinées (*Egiceras*), des Myrtacées (*Sonneratia*) ; etc.

M. Gœbel, dans l'étude qu'il a consacrée au mode de croissance des Palétuviers (*Pflanzenbiologische Schilderungen*, 1889, chap. II) a fait remarquer l'influence de la nature du substratum sur le développement de cette formation. « La végétation si caractéristique des Palétuviers peut s'établir en maints endroits ; pas partout cependant. Elle ne se trouve que là où la côte est basse, non rocheuse, en pente très douce vers le large, en des points, par conséquent, où il n'y a pas de ressac et où la mer découvre beaucoup. Les places les plus favorables sont donc les estuaires des fleuves le long desquels ces végétaux peuvent pénétrer assez avant dans l'intérieur ».

Ces observations faites aux Indes sont confirmées par d'autres voyageurs pour la Polynésie, l'Amérique et l'Afrique, ce qui atteste, malgré la diversité systématique des espèces, du caractère commun de toutes ces formations. M. Gœbel ne croit pas que la présence des palétuviers soit liée à une teneur en sel déterminée du substratum ; en tout cas il a observé en pleine prospérité des *Bruquiera* au jardin botanique de Buitenzorg, à une altitude déjà notable.

Ces formations constituent le long des côtes des hautes plus ou moins continues de bois de 5 à 15 mètres de hauteur. Le substratum est un limon riche en débris organiques en voie de putréfaction. Ces arbres ont un tronc bas, une couronne très ramifiée, des feuilles coriaces persistantes. Ce sont les racines qui donnent au *Rhizophora Mangle* l'aspect très particulier souvent reproduit par la gravure. Les racines principales squarreuses, très ramifiées sont découvertes à marée basse, de même que les racines aériennes qui descendent de la couronne forment un lacis épais souvent inextricable offrant un asile aux animaux marins.

Grisebach (*Végétation du globe*) a contribué à répandre cette erreur que les racines aériennes proviennent du fruit germant sur l'arbre même ; la racine principale descendant jusqu'au sol aurait ainsi nourri une génération nouvelle sur les branches de la plante-mère.

Des descriptions antérieures, par exemple celle de Martius (*Flora brasiliensis*, *Physiognom.* Pl. XII) sont très exactes. « Il se forme, dit cet auteur, un bois dont les troncs semblent s'appuyer sur des arceaux et dans lequel les branches, comme pour aider les troncs trop faibles à les soutenir contre le flot, envoient vers le bas, d'une hauteur de 10-20 pieds et plus, racines sur racines dont l'arbre paraît entouré comme il l'est

de branches et de feuilles. Tous les arbres de cette formation présentent le même aspect; de plus, ils sont tellement entremêlés les uns dans les autres, qu'il est difficile de reconnaître à quel tronc se rattache une branche déterminée ». Ces racines descendant ainsi des hautes branches sont donc des racines aériennes adventives contrastant avec celles beaucoup plus basses partant du tronc et qui sont disposées autour de ce tronc comme les balcines autour du manche d'un parapluie. Par contre, il est exact que cette plante, de même que celles de la plupart des formations analogues, est « vivipare » le nourrisson restant attaché à la plante-mère jusqu'à un degré avancé de son développement pour laisser tomber alors sa gemmule, sa longue tigelle conique et sa radicule qui vient se ficher en terre, laissant attachés à la graine ses cotylédons (1). La forme conique de la plantule ainsi détachée et qui porte de petites feuilles prêtes à s'épanouir, est favorable à l'enfoncement de la plante dans la vase. M. Warming, d'une part (*Bot. Jahrb. f. System. u. Geogr.*, vol. IV. p. 519), M. Gœbel (*l. c.*) d'autre part, pour les palétuviers des Indes, nous fournissent sur ce point de précieuses indications.

M. Warming nous apprend que cet arbre si intéressant rappelle par son aspect un laurier touffu au moment de la nouvelle feuillaison. La couronne de feuilles persistantes coriaces arrive souvent jusqu'au niveau de l'eau et garde toujours dans son ensemble une forme arrondie. L'écorce est lisse, d'un gris brunâtre.

Nous avons donc ici le remarquable exemple d'une forme végétative intimement adaptée à l'ensemble des conditions de sa station, et dont la délimitation est étroitement liée à des causes biologiques. Cet exemple de palétuviers est absolument typique pour toutes les formations analogues (2).

III. — *Forêts tropicales où la période végétative correspond à la saison des pluies.* — On sait que dans la zone tropicale la saison pluvieuse correspond à l'époque où le soleil se trouve au zénith. Au voisinage même de l'équateur il y a deux saisons pluvieuses qui arrivent ainsi à embrasser la plus grande partie de l'année. De chaque côté de l'équateur il n'y en a qu'une d'une durée de plusieurs mois, et qui

(1) Voir les figures données par M. Kerner. (*Pflanzenleben*, T. I, p. 562, 564).

(2) En dehors de ces formations de Palétuviers proprement dits, M. Schimper distingue encore sur les rivages tropicaux deux formations d'arbres, celle de *Nipa* et celle des *Barringtonia*. Cette dernière a été décrite par Sulpicius Kury, sous le nom de « Dune forest » (*Forest flora of British Burma*). On y voit des Artocarpacees et des Lauracées; mais l'absence d'Urticacées, Pipéracées et Mélastomacées, suffit à distinguer les forêts de *Barringtonia* qui couvrent les dunes basses du bord de la mer, des forêts tropicales proprement dites. C'est là seulement que se montrent les cocotiers sauvages. Voir p. 157, ce qui a été dit du *Nipa fruticans*.

(Note de l'auteur.)

se produit alternativement dans l'hémisphère nord et dans l'hémisphère sud. « L'hiver » correspond donc ici à la saison sèche ou du moins durant laquelle les pluies sont rares. Dans ces climats où la moyenne de température est suffisamment élevée pour que ce ne soit pas le froid qui arrête la végétation, c'est la sécheresse (plus ou moins grande) qui détermine les périodes de repos (1).

La carte donnée par M. Supan dans sa *Géographie physique* (N XII) montre bien la répartition de ces régions dans les zones tropicales. C'est en Asie orientale qu'elles s'étendent le plus au nord puisqu'elles dépassent là le 53° parallèle et c'est aussi justement là que plusieurs formations tropicales trouvent leurs limites septentrionales.

Dès que les périodes de sécheresse arrivent à embrasser une assez grande partie de l'année pour arrêter le mouvement de la sève dans les plantes à feuilles persistantes, — c'est surtout le cas pour les contrées où, à cause de la présence de montagnes ou de hauts-plateaux ou bien encore pour des raisons tenant à la nature du substratum, la ration annuelle d'humidité tombe au-dessous d'une certaine valeur, — les riches forêts tropicales et leur perpétuelle fécondité doivent céder la place à des formations forestières plus sèches auxquelles, pour les distinguer des premières, nous donnerons un nom particulier. Nous les appellerons « forêts où la période végétative correspond à la saison des pluies ou encore forêts feuillantes avec la pluie (*regengrüne Wälder*). » On pourrait également les appeler « forêts à sécheresse hivernale, (*winterdürre Wälder*), » mais il me semble préférable de réserver ce terme « d'hiver » pour les climats tempérés, et de bien marquer ici par un terme approprié que c'est la *pluie* qui détermine l'entrée en végétation.

Ces formations occupent dans la zone forestière tropicale une superficie plus considérable encore, peut-être, que celles des forêts humides à feuilles persistantes. En Afrique elles sont bien plus étendues; aux Indes elles sont également très développées, et les deux tiers des forêts de la Birmanie sont des « *mixed forest* » du même type.

Au Brésil on les rencontre depuis la province de Bahia jusqu'à l'intérieur du pays, dans cette région que Martius a appelée région des Hamadryades, et on les retrouve aux Antilles. L'avenir permettra peut-être de délimiter plus exactement leurs

(1) Voir *Reclus*, La Terre, T. II (Pluies tropicales).

aires. La région principale de leur développement est la subdivision I de la zone IV (voir page 76).

Il va de soi que ces formations se trouvant en rapport direct avec les forêts tropicales humides, et l'on observe de nombreux passages des unes aux autres, comme c'est d'ailleurs le cas pour toutes les variétés d'une même formation dans la même zone. Ce qui distingue la seconde catégorie de forêts que nous venons de définir c'est l'ensemble des dispositions biologiques permettant à la plante de résister à la sécheresse. Non seulement le nombre des arbres dicotylédones à feuilles caduques est bien plus considérable, mais encore on voit apparaître les Xérophytes et les plantes succulentes (Euphorbiacées charnues, Cactées en Amérique, etc.), tandis que, par contre, les plantes hygrophiles proprement dites sont localisées aux rares stations où le sol est toujours humide. Si dans un même domaine floral les mêmes familles peuvent participer aux deux formations forestières (car dans les forêts où la période végétative correspond à la saison pluvieuse on trouve également des Palmiers qui apportent un contingent notable aux formations à feuilles persistantes) les genres, souvent, et les espèces, presque toujours, sont différents dans les deux cas : les figuiers à feuilles persistantes, d'une part et le figuier du Soudan (*Ficus sycomorus*) qui a servi de type à Grisebach pour sa *forme du sycomore*, d'autre part, nous marquent bien la différence.

Pour donner une idée des traits saillants de ces forêts bien moins étudiées que les précédentes dans toutes les régions tropicales, nous ne pouvons mieux faire que de renvoyer le lecteur aux descriptions données par Martius des forêts de Caatinga au Brésil, réserves faites sur les caractères de généralités de cette description. La planche X du supplément du *Flore brasiliensis* nous montre une vue de la forêt de Caatinga à la fin de la saison sèche, c'est-à-dire au moment où les arbres commencent à feuiller. Quelques grands Palmiers (*Cocos coronata*) et des buissons à feuilles persistantes trahissent le caractère tropical ; autrement n'était la présence de nombreuses Cactées arborescentes (cette famille est exclusivement américaine) et celle de Bombacées aux troncs renflés comme des tonneaux, l'aspect général est celui d'une claire forêt du nord.

Les *Bombacées* qui comptent environ 800 espèces sont une tribu de la famille des Malvacées, famille très répandue principalement dans les régions tropicales où les espèces sont en majorité arborescentes. Leur trouc

fréquemment renflé à mi-hauteur atteint souvent un diamètre considérable. Ce mode de croissance dont les *Spondias* nous offrent encore de meilleurs exemples, paraît répondre à une disposition protectrice contre la sécheresse, permettant à l'arbre d'accumuler de l'eau dans sa tige. Les genres *Bombax* et *Eriodendron* sont répandus dans toutes les régions tropicales; les Baobabs (*Adansonia*) se trouvent, avec deux espèces, en Afrique, à Madagascar et aux Indes; les *Cavanillesia* habitent les forêts de Caatinga; les autres genres sont également limités à une seule région florale des tropiques.

Les arbres n'atteignent pas ici la taille gigantesque qu'ils ont dans les forêts humides; la forme et le mode de ramification de ces différentes espèces s'y distingue mieux que dans les autres malgré la variété des essences forestières qui est également très grande. Après la chute des feuilles les épiphytes et les oiseaux se voient de loin sur les branches. Certaines formes de petits arbres et des plantes frutescentes, principalement, ne perdent jamais leurs feuilles, mais en pareil cas celles-ci sont coriaces, couvertes d'un épais feutrage de poils qui les protège contre une radiation trop vive. Les lianes et les épiphytes présentent aussi des particularités d'organisation en rapport avec le climat et appartiennent souvent à des familles différant de celles qui croissent dans les forêts humides. Les Loranthacées remplacent les Orchidées qui deviennent rares; des Gui et des *Loranthus* aux belles fleurs rouges ou jaunes se montrent dans la couronne des arbres. M. Schimper nous apprend que si les épiphytes ne manquent pas absolument sur de grandes étendues (même dans les domaines très secs de l'Amérique tropicale), du moins le nombre de leurs espèces et de leurs individus va décroissant avec la proportion de vapeur d'eau contenue dans l'air. — Ici, le phénomène saillant, c'est la concordance de l'entrée en végétation avec l'arrivée de la pluie, aussi ardemment désirée dans la région, que peut l'être le printemps dans les contrées du Nord.

Martius prétend que du fait de la sécheresse très prolongée, les forêts de Caatinga peuvent ne pas feuiller plusieurs années durant. Pour ma part, je dois avouer que, malgré l'autorité du célèbre botaniste-voyageur et le témoignage de ses compagnons auquel il fait appel, la chose me paraît incompatible avec la vie des arbres. J'estime que des contrées ainsi exposées à une sécheresse persistante doivent être couvertes non de forêts, mais de steppes produisant éventuellement quelques végétaux

ligneux. Il serait bien à désirer que des observateurs attentifs nous renseignent sur ce point (1).

C'est avec une rapidité extraordinaire que l'arrivée de la pluie fait épanouir les bourgeons. Il n'est pas rare que le voyageur qui, par une soirée très chaude, a établi son campement dans une forêt dépourvue de feuilles, s'il a plu pendant la nuit, se trouve le lendemain au milieu d'arbres couverts comme par miracle de petites feuilles d'un vert tendre exhalant un doux parfum. Les fruits pen charnus, souvent même très ligneux, mûrissent pour la plupart après la chute des feuilles; quant à la feuillaison elle dépend tellement de l'humidité que la même formation forestière peut suivant l'occasion perdre ou ne pas perdre ses feuilles. Ces forêts se distinguent de celles où la sécheresse ne vient jamais arrêter la végétation à différents caractères que nous résumerons rapidement : d'abord la périodicité bien tranchée, saison sèche, saison pluvieuse; un mélange très particulier d'espèces de taille moins élevée que celles dont il a été question précédemment, souvent pourvues de suc résineux et de latex, très tomenteuses, ou présentant d'autres particularités protectrices contre la sécheresse encore incomplètement étudiées.

Les études phénologiques et météorologiques si exactement poursuivies en Europe sont encore très incomplètes dans les régions tropicales. Mais le peu qu'on sait à cet égard présente un grand intérêt. Il apparait, en effet, que ce sont les variations de l'humidité atmosphérique qui, dans ces régions, déterminent la périodicité. A cet égard, le meilleur travail que je connaisse, si incomplet soit-il, est celui publié par M. Ernst en 1876 dans le *Botanische Zeitung* (p. 38) et résumant des observations faites au Vénézuëla : « Beaucoup de plantes ligneuses perdent complètement leurs feuilles durant la saison sèche, alors même qu'on fournit à la plante de l'eau en abondance. Les observations ont porté sur des Bombacées et aussi sur des Légumineuses, beaucoup de Figueiers à grandes feuilles, des Amyridées, l'*Euphorbia Caracassana*, les *Jatropha curcas* et *gossypifolia*, des *Cedrela* et des *Swietenia*. C'est d'ordinaire au début de la saison pluvieuse que l'arbre commence à feuiller; mais, si l'arrivée des pluies subit un retard, les bourgeons n'en commencent pas

(1) Cette observation est intéressante à rapprocher d'une autre, citée par M. Goebel (*Pflanzenbiologische Schilderungen* I. Suculenten, p. 26). Charpentier (*Essai sur les Glaciers*, etc.) Lausanne, 1841, p. 97, rapporte que différentes plantes (*Trifolium alpinum* et *cæspitosum*, *Geum montanum*, *Cerastium latifolium*) qui avaient été recouvertes par la glace de 1817 à 1822, se sont remises à végéter en 1823 après que le glacier de Tour reculant les eut laissées à découvert (Trad.).

moins à s'ouvrir et les feuilles à s'étaler, même sur un sol sec et rocheux, sous une température torride, au moment de la plus forte chaleur de l'année, dans une atmosphère extraordinairement sèche. M. Ernst fait remarquer avec raison que cette périodicité régulière des phénomènes végétatifs est dans ces régions beaucoup plus étonnante, et, au point de vue physiologique, beaucoup plus difficilement explicable que ne le sont les faits similaires observables en Europe lorsque le printemps est tardif. — M. Ernst attribue la chute des feuilles molles de la plupart de ces arbres au manque de protection contre une transpiration trop active. Lorsque l'air est très sec et très chaud ces feuilles dépensent trop d'eau qu'elles ne devraient et emploient ainsi toute la réserve contenue dans le tronc et dans les branches. Les arbres restent dépourvus de feuilles jusqu'en avril ou au commencement de mai, c'est-à-dire jusqu'au temps où les vents humides du nord-ouest, précurseurs des pluies tropicales, viennent de nouveau les vivifier. Pendant tout le mois de mai 1875, le ciel demeura d'un bleu foncé, un vent sec venant de l'est souffla sans relâche, la température atteignit plusieurs jours durant au soleil 33° C., à l'ombre 28° C.; malgré cela dès la mi-avril les Erythrinées se couvrirent de leurs fleurs rouges éclatantes et les Bombacées (*B. Ceiba* et *Eriodendron anfractuosum*) développèrent en quelques jours leurs feuilles palmées. Beaucoup d'autres plantes ligneuses donnèrent des signes très marqués d'entrée en végétation, bien que le sol fût absolument sec. (On sait que le sol le plus sec retient une certaine quantité d'eau dépendant de son coefficient hygroscopique, mais cette eau ne peut plus être enlevée par les racines; voir plus haut p. 22).

M. Ernst ne voit qu'une explication possible de ces faits : il les attribue aux oscillations de température très marquées qui caractérisent la saison sèche, surtout sa dernière période (30 à 35° C. au soleil; 15 à 20° C. la nuit); les gaz et la vapeur d'eau, contenus dans le bois mou et spongieux de ces arbres, doivent, par une série de dilatations et de contractions, agir sur la sève et déterminer l'entrée en végétation, partant une consommation d'eau; ce qui ne manquerait pas de causer la mort de la plante si la période humide ne venait aussitôt après apporter l'eau nécessaire. De même, pense M. Ernst, que les plantes ont besoin d'une certaine somme de chaleur depuis le début de formation de leurs feuilles jusqu'à l'épanouissement de leurs fleurs, de même certaines espèces ont besoin d'une certaine somme de différences de températures pour déterminer ces oscillations de leur température intérieure, qui se traduiront extérieurement par des phénomènes visibles de végétation. Si cette somme est déjà atteinte pendant la période sèche, les premières phases d'accélération d'activité vitale commencent dès ce moment, et, jusqu'à l'arrivée des pluies, l'arbre consomme pour ce travail l'eau tenue en réserve dans ses tissus (1).

(1) M. Warming a publié, en 1892, une remarquable étude de géographie botanique sur les environs de Lagoa Santa, petit village du Brésil situé par 19°40' de lat. S. au N. N.-O. de Rio de Janeiro (*Lagoa Santa* Königl. Dansk. Vidensk. Selsk. Skr. Copenhague 1892; analysé dans la Revue générale de Botanique, Tome V, p. 145 (1893). L'auteur a fait des observations sur les périodes de feuillaison des

Au point de vue pratique de l'exploitation forestière, et à celui de l'utilisation des produits végétaux, les forêts à feuilles caduques semblent offrir plus de ressources que celles où règne une humidité constante et où les arbres sont toujours feuillés. C'est du moins l'avis de M. Kurz qui estime que dans la Birmanie anglaise les forêts les plus productives sont celles à feuillaison périodique où se trouve la majorité des arbres utiles. Mais, nous l'avons déjà dit, ce sont toujours les forêts où la saison sèche ne se fait pas sentir qui offrent la plus grande variété d'espèces ; et si nombreux soient les végétaux dans les forêts auxquelles nous venons de consacrer ces lignes ils ont des caractères systématiques plus tranchés et plus faciles à définir.

IV — *Forêts subtropicales formées d'arbres à feuilles persistantes.* — Des lianes, des épiphytes, un mélange de grands palmiers et de monocotylédones au tronc élevé caractérisent les forêts tropicales proprement dites ; de l'autre côté de la limite de ces forêts riches en épiphytes, limite assez bien connue dans quelques contrées (au Mexique par exemple), commence une nouvelle formation forestière. Les plantes qui la composent, même les Conifères, déjà nombreux, ne peuvent supporter de longues périodes de froid ; la luxuriante frondaison tropicale, les énormes feuilles ont disparu ; celles qui les remplacent sont plus petites, plus fermes, caduques ou persistantes ; ainsi se constituent des formations forestières où se mêlent les formes du Laurier, de l'Olivier, de l'Eucalyptus, des Cyprès et des Conifères à feuilles aciculaires, telles que les définit Grisebach.

Ces formations sont surtout celles des forêts des III<sup>e</sup> et V<sup>e</sup> zones de végétations (Voir pp. 72-74, 77-78). Au sud, sur

arbres dans les parties boisées de Campos. Il montre que les différentes espèces ne feuillent pas en même temps et que la durée de la feuillaison n'est pas la même pour toutes. Les *Condensbergia* sont dépourvus de feuilles en Avril ; les *Bombax*, de Mai à Août ; les *Erythrina*, de Juin à Août ; le *Jatropha Curcas*, de Juillet à Octobre ; les *Apeiba*, d'Août à Octobre ; le *Maclura tinctoria*, de Septembre à Octobre.

Quelques espèces fleurissent, alors qu'elles sont encore dépourvues de feuilles : les *Condensbergia*, en Avril ; beaucoup de Malpighiacées, en Août et Septembre. Au milieu d'Août la poussée de la sève dans les arbres se fait sentir avec plus d'énergie et cette sève s'écoule par toutes les coupures. C'est alors que la majorité des arbres épanouissent leurs feuilles souvent colorées en brun, quand elles sortent des bourgeons et qu'on assiste à l'intéressant phénomène d'une végétation printanière précédant les premières pluies, encore qu'ici il y ait peu de mois où il ne pleuve absolument pas.

(Note de l'auteur.)

les trois grands continents, elles n'ont pas de limites très nettes, même dans les latitudes de l'Amérique du Sud dites antarctiques; la taille de la forêt se déprime peu à peu et les arbres disparaissent à mesure qu'on descend vers le pôle pour faire place à des plantes frutescentes formant buissons. Remarquons aussi que nulle part ces formations de buissons ne sont aussi intimement liées aux forêts que dans cette région, car elles y couvrent de grandes étendues, parfois au détriment de la forêt elle-même. An nord le domaine si vaste des grandes forêts s'arrête là où commencent les longs froids d'hiver, que ne peuvent supporter aucune essence feuillée à feuilles persistantes, ni la plus grande partie des Conifères. De plus, M. Schumann a nettement fait ressortir que pour un grand nombre d'arbres dicotylédones à feuilles persistantes des climats tempérés une continuelle humidité, amenée par les pluies, est plus nécessaire qu'un hiver doux.

Le lecteur trouvera à ce sujet d'intéressants détails dans le travail de M. Schumann sur la distribution des Lauracées et principalement du genre *Cinnamomum* (voir plus haut, p. 231). Ces arbres s'avancent moins au N. que les autres arbres toujours feuillés. Ainsi dans l'Asie orientale le *Cinnamomum daphnoides* ne dépasse 33°30' N. ; la limite du Camphrier franchit à peine le 30° parallèle. Par contre, dans la même région, les chênes et les camélias à feuilles persistantes s'avancent 3 degrés plus au N. « Dans l'Amérique du Nord la limite polaire des Lauracées est beaucoup plus septentrionale que celle des autres végétaux. Dans l'état de Delaware, sur le 38° parallèle, on trouve encore le *Persea Carolinensis*, et il semble que de ce côté des Etats-Unis cette plante marque la limite des grandes formes à feuilles persistantes. Sur la côte ouest de ce continent les forêts, toujours vertes à la faveur d'un climat relativement tempéré, montent plus haut vers le nord. Le *Tetranthera Californica* et de nombreux chênes, avec le beau *Castanopsis chrysophylla* forment en Californie et là seulement des forêts toujours feuillées. Seul le *Castanopsis* franchit l'Orégon, dépassant ainsi les Lauracées qui s'arrêtent vers le 43° parallèle. » De même dans la plupart des stations de l'Europe méridionale le Chêne vert (*Quercus ilex*) semble monter plus haut que le laurier (*Laurus nobilis*) bien qu'au nord-ouest de la France (dans la Manche), ce dernier (d'après Grisebach) puisse être cultivé en pleine terre sous le 50° parallèle.

Les Conifères aciculaires qui manquent dans presque toutes les forêts tropicales prennent une très grande part à ces formations forestières subtropicales. On peut dire que là ils remplacent les Palmiers, car d'ordinaire les aires de ces deux puissantes familles sont en suppléance réciproque. C'est seulement

au N.-E. de l'Australie, dans le domaine des *Araucarias* qui s'étend jusqu'en Nouvelle-Calédonie, que les Conifères se rencontrent au milieu de Palmiers nombreux et variés; les *Araucarias* ne vont pas si loin vers le Sud que les grands *Livistona*. Au sud-est du Brésil, où l'on trouve à la fois l'*Araucaria brasiliiana* et le *Cocos australis*, ces deux arbres semblent plutôt s'éviter que s'associer dans les forêts. Parmi les genres de Conifères les plus remarquables qui, seuls ou associés, figurent dans les forêts subtropicales, nous citerons dans l'hémisphère S., les genres: *Araucaria*, *Dammara*, *Fitzroya*; dans l'hémisphère N., les genres: *Cedrus*, *Cupressus*, *Cunninghamia* et *Sequoia*.

Malgré que ces arbres puissent constituer à eux seuls des forêts, il est inutile d'établir pour les forêts subtropicales deux catégories, l'une pour les Conifères, l'autre pour les essences feuillées; car si on admettait ce principe de division il n'y aurait pas de raison pour se refuser à reconnaître autant de types de forêts qu'il y a d'espèces forestières d'un type bien tranché; et, à mon sens, la division de grandes formations si variées doit être basée bien plutôt sur des considérations de géographie botanique et de biologie climatérique. Il semble donc naturel d'établir trois catégories, dont nous allons rapidement résumer les caractères :

a) *Les forêts subtropicales humides* avec de nombreux représentants de familles qui se trouvent également dans les forêts tropicales; beaucoup de Lauracées d'assez grande taille, quelques arbres monocotylédones recherchant les climats frais. Tels sont par exemple : parmi les Liliacées, les *Cordyline* et les formes épiphytes différentes de celles des genres tropicaux (*Luzuriaga*, *Astelia*); des Fougères épiphytes et surtout des Fougères arborescentes formant des sous-bois à l'ombre des arbres toujours verts dépourvus de moyens de protection contre la sécheresse.

b) *Les forêts subtropicales sèches* formées d'arbres à feuilles persistantes mais présentant en outre des dispositions protectrices contre la sécheresse, et différant de ceux des types précédents par leurs feuilles plus petites d'un vert plus sombre. Pas de Fougères arborescentes : les familles dicotylédones sont surtout représentées par des Oléacées, des Myrtacés et des Protéacées.

c) *Les forêts subtropicales très sèches* avec de rares stations humides, sont caractérisées par une grande variété d'arbres

se dépouillant de feuilles au début de la saison fraîche et pouvant résister au froid. Pas de fougères arborescentes; parmi les familles dicotylédones celles des tropiques sont en régression et cèdent la place à quelques nouvelles venues, aux Platanées par exemple. Les chênes y figurent sous les deux formes d'arbres à feuilles persistantes et d'arbres à feuilles caduques.

Les deux premiers types (*a, b*) ont leur centre de développement au S.-E. de l'Australie, en Nouvelle-Zélande, dans la région de Valdivie, sur le versant S. de l'Himalaya, et sur un espace restreint, dans la région du Cap. Le dernier type se rencontre au nord de la zone tropicale. Le phénomène de la chute des feuilles est bien plus général au nord du tropique du Cancer, même dans les formations subtropicales, qu'aux extrémités sud des grands continents. Il se peut que la cause en remonte déjà à l'époque tertiaire, depuis laquelle un vent continental froid souffle de ces vastes plaines. Les seules vraies Lauracées à feuilles caduques, les *Lindera* et les *Sassafras*, habitent l'Asie orientale et les États-Unis. Les noyers, les platanes, les mûriers, le liquidambar, le figuier de Carie, qui habitent les régions boréales-subtropicales, perdent leurs feuilles à l'automne; les arbres appartenant à la famille des Légumineuses, qui montent le plus haut vers le Nord (*Robinia, Gymnocladus, Gleditschia*), ont également des feuilles caduques. Ces formes sont bien la souche de celles qui constituent les forêts dans le nord. Sur les montagnes ces dernières se mêlent dans les formations subtropicales aux Lauriers et aux Myrtacées.

Ces forêts subtropicales que nous classons d'après les régions florales et aussi d'après les caractères systématiques des plantes qui les constituent sont peut-être plus variées encore que chacune des deux catégories de forêts tropicales.

Leur aspect est très divers et il serait nécessaire, dans chaque région, d'étudier successivement les différentes associations végétales qui les constituent pour arriver à les bien connaître.

Dans le domaine méditerranéen et en Orient, les forêts de chênes, avec cèdres, pins, frênes à manne, érables, pistachiers, oliviers, *Juglans* et *Pterocarya*, *Diospyros*, *Liquidambar* et *Platanus orientalis*, sont très différentes des forêts de chênes à feuilles persistantes qui, en Asie orientale, s'associent aux Magnoliacés, aux Ternstroemiacées, aux Lauracées, et aux Conifères endé-

miques. Ces dernières ressemblent beaucoup plus aux groupements analogues de la partie moyenne de l'Amérique du Nord, surtout des régions orientales et occidentales. Mais quel nouveau contraste quand on veut les comparer aux forêts d'eucalyptus des Nouvelles-Galles du Sud et de la province de Victoria, à l'ombre desquelles se groupent de grandes Fougères du genre *Dicksonia*, où les *Doryanthes* arborescents représentent les Liliacées et où les Conifères des régions australes s'associent aux Rubiacées et aux Méliacées tropicales (*Cedrela australis*, cèdre rouge de Queensland)! Quelles différences également entre les forêts australiennes et celles de la Nouvelle-Zélande, où une Protéacée *Knightsia excelsa* se présente sous la forme d'un bel arbre rappelant le peuplier, où les formes caractéristiques sont les *Metrosideros* (Myrtacées), les *Weinmannia* (Saxifragées), les *Atherosperma* et *Peumus* (Monimiacées), les *Dammara* et les *Phyllocladus* (Conifères)! Combien encore les forêts de *Leucadendron* du Cap-de-Bonne-Espérance diffèrent des forêts à feuilles persistantes de Valdivia, au Chili, avec leurs *Drimys*, ces Magnoliacées de l'hémisphère austral, et leurs Protéacées spéciales, *Embothrium* et *Lomatia*, leurs *Chuquiragua*, les plus grandes Composées arborescentes connues qui atteignent 30 mètres de hauteur, leurs *Luzuriaga*, ces Liliacées épiphytes, et leurs Conifères des genres *Araucaria*, *Libocedrus* et *Fitzroya*!

Ces comparaisons nous montrent qu'entre les forêts subtropicales de l'hémisphère N. et celles de l'hémisphère S. il y a une telle différence et un tel contraste par suite de la dissemblance des plantes qui les composent, que si les zones de végétation sont bien analogues au point de vue climatérique, elles sont profondément différentes au point de vue de la géographie parce que leur passé est différent.

V — *Forêts des régions à hivers froids formées d'arbres à feuilles caduques et de Conifères à feuilles persistantes.* Dans notre troisième groupe de forêts subtropicales (c), on voyait déjà apparaître de nombreux arbres perdant leurs feuilles au début de la saison fraîche ou froide, mais ils ne s'avançaient guère sous des climats un peu rigoureux. Ce groupe (c) renfermait encore des Lauracées, mais surtout de nouvelles familles comme les Platanées et les Juglandées (noyer). Si ces arbres à feuilles caduques occupent les mêmes régions que les arbres à feuillage persistant, leurs stations souvent sont différentes. Dans la zone

septentrionale, ils figurent seuls représentés par des espèces très résistantes au froid, et à courte période végétative. Quand on sort de la zone subtropicale, les Conifères changent ; ceux un peu sensibles au froid font place à d'autres en supportant mieux les rigueurs ; enfin, quand on atteint le haut nord, la limite septentrionale de ces arbres à feuilles caduques approche du cercle polaire et même le dépasse sur certains points. C'est la limite du Méléze, une des rares formes de la famille qui perde ses feuilles.

Les autres conifères à feuilles caduques habitent les régions subtropicales de l'hémisphère Nord ; ce sont le *Gingko biloba* et le *Pseudolarix Kämpferi* en Chine et au Japon, le beau *Taxodium distichum*, qui croît aujourd'hui dans les régions moyennes de l'Amérique septentrionale. A l'époque tertiaire, cet arbre montait beaucoup plus haut dans le Nord, et sa répartition autour des régions circumpolaires était alors beaucoup plus large.

L'action du climat sur l'évolution et l'extension de cette forme de végétation au cours des dernières périodes géologiques nous est donc clairement démontrée. On comprend très bien aussi comment les modifications *graduelles* que subissent les formations du fait du mélange de types différemment organisés nous obligent, comme nous l'avons fait plus haut, à ne pas établir pour les diverses catégories de forêts de séparations trop tranchées. Etant donné toutefois que l'influence de la température sur le mode de répartition est prédominante, il est facile avec notre carte dressée d'après les zones de chaleur de Köppen et qui figure à la fin du volume, de se faire une idée approximative des zones de distribution des forêts à la surface du globe. La zone a *étés chauds* des climats tempérés de l'hémisphère boréal correspond surtout à un mélange de forêts à essences feuillées à feuilles persistantes et à feuilles caduques. Dans l'Amérique du Nord ces forêts sont surtout formées d'arbres à feuilles caduques, ce qui s'explique très bien par les températures hivernales de ces régions. La zone qui vient ensuite et qui est caractérisée par des *étés tempérés et des hivers froids* ne possède d'essences feuillées à verdure persistante que dans les contrées soumises à un *climat maritime* (côtes de l'Océan atlantique en Europe ; Japon, Californie) ; partout ailleurs on voit des Conifères résistants au froid, mêlés à des dicotylédones à feuilles caduques.

Dans cette zone, lorsque le voisinage de la mer vient adoucir la température hivernale, des arbres à feuilles caduques

de la zone méridionale plus chaude peuvent être cultivés en certains points. Ailleurs, et pour d'autres causes, les forêts manquent complètement. La limite septentrionale de la dernière zone très large qui est la *zone froide*, se confond à peu près avec la limite même des arbres. Elle contient des forêts très uniformes constituées principalement par des Conifères et des massifs d'arbres feuillés, très résistants au froid, tels que les *Alnus*, *Betula*, *Salix*, *Populus*. Quelques domaines de cette zone à étés tempérés et à hivers froids se distinguent pourtant par une très grande variété de belles formations qui rentrent dans le présent paragraphe V et qui se rapportent à la zone II (voir ci-dessus, p. 70-71).

C'est au climat marin des régions antarctiques qu'il faut attribuer le fait que ces formations si largement développées dans le Nord manquent aux régions correspondantes de l'*hémisphère austral* qui ont cependant quelques arbres à feuilles caduques. Le beau hêtre du Chili, par exemple, rappelle d'une façon frappante le hêtre d'Europe, mais en général, cette zone froide de l'hémisphère Sud est surtout caractérisée par des arbres à feuilles persistantes, et les belles formes d'arbres à feuilles caduques des régions subtropicales s'y dépriment et y descendent au rang d'arbustes ou d'espèces buissonnantes, au lieu de se transformer comme dans le Nord, en arbres forestiers supportant le froid. En outre, nous n'avons pas dans ces régions l'équivalent des robustes conifères des régions froides septentrionales. La cause en est certainement au manque de chaleur en été; car si la moyenne climatérique est la même pour l'Amérique australe et pour la Scandinavie, la Sibérie et le Canada, dans les régions du Nord l'été est *chaud*, ce qui n'est pas le cas dans le sud de l'Amérique.

C'est en effet l'été chaud du Nord qui permet à certaines espèces d'arbres de supporter les froids excessifs de l'hiver sans avoir à modifier leur nature (Voir ci-dessus, page 18). La faculté d'acclimatation de certaines formes ressort bien des comparaisons de l'aire occupée par le bouleau et du climat auquel cet arbre, le plus résistant des dicotylédones à feuilles caduques, peut s'accommoder.

Nous avons étudié (p. 167) l'aire des Bétulinées (Cupulifères); ici nous allons examiner celle du Bouleau blanc (*Betula alba* L.), d'après les données de M. Willkomm (*Forstliche Flora von Deutschl. u. Ees-*

*terreich*). Cette aire est d'ailleurs indiquée dans l'Atlas physique de Berghaus, nos 45 et 48, *Pflanzenverbreitung* f. II et V.

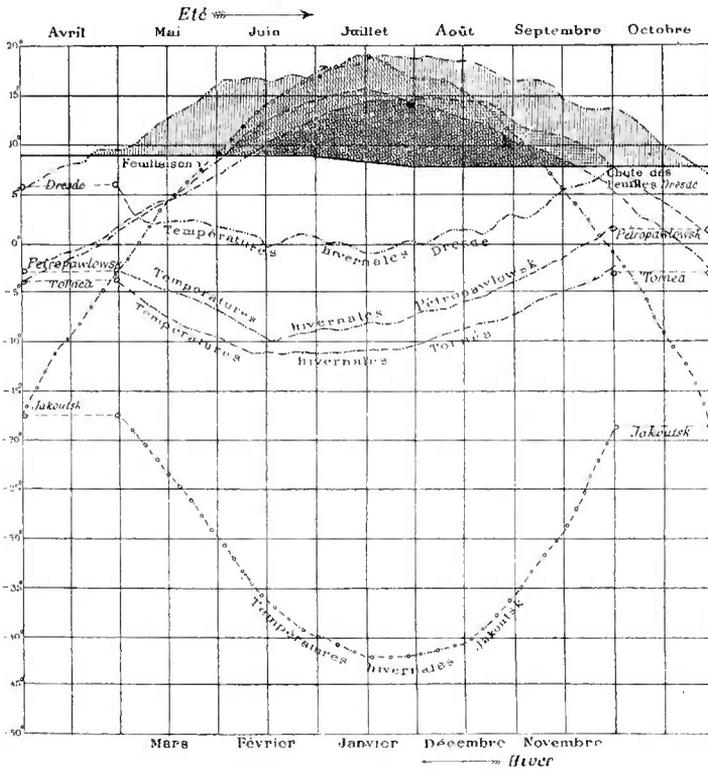
Les différentes variétés de cette espèce, assez voisines les unes des autres, habitent les plaines sèches, les marais, les tourbières de l'Europe centrale et septentrionale, et montent, à travers la Russie, jusqu'aux côtes de l'Océan glacial et au Cap-Nord, et, à travers la Sibérie, jusqu'au Kamtschatka. En effet, le bouleau observé au nord de l'Oural et à Yakoutsk, dans les monts Aldan et à Petropawlowsk, est une *seule et même* espèce qui se retrouve au Groenland par 62° N., où elle atteint encore 4 à 5 mètres de haut avec un tronc de 1 centim. 1/2 à 2 centim. de diamètre; mais, dans ces contrées, les voyageurs ont plutôt observé des buissons que des bois de bouleaux, tandis que, à l'est de la Sibérie, ce sont de beaux arbres formant des forêts exploitables. La limite du bouleau blanc traverse en Europe la presqu'île de Kola, atteint la côte E. de la mer Blanche par 67° 1/4, descend jusqu'à l'Obi par 66° 1/4, remonte de nouveau sur l'Ienisséï par 69° 1/2 pour arriver ensuite à la rivière Kolyma par 68° et atteindre enfin en contournant les montagnes de l'est de la Sibérie, la côte orientale du Kamtschatka, peut-être même celle du territoire d'Alaska.

Dans ce vaste domaine les bois de bouleaux ont affaire à des climats très différents où les écarts entre les moyennes de température du mois le plus chaud et du mois le plus froid varient entre 14° (Europe occidentale), et 60° (bassin de la Léna) et même 62° à Jakoutsk; la moyenne de janvier variant entre 0 et 40°, et même 48° C; les moyennes de juillet entre 20° et 14°. Nous ne tenons pas compte ici des quelques points du sud du Groenland où le bouleau peut croître à la faveur de conditions locales encore mal connues.

Le fait est assez important pour que nous nous arrêtions à l'examen de la question d'adaptation au climat, dont le bouleau nous offre un si remarquable exemple. Dans la figure ci-dessous, les courbes de températures indiquent l'amplitude des variations du climat sous lequel le bouleau peut croître.

Ce ne sont pas toutefois les points extrêmes qui ont été choisis pour l'établissement de ce graphique; pour l'Europe centrale on a pris Dresde, pour le N. de l'Europe, Tornea, pour la Sibérie orientale Petropawlovsk, pour l'intérieur de la Sibérie, Yakoutsk; en ces deux derniers points le bouleau atteint encore une assez grande puissance de développement pour être utilisé à la construction des bateaux. Pour faciliter les lectures comparatives, au lieu de poursuivre les courbes dans le sens transversal, on a reporté *au-dessous* ce qui devrait être *à la suite*. Les courbes se trouvent donc partagées en deux moitiés dont la supérieure correspond aux mois de végétation de l'arbre, tandis que l'inférieure (période d'hiver) correspond aux mois de repos. Comme on le voit, on peut prendre 9° C.

comme température moyenne de la feuillaison, et 8° C. comme température correspondant à la chute des feuilles ; ce sont donc les températures qui marquent la limite où l'arbre passe de l'état de vie ralentie (état de sommeil) à l'état de vie accélérée (vie manifestée). Les températures positives qui précèdent la feuillaison de l'arbre (9°) n'entrent pas en ligne de compte, car elles n'ont pas de sens par elles-mêmes sans les températures supérieures qui les suivent, n'ayant vraisemblablement pour effet que des transformations intérieures qui nous échappent. Ce graphique fait bien voir quelle partie de la courbe de chaleur annuelle a un effet utile (à en juger du moins par les manifestations extérieures) sur la végétation du Bouleau (1).



(1) Dans son beau mémoire intitulé : *Pflanzen biologische Studien aus Russisch Lappland* (Acta Soc. pro Fauna et Flora Fennica, Helsingfors 1890). M. Kihlman a indiqué quelles sont les causes déterminantes des limites septentrionales des forêts. Le facteur le plus important qui tend à arrêter les bois de pessés et de bouleaux au seuil de la Toundra, c'est le vent, principalement les tempêtes d'hiver dont l'influence desséchante est fatale aux arbres pendant la longue période hivernale en ce qu'elle enlève aux branches et pour les pessés, aux feuilles, l'eau qui leur est nécessaire. Le danger, c'est aussi les froids tardifs au printemps, qui tendent à raeceurer la période végétative dans un climat où l'hiver est déjà très long et très rude. Ce n'est donc pas, à proprement parler, le manque de chaleur, mais les conditions secondaires qui l'accompagnent, qui agissent d'une façon décisive sur la vie végétale dans ces latitudes et déterminent la disparition d'une formation et son remplacement par une autre. (Note de l'Auteur).

Aux points de vue des formes végétatives biologiques, les forêts à hivers froids sont caractérisées par l'absence complète de monocotylédones arborescentes. Les Fougères même, tout en conservant leur apparence générale, ne sont représentées pour les espèces à rhizome dressé ou oblique que par des formes basses émettant à chaque printemps de nouvelles feuilles qui disparaissent à l'automne, ou par des formes à rhizomes rampants vivaces. Le petit nombre de familles qui y figure donne aux forêts une certaine monotonie rompue seulement dans les parties moyennes de l'Amérique du Nord par les descendants des arbres subtropicaux, qui là s'avancent encore en grand nombre dans les domaines à hivers froids, et sur lesquels nous aurons occasion de revenir. Autrement les Érables, les Tilleuls, les Frênes, genres généralement répandus et à affinités subtropicales, viennent seuls jeter une note plus gaie au milieu des Amentacées et des Conifères.

Ici plus que partout ailleurs on trouve des *forêts homogènes* dans lesquelles une seule espèce domine sur de grandes étendues, ou bien des forêts constituées par quelques espèces seulement comme en Allemagne, le hêtre, la pesse, le sapin ou bien le chêne, le pin et le bouleau. Ce sont des influences *locales* qui font qu'une ou plusieurs espèces dominent dans une forêt; on ne peut donc pas dire que la contrée doive sa physionomie à telle ou telle association. En tous cas, la nature tend à changer et il est tout aussi juste de dire que des formations mélangées font alterner leurs espèces sur certains points que de prétendre que c'est tantôt une espèce, tantôt une autre, qui arrive à dominer; ou encore qu'un bois homogène épuisé ne peut se reconstituer qu'avec des espèces toutes différentes. Ainsi que je l'ai montré ailleurs (*Botanisch. Jahrb. f. Syst.*, T. XI, p. 21) à propos des formations de l'Europe centrale, il ne semble pas y avoir de raison suffisante pour subdiviser ces formations en formations homogènes et formations mixtes. Ce qu'il y aurait encore de plus naturel ce serait la séparation en forêts de Conifères et forêts d'essences feuillées, mais ces deux catégories sont reliées entre elles par un nombre infini d'intermédiaires où ces deux formes fondamentales se mêlent.

Dès qu'on a franchi la zone méridionale à hivers froids, ce sont des forêts de Conifères qui dominent; toutefois sur plusieurs points et surtout à l'ouest de l'Amérique du Nord, elles sont formées d'un grand nombre d'espèces. C'est en effet

cette partie du nouveau continent qui nous montre ces formations dans leurs plus grandes variétés. Les forêts d'essences feuillées de la Virginie, les forêts humides de Conifères de Colombie qui vont jusqu'à Sitka, celles si monotones de sapins, de pessers, auxquels vient se mêler le bouleau et le tremble dans le Nord du Canada, toutes présentent une très grande diversité au point de vue du mélange des espèces constituanes, de leurs éléments accessoires et par suite de leur physionomie générale.

Les lianes qui grimpent aux arbres n'appartiennent plus aux formes accessoires des forêts à hivers froids (1); les épiphytes associés à quelques rares parasites (*Viscum*) sont, il est vrai, encore nombreux, mais ce ne sont que des Mousses et des Lichens qui couvrent l'écorce du tronc et jamais des Phanérogames.

Pour les lichens, nous voyons se reproduire le fait déjà noté à propos des épiphytes tropicaux : la même classe de plantes qui s'attachent à l'écorce du tronc et des branches, et qui affectionnent principalement les climats frais et humides, se montre également, seule ou associée à d'autres végétaux et avec d'autres représentants, il est vrai, sur le sol sec, les rochers, le sable ou la lande.

Dans les forêts des contrées à hivers froids, on trouve aussi fréquemment superposés trois étages de végétation correspondant à trois formes biologiques différentes. Au dessous du dôme de verdure, il y a un sous-bois peu serré formé de hautes plantes frutescentes associées à des arbres en voie de développement et au-dessous des plantes herbacées, des graminées et des fougères; ou bien les deux étages inférieurs sont remplacés par un tapis de plantes frutescentes (par exemple des myrtilles), ou encore, dans les bois de conifères, par un tapis de mousses parsemé de quelques rares herbes vivaces. Les champignons ne manquent jamais, mais ils figurent toujours à l'état de groupes ou même d'individus isolés. Les plantes herbacées (c'est-à-dire les herbes vivaces, le plus souvent pourvues de rhizômes souterrains) abondent parfois dans les forêts formées de plusieurs

(1) Les derniers représentants très appauvris de cette végétation de lianes sont dans nos pays, les *Clematis* et les *Lonicera*, ou encore le Lierre (*Hedera helix*). Nos lianes herbacées, communes sur la lisière et dans l'intérieur des bois où la lumière peut pénétrer en abondance sont les *Vicia*, *Convolvulus*, etc. Voir le mémoire de M. Schenk sur les lianes, cité plus haut. (Note de l'Auteur).

essences des contrées montagneuses, et nous constatons ici un fait qui est en relation avec les variations d'intensité de la lumière, selon que les arbres sont feuillés ou non. Au premier printemps, le sol de la forêt est recouvert d'un tapis continu d'herbes vivaces en fleurs ; elles développent rapidement leurs feuilles et mettent à profit pour leur période végétative, la saison où la lumière pénètre abondamment sous bois ; à la fin du mois de mai, quand ces plantes herbacées sont réduites à leurs organes souterrains, le sol est nu et, à la fin de l'été, seules quelques plantes humicoles recherchant l'ombre (*Monotropa*, *Neottia*, *Epipogium*) s'y montrent avec des champignons. Ces saprophytes constituent pour nos forêts des formations accessoires aussi caractéristiques pour elles que le sont les épiphytes pour les forêts tropicales, où elles figurent d'ailleurs, mais avec des genres tout différents (*Voyria*, *Burmannia*). Privées de l'action bienfaisante de la lumière, ces plantes vivent aux dépens de débris organiques.

Les particularités biologiques les plus importantes de ces végétaux sont la rapidité de la feuillaison au début du printemps, la floraison très précoce qui précède même souvent l'épanouissement des feuilles, et la mise à profit, pour les différentes catégories sus-mentionnées, de la période végétative tout entière.

Ces faits ont été étudiés au point de vue morphologique par M. F.-W.-C. Areschoug (voir le résumé de ces observations dans Engler, *Jahrb. f. Syst.* T. IX, p. 70). La plupart des arbres fleurissent très tôt au printemps (exception : le tilleul) et les bourgeons floraux qui s'épanouissent alors, étaient déjà très développés dès l'année précédente. Il est même quelques espèces (Bouleau, Aulne) dont les bourgeons floraux ne sont pas protégés par des écailles pendant l'hiver. A l'époque de la déhiscence des sacs polliniques, le pistil n'est pas encore prêt à la fécondation.

M. Areschoug rapproche le rapide développement des fleurs des arbres du Nord, de leur simplicité d'organisation qu'il considère comme avantageuse, l'arbre pouvant consacrer toute la période végétative, à épaissir son tronc et former de nouvelles branches au lieu d'employer une partie de son activité à la constitution d'une fleur complexe. Il ne faut cependant perdre de vue la petitesse des fleurs de la plupart des arbres des tropiques, où la période végétative est longue, et aussi ce fait que les arbres du Nord n'ont pas seulement à former une fleur mais qu'ils doivent aussi former un fruit et mûrir des graines !

La rapidité de développement sous des latitudes élevées oblige l'arbre à se contenter de températures basses, soit au début de sa période végétative, soit comme somme totale de chaleur disponible pendant cette période. Nous pouvons ici, comme complément aux notions sur l'acclimatation donnée dans la première partie (p. 36), reprendre l'exemple du Bouleau blanc en lui appliquant les lois de Linsser. Les courbes de température du graphique (p. 249) semblaient prouver que le bouleau, en raison de la brièveté de l'été, doit se contenter pour le développement de ses feuilles de températures toujours basses. Les observations phénologiques faites en Scandinavie nous prouvent le contraire : le début de la phase correspond à des températures à peu près égales, et même, dans les contrées du Nord, un peu plus élevées.

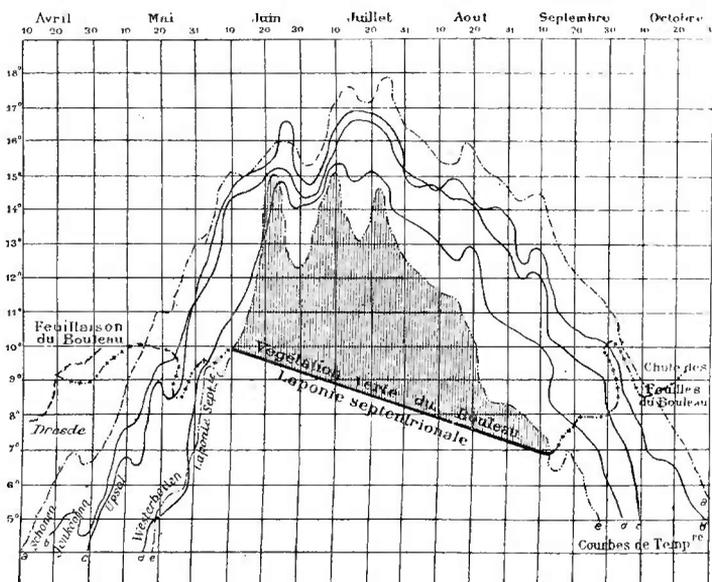
Le graphique suivant a été établi sur les données très précises d'Arnell et plus tard de M. Hult (*Recherches sur les phénomènes périodiques des plantes*, Société d'hist. nat. d'Upsal et Nova Acta, série III, 1881), d'après les observations recueillies à l'Observatoire d'Upsal.

Les courbes de températures de  $u$  à  $e$  se rapportent aux années 1873-1878. Sur chacune de ces courbes on a indiqué par un trait de force la date où la *feuillaison* était complète, et on a rejoint entre eux les différents points ainsi déterminés ; on a fait de même pour les dates de *chute des feuilles* (de septembre à octobre). Pour la phase printanière, j'ai ajouté, d'après les moyennes de température de ces 40 dernières années, la courbe représentant la marche ascendante de la température à Dresde et indiqué comme précédemment la date moyenne de feuillaison de l'arbre dans cette station (20 avril). On voit que la température correspondant à la feuillaison varie entre 8°,6 (Upsal) et 10° (Schonen).

La température au moment de la chute des feuilles, d'une estimation beaucoup plus difficile, varie entre 7° (Nord de la Laponie), et 10° (Jönköping). A Dresde, l'arbre feuille à une température de 9°, à Schonen il feuille à 10°, à Upsal, à une température inférieure à 9°, et la température de feuillaison atteint 10° au Nord de la Laponie. M. Hult a déduit de ces observations la règle suivante : chaque espèce entre dans la phase de développement sous une température déterminée presque constante ; mais lorsque la courbe de température s'élève assez rapidement pour dépasser la vitesse de développement organique, la feuillaison arrive à se produire à une époque où la température extérieure s'est notablement élevée. En effet, si on examine la courbe de température pour le haut Nord, où la marche ascendante est si rapide, on voit que les plantes de ces contrées commencent déjà à préparer leur feuillaison, ou leur floraison, à des températures plus basses que celles qui caractérisent les mêmes phénomènes dans des domaines plus méridionaux de la même aire, mais la phase

elle-même (feuillaison ou floraison), n'a lieu qu'à des températures un peu plus élevées. — De même l'abaissement subit de la courbe de température automnale reporte la chute des feuilles à une température plus basse.

Si l'on relie par une ligne droite les points correspondants à la feuillaison et à la chute des feuilles en une station déterminée, on a la représentation graphique de la durée de la période végétative dans cette station. C'est ce qui a été fait dans la figure ci-jointe, pour le nord de la Laponie. (Pendant



la durée de la période végétative (représentée par une ligne brisée, page 249), la moyenne de température varie entre 8° et 9°. Pour simplifier le graphique on n'a tracé la ligne reliant les dates de feuillaison et de chute des feuilles que pour une seule station (nord de la Laponie). Le lecteur pourra tracer lui-même ces lignes pour les différentes stations (Schonen, Jönköping, Upsal, Westerboten; pour Dresde la chute des feuilles n'a pas été indiquée). Il apparaîtra alors clairement que ces lignes tendent à se rapprocher de plus en plus de l'horizontale au fur à mesure qu'on descend vers le sud). Il serait intéressant d'établir le même graphique avec les températures observées au soleil, comme Hoffmann les a notées à Giessen; nous aurions peut-être ainsi des chiffres plus exacts, surtout si l'on faisait la somme des

températures journalières ; malheureusement la chose n'a pas été faite.

La moyenne des températures à l'ombre nous prouve bien que les sommes de températures dévolues à chaque arbre sur les limites septentrionale et méridionale de son aire, sont très inégales. On le voit par les différences de surfaces des figures obtenues en joignant comme précédemment le point marquant la feuillaison à celui marquant la chute des feuilles. On juge ainsi mieux les lois des phytoisothermes de Grisebach, telles qu'il les a établies dans *La végétation du Globe*, T. I, p. 78.

Grisebach était d'abord parti de ce principe que la période végétative des forêts boréales correspondait à peu près partout à la même moyenne de température (c'est ce qu'il appelait le *Phytoisotherme*). Il croyait, par exemple, que les trois mois d'été de Jakoutsk (température moyenne, 13°2 R.) étaient équivalents aux 8 mois de période végétative de Bordeaux (température moyenne, 13°9 R.). Plus tard, cet auteur remarqua que sur les limites septentrionales, ces températures élevées n'étaient pas atteintes ; par exemple à Alten (Laponie), la moyenne n'est que de 9°5 R. Les courbes thermiques de Scandinavie nous montrent que la moyenne de température de la période végétative diminue progressivement du Sud au Nord ; car si le début de la végétation se produit à des températures à peu près égales pour les différentes latitudes, dans les pays plus chauds, ces températures atteignent bientôt une valeur plus considérable, et de même la période végétative s'y achève avec des températures moins basses. Les calculs effectués avec les températures observées au soleil rendraient probablement cette différence plus sensible encore.

Nous pouvons conclure que la limite climatologique des arbres du Nord doit se trouver là où le début de la phase de développement (feuillaison 9° C.) arrive si près du point culminant de la courbe de température annuelle que le développement ultérieur de l'arbre coïnciderait avec une courbe de température descendante. En Laponie, après cette phase de début, il y a encore 40 jours de température croissante ou du moins stationnaire ; puis 50 jours de température décroissante jusqu'à la chute des feuilles. En disant que pour un arbre la durée de la période végétative ne peut s'abaisser au-dessous de 3 mois, Grisebach exprime en fonction du temps la même idée qu'on exprime d'ordinaire en sommes de température.

### Les Buissons et les Broussailles

Les forêts dont il vient d'être question sont supérieures aux autres formations en ce qu'elles constituent à la surface du globe le tapis végétal le plus épais qui, à certaines places, permet à d'autres formes végétatives de s'établir comme formations accessoires. Dans les clairières des bois se montrent les plantes frutescentes et semi-frutescentes et de nombreuses herbes vivaces ; les graminées sont abondantes là où, comme dans les bois de bouleaux, le feuillage est assez peu touffu pour laisser pénétrer la lumière. Quelques espèces d'arbres particulièrement résistantes constituent des formations spéciales adaptées à un substratum particulier ; elles recouvrent les rochers, enfonçant leurs racines dans le tapis de mousse, s'aventurent jusque dans la steppe et les marais, et même dans les eaux douces ou saumâtres. Mais là où les conditions de végétation sont moins favorables aux arbres qu'aux autres formes végétatives, ces dernières prennent le dessus et constituent des formations indépendantes qui sont les *buissons* et les *broussailles*, agglomérations de petites *plantes ligneuses*, les *formations de graminées* et de *plantes herbacées*, agglomérations d'herbes vivaces non ligneuses.

Nous appelons *buissons* (1) des associations de grandes plantes frutescentes croissant en massifs, très feuillues, et dont le tronc, généralement mince, qui n'atteint que rarement la grosseur de celui d'un arbre, s'allonge pendant très longtemps (*Crataegus*, *Prunus spinosa*, *Staphylea pinnata*, *Sambucus racemosa*, *Lonicera xylosteum*, *Ligustrum vulgare*, *Corylus avellana*). Nous donnons le nom de *broussailles* à des associations de plantes semi-frutescentes basses (*Calluna*, *Myrtillus*, *Erica tetralix*, *E. cinerea*, *Ulex nanus*, *Rhododendron ferrugineum*, *Ledum palustre*, *Cotoneaster*, *Salix hastata*, *S. Myrtilloides*, etc.). Ces dernières sont souvent dépassées en hauteur par de grandes plantes herbacées, mais elles sont caractérisées par un tronc et de grosses branches ligneuses, qui portent de nombreux rameaux feuillés ou fleuris et qui meurent après un certain nombre de périodes végétatives ; d'où il suit qu'elles n'atteignent jamais une taille très haute et que les massifs qu'elles forment ne sont jamais très touffus. Jusqu'ici on n'a pas essayé d'établir une délimitation biologique

(1) Voir plus haut. p. 54.

plus précise entre les petits arbres, les plantes frutescentes grandes et petites et les plantes semifrutescentes, et l'on s'est contenté des dénominations courantes, indiquant les traits essentiels de ces formations. Les différences sur lesquelles on pourrait fonder une nomenclature nouvelle seraient surtout le mode de développement de l'axe principal, et la présence de rhizomes rampants ou de rejets souterrains comme on en trouve dans beaucoup de plantes semifrutescentes. La difficulté de donner à ces termes toute la précision désirable est bien évidente, quand on voit des arbres forestiers se déprimer au point de constituer des buissons, comme c'est le cas pour les chênes *Quercus pedunculata* dans le Schleswig-Holstein (1).

Pour donner une idée générale des formations de buissons, nous reproduisons ici un passage de Grisebach (*in* Neumayr *Anleitung*, etc.) : « C'est souvent dans les climats subtropicaux que les formations de buissons atteignent leur plus grand développement et qu'on leur a donné les noms les plus divers. Elles présentent beaucoup de variétés, tant au point de vue de leur taille et de la nature de leur feuillage, qu'à celui des formes végétatives qui entrent dans leur constitution. Les formations accessoires qui les accompagnent y sont bien moins développées que dans les forêts, car les plantes frutescentes recouvrent généralement le sol d'un tapis épais. Dans quelques cas des arbres isolés ou en groupes viennent s'y mêler, dominant de leur haute taille les buissons. Le mélange de différentes formes végétatives est bien plus rare dans les buissons que dans les forêts, attendu qu'ils sont constitués par une multitude d'individus de la même espèce, ou bien lorsqu'ils résultent de l'association de diverses plantes frutescentes, les organes végétatifs présentent bien plus d'uniformité que dans les arbres.

Étant donné qu'on a fait souvent allusion au rôle physiognomique des plantes frutescentes, c'est bien ici l'endroit de rappeler les dénominations attribuées par Grisebach aux différentes variétés de ces végétaux. La forme du *Rhamnus* a des feuilles flexibles caduques ; à cette forme se rattache celle du *Sarule* dont le feuillage est plus petit. La forme du *Pin de montagne* est celle des conifères formant buisson à feuilles aciculaires, rai-

(1) Le lecteur trouvera développées dans ma Géographie botanique de l'Allemagne (*Deutschland's Pflanzen Geographie* Engelhorn, Stuttgart, 1895) actuellement en cours d'impression, les idées que je ne fais qu'indiquer ici.

(Note de l'auteur).

des, persistantes. La *forme de Myrte* est caractérisée par des feuilles *petites* (au-dessous de 2 centimètres de longueur), raides, persistantes, d'un vert brillant. La *forme de l'Oléandre* présente des caractères analogues, mais les feuilles sont *plus grandes* (au-dessus de 2 centimètres). La *forme du Tamaris* correspond à des arbustes à feuilles non étalées de très petites dimensions, ressemblant à des écailles (ex. : le *Cyprès*). La *forme d'Oschur* a des feuilles raides, d'un vert bleuâtre, très fortement protégées contre la sécheresse. La *forme de Protéacées* présente des caractères analogues.

Il est encore quelques autres formes de plantes frutescentes chez lesquelles l'extrême réduction ou la suppression des feuilles constitue un mode de protection contre la sécheresse, très efficace et très différent de celui des plantes frutescentes à feuillage persistant, raide et coriace ; ce sont les formes de *Casuarina*, celle de *Spartium*, à laquelle se rattachent de nombreuses espèces européennes, notre Genêt à balai, *Sarothamnus scoparius* et beaucoup de formes méditerranéennes ; enfin les formes de *buissons épineux*, c'est-à-dire les buissons et les broussailles formés d'arbustes ou le feuillage est arrêté dans son développement par la formation d'épines qui demeurent vertes tandis que les petites feuilles tombent rapidement (*Colletia Crucjata*). Il faut ajouter à ces formes celles des *plantes grasses* buissonnantes.

Si on considère les formes de végétation distinguées par Grisebach, au point de vue biologique de l'adaptation d'organes à des conditions climatiques déterminées, il va sans dire qu'on ne devra pas tenir compte des différences dans la taille des feuilles, ni des différences de valeur morphologique. En outre des caractères distinctifs que nous avons donnés pour les buissons et les broussailles, il ne faudra prendre en considération que les caractères climatiques des plantes frutescentes. Il faudra bien distinguer si c'est la chaleur du printemps ou bien la pluie qui détermine la feuillaison, ou si ces plantes ont au contraire des feuilles séveuses persistantes, ou bien si leurs feuilles toujours vertes disposent de moyens protecteurs spéciaux contre la sécheresse, ou bien enfin si, comme les buissons de Conifères des régions septentrionales, les Eriacées frutescentes ou semifrutescentes, elles portent des feuilles persistantes résistant au froid. Nous devons rattacher à cette classe les *buissons non feuillés*, si caractéristiques des climats des steppes et des déserts subtropicaux. Il est à remarquer que des buissons toujours verts montent avec des formes naines jusqu'aux régions les plus septentrionales et ne sont pas remplacés par des espèces à feuilles caduques de la même famille, comme c'est le cas pour les Conifères arborescentes où l'on voit le

Mélèze perdre ses feuilles. En effet, ce sont justement les Ericacées les plus septentrionales (*Rhododendron*, *Phyllodoce*, *Cassiope*), qui ont de fortes et larges feuilles persistantes ces plantes s'avancent dans les régions arctiques beaucoup plus haut que les Conifères ; de même de hauts buissons toujours feuillés se trouvent dans la région des forêts du nord, où les arbres perdent leurs feuilles à l'automne, et au nord-ouest de l'Europe, l'*Ilex aquifolium* dépasse de beaucoup la limite des arbres toujours verts (même celle du *Quercus Ilex*). Ni les froids de l'hiver, ni la sécheresse des steppes subtropicales n'ont d'action aussi marquée sur le rétrécissement des aires des plantes frutescentes et suffrutescentes que sur celle des arbres.

Les types de formations de ces plantes seraient donc très nombreux, étant donnée leur aire très vaste, si leur autonomie était plus accentuée dans les forêts humides des tropiques et si, d'autre part, dans la région subtropicale et tempérée, elles n'étaient, pour ainsi dire, que des forêts en raccourci. Les seules formes nouvelles qu'elles possèdent sont celles des buissons épineux, des plantes charnues aphyllées et des plantes des steppes très résistantes à la sécheresse, ou encore celle des buissons feuillés toujours verts, accoutumés aux froids intenses.

Ce qui arrive à rompre la monotonie des formations de plantes frutescentes et suffrutescentes, c'est la variété des types systématiques qui entrent dans leur constitution. Ici la diversité est peut-être plus grande encore que dans les forêts, ce qui peut s'expliquer par l'étendue de l'aire de ces formations. A peine peut-on donner une caractéristique rapide des principales familles qui y figurent, car il est des genres de Composées, Salsolacées, Verbénacées, etc., très largement représentés dans ces buissons et dont les genres voisins se trouvent dominants dans d'autres formations.

Nous allons, par quelques exemples, chercher à donner une idée de l'extrême variété de ces végétaux.

Les formations de buissons et de broussailles sont déjà assez développées dans les climats à hiver froid ; le *Pinus montana* des régions montagneuses de l'Europe centrale est remplacé en Sibérie par une variété buissonnante de *Pinus Cembra* ; différentes espèces de Genévriers (*Juniperus*) constituent des formations indépendantes, tant dans les plaines que sur les montagnes. En dehors de ces Conifères à feuilles persistantes, on trouve des Ericacées, les Roses des Alpes, représentées dans l'Himalaya, en Asie orientale et dans le nord de l'Amérique par des buissons beaucoup

plus vigoureux du même genre *Rhododendron*, qui se montre également dans la région du Pont sous la forme d'Azalées à feuilles caduques (ex. : *Rhododendron flavum*). La famille des Ericacées nous offre un grand nombre d'autres formations analogues : les Bruyères, représentées chez nous par les *Erica* et le *Calluna vulgaris* et dont le nom même éveille l'idée d'Ericacées vivants en troupes. Les buissons de myrtilles et d'airelles (*Vaccinium*) nous en fournissent de nouveaux exemples : les premiers ont des feuilles caduques, les seconds des feuilles persistantes.

Ces formations de sous-arbrisseaux qui ne perdent pas leurs feuilles dépassent de beaucoup le cercle polaire et l'on a vu ci-dessus (p. 15), à propos du Groenland, que même dans le haut Nord ces plantes présentent des dispositions protectrices contre la sécheresse. De grands buissons feuillés en été sont rares dans les régions florales du Nord, à l'exception de ceux qui constituent le sous-bois des forêts. Citons cependant les suivantes : les oseraies sur le bord des fleuves et des lacs ; d'autres formations de saules où figurent des espèces alpines absolument différentes, au-dessus de la limite des arbres dans les montagnes (*Salix herbacea*, *S. reticulata*, *S. retusa*, etc.) ; des aunaies (avec *Alnus viridis*) ; dans les mêmes régions enfin les buissons épineux avec *Crataegus*, *Prunus*, *Rosa* et *Rubus*, qui forment parfois d'épais massifs. Les Légumineuses de la section des Génistées constituent en Europe d'autres formations spéciales : le genêt à balais *Sarothamnus scoparius*, les Ajones, avec *Ulex europæus* et *nanus*, viennent dans l'ouest de l'Europe se mêler aux Bruyères et les remplacer sur certains points, arrivant ainsi à constituer des formations indépendantes.

Si, quittant ces formations en Europe moyenne, nous passons dans le bassin de la mer Méditerranée et en Orient, nous les retrouvons avec les *maquis* qui atteignent, dans ces régions, un développement considérable et sont très caractéristiques. Ces maquis résultent du mélange d'un grand nombre d'espèces appartenant aux familles les plus diverses, Myrte, Laurier, Olivier, *Phylliræa*, Laurier-rose ; bruyère en arbre (*Erica arborea*), Arbousier (*Arbutus* Ericacées) ; *Cistus*, *Pistacia* (Lentisques) ; *Buxus* (Buis). Toutes ces formes différentes ont des feuilles persistantes luisantes et coriaces. Il peut arriver que l'une des espèces précitées domine seule (ex. : *Cistus ladaniferus*, arbuste à petites feuilles persistantes qui, en Espagne, dans la Sierra-Morena,

s'étend sur des milles carrés. — (Voir Grisebach, *Vég. du Globe*, traduction française, t. I, p. 403). — Le mélange est encore plus grand et les espèces plus nombreuses dans les buissons toujours verts, connus en Australie sous le nom de *Scrubs* et sur lesquelles nous aurons à revenir dans la cinquième partie. Ils sont principalement formés par des Légumineuses (*Acacia*, *Orylobium*, *Chorizema*), des Myrtacés (*Eucalyptus*, *Leptospermum*), des Protéacés, des Thyméléacés (*Pimelea*), des Epacridés, des Myoporacés. Les divers maquis du bassin de la mer Méditerranée possèdent rarement les mêmes familles et les genres diffèrent dans ces formations d'une contrée à une autre.

Les formations frutescentes de la colonie du Cap auxquelles les colons hollandais ont donné le nom de *Bosjes* et qui s'étendent à l'intérieur du pays aussi loin que les pluies régulières se produisent, ressemblent davantage aux formations d'Ericacées européennes « Etendue de la côte jusqu'aux plaines de Karroo, la végétation frutescente détermine la physionomie du pays. Sur la majorité des points, les buissons déprimés ne se trouvent pas assez agglomérés pour masquer complètement le sol nu ou pour ne pas laisser place aux herbes diverses, aux végétaux bulbeux et aux plantes grasses. C'est dans la contrée littorale de l'ouest ainsi que sur les montagnes auxquelles elle se rattache que le caractère mixte des espèces frutescentes est le plus prononcé. Une réunion sociale de la même espèce est au nombre des phénomènes rares. Cependant on voit, près de la ville du Cap, quelques espaces isolés uniformément revêtus de certaines Ericées et Protéacées. » (Griseb., *V d. G.*, trad. franç., II, p. 182.)

Au Brésil une formation de buissons connue sous le nom de « *Carrascos* » recouvre seul dans les Campos de vastes espaces. Ces buissons sont bas, et un homme à cheval peut facilement voir par dessus; les « *Carrasceinos* » sont plus élevés et atteignent de 6 à 9 mètres de hauteur; ils sont caractérisés par l'*Acacia dumetorum* mêlé à des Mélastomacées et à des Myrtacées (*Eugenia*). Si maintenant nous passons à ces types de buissons et broussailles résistants à la sécheresse et pouvant croître dans des sols pierreux qui établissent la transition, avec les formations des steppes proprement dites, c'est dans les Euphorbiacées d'Afrique que nous en trouvons l'exemple le plus remarquable. Les Euphorbes à tiges succulentes sont ramifiées comme des genêts, mais atteignent la taille de petits arbres; leurs branches, grosses comme les grands *Cereus* que nous cultivons

dans nos serres, sont incurvées vers le haut et leur donnent l'aspect de grands candélabres; elles sont dépourvues de feuilles mais armées d'épines et forment de hauts buissons inextricables. M. Paulitschke a décrit et figuré (Globus, 1889, tome 56, n° 2), les haies que ces végétaux peuvent former autour des exploitations agricoles et dans lesquelles on ménage des portes d'accès. En certains points des hautes Andes du Chili, on rencontre une brousse épineuse de Cactées; ces plantes (qui la remplacent les Euphorbiacées), de même que les Composées frutescentes qui les accompagnent, sont souvent couvertes de poils laineux. Les buissons épineux des régions basses du nord du Chili sont connus sous le nom d'*espinales* et sont constitués par des Rhamnées (*Colletia*), dont les branches toujours vertes, armées d'épines, s'enchevêtrent les unes dans les autres au milieu des Cactées et des formes spéciales de Broméliacées adaptées à la vie dans des climats très secs.

Dans la République Argentine, les buissons de Chañar (*Gourliea decorticans*, Légumineuse-Sophorée), sont très répandus et constituent à Mendoza les formations très importantes, que Lorentz décrit en ces termes : « Comme dans nos bois et dans nos marais les buissons de Myrtilles forment de petits monticules isolés entre lesquels l'eau qui ruisselle met à nu la surface du sol, ainsi se présentent dans la République Argentine, ces buissons bas d'un vert gai. Mais que le voyageur se garde bien de s'y reposer; ces plantes, dont le feuillage rappelle celui du Mimosa, sont armées de cruelles épines et presque imprenables. Elles recouvrent jusqu'à Chañar de vastes surfaces ondulées les plus sèches et les plus désolées qu'on puisse voir. — Une Verveine (probablement *Verbena Juniperina* var. *campestris*), également dure et épineuse, se mêle à ces Mimosées. A part cela, on ne trouve que quelques rares Graminées, des buissons de Retamo, un *Ephedra*, un Palmier buissonnant, des *Cactus*, des *Opuntia* aux fleurs jaunes ou de grands *Mamillaria*, qui se trouvent sur presque toutes les collines et viennent encore ajouter au caractère « épineux » de l'ensemble. Cette forme de végétation, comparable à celle des bruyères, est une des plus tristes et des plus stériles qu'il y ait.

Au nord du Mexique, dans l'Arizona et le Texas, les formations épineuses sont représentées par les *Chaparals*, autres buissons de Mimosées, et par les fourrés de Mezquite (*Prosopis glandulosa*, *P. pubescens* et autres), dont les fruits sucrés et le bois sont utilisés

par les indigènes. A l'ouest du Rio Colorado, les buissons auxquels vient se mêler le *Larrea mexicana*, une Zygophyllée frutescente dont la résine répand dans l'air une insupportable odeur de érésote, croît dans ces buissons, et modifie un peu leur caractère en jetant sa teinte d'un vert brillant sur ces étendues stériles. — Dans le sud de l'Afrique, au nord de la colonie du Cap, les buissons épineux s'étendent sur les terrasses de Karoo, où ils remplacent les Eriacées. Le buisson dominant, qui ne dépasse pas cinquante centimètres de hauteur, est formé par une Composée *Elytropappus Rhinocerotis*, qu'accompagnent quelques plantes grasses (*Mesembryanthemum*), des Zygophyllées et des plantes bulbeuses.

Rappelons, enfin, que ces contrées possèdent également de hauts buissons se rattachant aux forêts tropicales humides et qui sont formés de Bambous, de Palmiers-roseaux de petite taille à tronc lisse et épineux, de plantes frutescentes toujours vertes, de grandes herbes vivaces et de plantes grimpanes. Ces formations, qui semblent la terminaison des forêts tropicales, n'ont malheureusement pas encore été l'objet d'études assez attentives.

Pour finir nous indiquerons, par ordre de familles, les plantes qui prennent la plus large part à la formation des buissons et des broussailles.

*Légumineuses.* — Cette famille, qui est représentée dans presque toutes les formations et qui est répandue sur toute la terre, possède un nombre très considérable d'espèces dont nous avons déjà cité quelques-unes. Divers genres monotypes comme par exemple, le *Gourliea decorticans* dans la région des Chañar de la République Argentine, jouent dans le domaine qu'ils occupent un rôle très important.

*Rosacées.* — Quelques tribus de cette famille très nombreuse où l'on compte environ 1500 espèces, apportent un très fort contingent aux buissons de la flore boréale où ils ont généralement des feuilles caduques. Citons : les *Rubus* qui appartiennent à la catégorie des buissons épineux et qui sont répandus sur toute la terre, à l'exception des régions très froides ; les *Rosa*, limitées aux flores boréales, et la série des Pomacées, avec les genres *Pyrus*, *Cratægus*, *Cotoneaster*, *Photinia*.

*Myrtacées.* — On y compte de nombreux genres d'arbrisseaux à feuilles persistantes, dont la répartition a été étudiée ci-dessus (voir p. 176).

*Composées.* — Cette famille ubiquiste se montre en de nombreux points des régions tropicales sèches, en particulier dans les flores australes, sous la forme de hauts buissons ; citons par exemple : les *Baccharis* (300 espèces américaines, de la Virginie jusqu'à la République Argentine) ; les Oléariées, voisins des *Aster*, en Australasie, les *Elytropappus*, *Senecio*, *Euryops*, etc., au sud de l'Afrique.

*Caprifoliacées, Cornacées.* — Les buissons se rattachant à cette famille sont plus bas et se montrent surtout dans les flores boréales avec les genres suivants : *Cornus* (le genre *Griselinia* est austral), *Viburnum*, *Lonicera*. — La famille voisine des *Rubiacées* compte dans les régions tropicales et subtropicales de nombreux arbustes buissonnants.

*Oléacées-Jasminées.* — Possèdent à elles deux, environ 300 espèces de plantes ligneuses, de petite taille pour la plupart et répandues dans toutes les flores, et de plus quelques grands arbres comme le Frêne (*Fraxinus*). Les genres *Jasminum*, *Olea*, *Phillyrea*, *Ligustrum*, *Syringa*, *Forsythia*, sont les plus connus.

*Myrsinées, Sapotacées, Diospyracées.* — Ces familles comptent de nombreuses plantes frutescentes dans les flores tropicales ; beaucoup moins dans les flores subtropicales.

*Éricacées.* — La répartition de cette famille, très importante au point de vue qui nous occupe, a été étudiée plus haut (p. 170). Ses représentants, la plupart à feuilles persistantes, jouent un rôle physiologique considérable dans les flores boréales.

*Epacridées.* — Cette famille est limitée à l'Australasie, sauf un genre qui se trouve dans la Terre-de-Feu ; les autres se montrent en Australie (300 espèces), en Nouvelle-Zélande, en Nouvelle-Calédonie et dans les îles Sandwichs. Cependant c'est dans l'Australie occidentale et orientale, et dans la Terre-de-Van Diemen, que ces plantes qui remplacent nos bruyères sont les plus nombreuses. La plupart des espèces sont des plantes sociales des régions côtières humides, où elles forment les buissons connus sous le nom de *Scrubs* ; d'autres croissent sur les dunes de sables désertiques, d'autres enfin montent jusqu'à 1,000 et 2,000 mètres d'altitude, ou en troupes dans les tourbières.

*Terebenthinées.* — Sous ce nom, on comprend plusieurs familles comptant un grand nombre de genres importants. Les Citracées (Aurantiacées), habitent pour la plupart les régions tropicales ; les *Citrus* proprement dits sont indiens. Les Rutacées comptent un grand nombre de sous-arbrisseaux odoriférants, parmi lesquels : les Diosmées au Cap (*Agathosma*, 100 espèces), les Boroniées, en Australie et en Nouvelle-Calédonie, le genre *Ruta* proprement dit, dans le domaine de la Méditerranée et en Orient. Les Zanthoxylées (*Zanthoxylum*, 110 espèces), se trouvent principalement dans la région tropicale ou dans la région subtropicale chaude et sèche. Les Anacardiées comptent environ 430 espèces parmi lesquelles beaucoup d'arbres ; le genre principal *Rhus* (Sumac), comprend à lui seul environ le quart de l'ensemble de la famille. C'est le seul qui se trouve également développé dans l'hémisphère nord et l'hémisphère sud, avec des sections spéciales à chacun d'eux ; il a été l'objet d'un remarquable travail de M. Engler (*Botan. Jahrb.*, T. I, p. 407). Dans la région méditerranéenne, il faut surtout citer les genres *Cotinus* et *Pistacia*.

*Rhamnacées, Ilicinées, Celastracées.* — Environ 1000 plantes ligneuses ; quelques genres très importants pour l'Europe moyenne au point de vue

des formations de buissons (*Rhamnus* Nerprun, 70 espèces, en Europe, en Asie, en Amérique tempérée et chaude; *Evonymus*, Fusain, 45 espèces principalement boréales, *Ilex*, Houx, 173, sur tout le globe, sauf dans les climats froids). Le genre *Celastrus* (73 espèces), se trouve en Espagne, à Madagascar, dans le N. de l'Amérique et en Australie. Parmi les Rhamnées il faut citer les genres : *Ceanothus* dans le N. de l'Amérique, *Phytica* au sud de l'Afrique, *Pomaderris* et *Cryptandra* en Australie et en Nouvelle-Zélande, et enfin les *Colletia* qui forment des buissons épineux en Amérique méridionale.

*Ternstroemiacées*. — Famille surtout intertropicale; les arbrisseaux les plus connus sont originaires de l'Asie orientale : *Camellia*, *Thea*, *Eurya*, *Actinidia*.

*Berbéridées*. — Environ 100 Berbéridées forment de nombreux buissons en Europe, en Asie, en Amérique.

*Elæagnacées*, *Thymélacées*. — La première, petite famille boréale descendant jusqu'en Australie, comprend les genres *Elæagnus*, *Shepherdia* (Amérique du Nord), qui sont des arbustes aux feuilles couvertes d'écaillés d'un blanc argenté. La seconde (400 espèces), est représentée dans l'ancien monde par les genres *Daphne* et *Thymelea*, au sud de l'Afrique, par les genres *Gnidia* et *Struthiola*, dans les Scrubs australiens par le genre *Pimelea*.

*Protéacées*. — Voir ci-dessus (p. 178), ce qui a été dit sur cette famille très importante, au point de vue des buissons d'Australie et du Cap. On sait qu'elle compte en outre de nombreux arbres forestiers.

*Salicinées*. — Les Saules au nombre de 160 avec beaucoup d'hybrides et de variétés sont des arbres, des sous-arbrisseaux rampants dans les régions arctiques et alpines, et surtout des arbrisseaux. Ils sont répandus sur tout le globe à l'exception de la Malaisie et de l'Australie.

A ces familles d'arbrisseaux et de sous-arbrisseaux, il conviendrait d'adjoindre celles composées d'arbres de formes basses précédemment citées à propos des formations forestières. Malgré cela cette énumération resterait encore très incomplète, car nous n'avons voulu ici que montrer la grande diversité systématique des arbrisseaux et sous-arbrisseaux buissonnants, diversité que nous avons déjà fait ressortir à propos des forêts, et qui est intéressante à opposer à la constance relative de la *forme* qui, au point de vue de la physionomie des régions, est seule à considérer.

### Les formations de Graminées et de Plantes herbacées vivaces.

Après les plantes ligueuses, il nous reste à étudier les plantes herbacées vivaces. Les plantes annuelles ne constituent jamais, autant qu'on sache, de tapis végétal continu et ne figurent dans les formations que comme éléments accessoires. Ces végétaux vivaces se divisent en deux grands groupes très différents aussi bien par le rôle qu'ils jouent dans le paysage que par leurs caractères biologiques; ce sont les sporophytes, d'une part, les phanérogames d'autre part.

Les herbes vivaces qu'on désigne d'ordinaire par le signe (Z) nous offrent de bien plus grandes variétés biologiques que les sous-arbrisseaux (S), les arbrisseaux (S) et les arbres (S). Il nous faut ici rappeler, en les complétant, les faits exposés page 66, touchant le caractère de ces herbes. Ces plantes ne peuvent influencer d'une manière notable la physionomie d'une région que lorsqu'elles restent longtemps visibles. L'*Epipogium Gmelini* est une herbe vivace; mais il n'est visible extérieurement que pendant un temps très court. C'est le contraire pour les *Festuca*, *Deschampsia* et autres graminées vivaces, qui ne restent entièrement cachées dans le sol que pendant quelques semaines. Voilà pourquoi les herbes vivaces les plus importantes au point de vue qui nous occupe sont les herbes à feuilles persistantes.

L'hiver surprend les prairies dans leur robe d'un vert fané qui, sitôt après la fonte des neiges, commence à reverdir à nouveau; mais les jeunes feuilles ont déjà leur place marquée d'avance dans les touffes qui sont restées au-dessus du sol. Tel est du moins le cas pour les herbes qui constituent le fond même de la végétation de la prairie. Mais il n'en est pas toujours ainsi. Les Colchiques, par exemple, dont la floraison dans nos prairies à l'automne est si rapide et si éphémère, reparaissent au printemps avec leurs feuilles et leurs fruits, pour disparaître de nouveau à la fin de l'été. Les Narcisses, les Safrans (*Crocus*), les Scilles fleurissent tous de très bonne heure, gardant leurs feuilles jusqu'au commencement de l'été; mais alors toutes les parties visibles de la plante disparaissent, et il ne reste plus que des bulbes cachés sous terre. Ces plantes seraient incapables de constituer à elles seules des formations durables; ce n'est que sous la protection d'autres végétaux qu'elles peuvent conserver leur place. A cet égard, les familles

les plus importantes sont celles des Graminées et des Cypéacées, autant du moins pour ces dernières qu'elles peuvent par l'enchevêtrement de leurs rhizomes constituer des gazons. Ce sont elles qui recouvrent les plus vastes espaces, pénétrant même avec les broussailles jusqu'au cœur des steppes. On donne le nom spécial de *formations de graminées* aux prairies recouvertes par ces plantes, auxquelles viennent s'ajouter des Cypéacées et des Joncacées. Parmi les formations d'autres plantes herbacées sociales, on peut distinguer deux catégories d'après la vigueur de leur croissance. Celles qui se rapprochent le plus des plaines à Graminées sont les *herbages*, gazons épais formés de plantes basses à rhizomes courts ou rampants, émettant au dessus du sol de larges rosettes feuillées vivaces. Ces plantes appartiennent, pour la plupart, à des familles dicotylédones et souvent des gazons de graminées ou des sous-arbrisseaux (comme la bruyère) les accompagnent. Les formations d'herbes vivaces proprement dites ou plus exactement les *formations de hautes herbes*, sont caractérisées par des plantes de haute taille à feuilles éparses, dont la tige s'élève rapidement au début de la période végétative ; ces plantes ont peu d'apparence pendant la saison de repos. On peut citer comme exemple le *Digitalis purpurea*, l'*Epilobium angustifolium* des contrées montagneuses de l'Allemagne ou encore, parmi les monocotylédones, les *Veratrum* et le *Lilium bulbiferum*. Ces plantes peuvent très bien s'associer à quelques graminées, mais celles-ci sont, pour l'ordinaire, spécifiquement différentes de celles qui composent les gazons des prairies.

Ce serait d'ailleurs une erreur de croire ces formations strictement limitées les unes par rapport aux autres ; il y a entre elles de nombreux intermédiaires, et l'on voit souvent de grandes plantes herbacées, comme par exemple les Ombellifères (*Heracleum*, *Angelica*), dans nos plaines à graminées.

On le voit, au point de vue biologique, il n'y a aucune différence fondamentale entre les Graminées et les plantes herbacées vivaces, dont les restes, renfermant les bourgeons dormants, passent l'hiver au-dessus du sol. Toutefois les Graminées, et les Cypéacées qui, à cet égard, leur ressemblent beaucoup, ayant un habitus tout à fait spécial, la différence physiologique entre ces deux ordres de formations, graminées et cypéacées d'une part, herbes vivaces d'autre part, est très sensible. De même que les herbes vivaces de différentes tailles pénètrent dans les gazons de graminées, de même celles-ci viennent se mêler aux formations herbacées, et ce mélange est souvent tellement intime qu'il est difficile de déterminer l'élément principal.— La division des formations d'herbes vivaces proposée

dans le livre de Neumiayr (*Anleitung*, etc., tome II, p. 174), et fondée sur la présence au milieu de ces herbes de sous-arbrisseaux, de graminées, de mousses ou de lichens, ne me paraît pas très heureuse; car, si ces mélanges changent l'aspect des formations, ils ne peuvent les caractériser; attendu que ce sont les conditions mêmes de vie de la formation principale qui déterminent l'introduction de tels ou tels éléments accessoires. Par conséquent, étant donné que les herbages des Alpes, par exemple, réalisent le mélange précédent, qu'on y trouve à la fois des sous-arbrisseaux, des graminées, des mousses et des lichens, on ne voit pas bien la valeur et la nécessité de cette division. Par contre, le fait que le sol est recouvert de plantes herbacées basses qui, en s'entremêlant, forment un épais tapis, ou par des fourrés de grandes plantes herbacées, constitue une différence réelle. M. Kerner donne à la première catégorie le nom de « *plantes feu-trantes* »; la seconde correspond aux herbes vivaces proprement dites, c'est-à-dire, dans le sens le plus courant, à des végétaux non ligneux à longues pousses, et même (par extension, mais à tort) à des arbrisseaux comme le Noisetier; c'est ce qui constitue à proprement parler la *formation d'herbes vivaces* (*Gestaüde*).

*Formations de Graminées.* — Pour les formations constituées principalement par des Graminées et, dans certains cas, par des Cypéracées, avec adjonction possible, à titre d'élément accessoire, de toute espèce de plante herbacée vivace, de sous-arbrisseaux, d'arbrisseaux et même de petits arbres, nous établirons les divisions suivantes :

A. Formations de plantes soumises au repos hivernal, conservant leur couleur verte pendant la saison chaude. Comme éléments accessoires : des herbes vivaces, des sous-arbrisseaux, des mousses. Pas d'arbres. Gazons de graminées continus.

a. Les Graminées dominant, constituant des gazons courts : *Prairies*.

b. Les Cypéracées dominant, *Carex*, gazons ras recouvrant le sol humide et où les racines et les rhizomes enchevêtrés constituent une sorte d'humus plus ou moins semblable à de la tourbe : *Marais à graminées, prairies marécageuses*.

B. Formations soumises au repos hivernal; les plantes se dessèchent pendant les grandes chaleurs; éléments accessoires : grandes plantes herbacées vivaces souvent très tomenteuses ou aromatiques, plantes tuberculeuses ou bulbeuses, buissons secs; gazons discontinus : *Steppes à graminées*.

C. Formations dont la période de repos correspond à la saison sèche, après laquelle les touffes de Graminées s'élèvent très rapidement; éléments accessoires : arbres avec leurs épiphytes pourvus de moyens protecteurs contre la sécheresse : *Savanes*.

La famille des Graminées (1), qui comprend près de 300 genres et au moins 3,500 espèces (quelques auteurs estiment ce chiffre trop faible), est non seulement une des plus vastes du règne végétal, mais aussi une des plus répandues. Ces plantes se montrent depuis le haut nord jusqu'aux îles antarctiques, dans les steppes comme dans les marais, dans les régions tropicales humides aussi bien que sur les montagnes jusqu'à la limite des neiges.

La plupart des sections de cette famille ne sont pas localisées à des domaines restreints. Les Bambusées, par exemple, caractérisent les régions tropicales en général et s'y mêlent à des plantes plus limitées dans leur extension. Sur leurs 23 genres, 2 seulement appartiennent à la fois à l'Ancien et au Nouveau-Monde; les uns jouent un rôle important dans les forêts tropicales; les autres — comme dans les Andes — constituent des formations frutescentes continues *Carizales*. Les autres tribus sont réparties plus uniformément, affectionnant de préférence tantôt les régions chaudes, tantôt les régions froides. Ainsi les *Festuca Avena*, *Hordeum* habitent surtout la zone tempérée de l'hémisphère Nord; les *Panicum* et *Andropogon*, les régions tropicales et subtropicales. De même la petite tribu des Oryzées, qui ne compte presque que des espèces tropicales et subtropicales, possède cependant dans l'Ancien-Monde un genre (*Leersia*) dans la zone tempérée de l'hémisphère Nord, et le *Zizania aquatica*, (Riz-Tuscarora), dans la région des grands lacs américains et au Nord-Est de l'Asie. M. Hackel, dans sa récente révision des Graminées, remarque qu'il n'y a pas une seule tribu limitée à *un seul* hémisphère, et pas un seul *grand genre* localisé à une région florale. — Cette famille doit donc présenter une grande variété d'adaptation aux différents climats et s'accommoder de conditions locales très diverses. Ajoutons qu'en dehors des formations composées exclusivement ou principalement de Graminées, cette famille compte encore de nombreux représentants dans les eaux courantes ou stagnantes, dans les forêts, les steppes, etc. M. Güntz a récemment étudié les différences anatomiques des Graminées des plaines dans les différents climats (2). Il a montré que, à part les Bambous, les Graminées des prairies, celles des steppes et celles des savanes correspondaient à autant de types bien tranchés. Toutefois les conclusions de cet auteur ne correspondent pas absolument avec la théorie géographique des formations d'après laquelle les steppes à Graminées ne sont pas représentées dans le domaine arctique, ni les prairies de Graminées au Soudan. Il serait à désirer que l'étude des formations extra-européennes permit d'élucider la question. M. Güntz considère que les prairies à Graminées sont répandues dans le domaine floral arctique, le domaine

(1) Voir *Hackel*, Graminées in Engler et Prantl, Die natürl. Pflanzenfamilien. Tome II, 4. — *Hackel*, Ueber einige Eigenthümlichkeiten der Gräser trockener Klimate (Verhandl. d. k. k. zoolog. botan. Gesellschaft. Wien 1890. Abhandl. — Stebler et Schröter, Beiträge z. Kenntniss der Matten u. Wiesen der Schweiz. Landwirth. Jahrbuch. d. Schweiz. VI. 1892.

(2) Güntz, *Untersuchungen über die anatomische Structur der Gramineenblätter in ihrem Verhältniss zu Standort und Klima etc.* Inaug. Diss. Leipzig. 1886.

forestier de la région florale du Nord, le domaine côtier de la Californie, les marches australiennes proprement dites, et dans une partie des Pampas, des Prairies de l'Amérique du Nord et des régions tropicales. D'après le même auteur, les *steppes* à Graminées se trouvent en Asie, dans une partie du domaine méditerranéen, au Sahara, au Kalahari, dans le Pays des Prairies, dans les Pampas et sur le plateau des Andes, sur de vastes étendues en Australie et enfin dans quelques contrées sèches de l'Europe centrale et des régions arctiques. Les savanes à Graminées ne sortiraient pas, d'après M. Güntz, des limites des régions tropicales.

La différence qui existe entre les prairies à Graminées proprement dites et les tourbières à Graminées ou prairies tourbeuses (tourbières vertes), qui, lorsque la quantité d'eau augmente, passent aux formations marécageuses et servent souvent de base aux tourbières à mousses ou bien les limitent extérieurement, cette différence, disons-nous, tient à l'influence particulière du substratum tourbeux sur les végétaux qui l'habitent.

Peu de Graminées se trouvent à la fois dans les prairies et dans les tourbières; en général, les Graminées ne se montrent pas dans les terrains très humides où elles sont remplacées par des Cypéracées et Joncacées, qui forment des gazons analogues.

Les *Cypéracées*, qui comptent de 60 à 70 genres et environ 3,000 espèces, sont également une des familles les plus importantes du monde végétal. Six de leurs genres renferment une ou plusieurs centaines d'espèces; ce sont les suivants : *Cyperus* (700 espèces), pour la plupart tropicales, ne semblent pas localisées aux marais et aux tourbières; *Fimbristylis* (300 espèces), se trouve surtout dans les régions tropicales et subtropicales; *Scirpus* (300 espèces), répandus du haut Nord jusqu'aux régions australes; *Rhynchospora* (200 espèces), dans les régions tropicales et tempérées; *Scleria* (100 espèces), régions tropicales et subtropicales; enfin les *Carex*, le genre le plus connu, inégalement réparti dans les climats froids et les climats tempérés, et dont quelques espèces seulement, sur les 800 qui le composent, s'avancent jusque dans les régions tropicales. Quelques autres genres sont caractérisés par leurs espèces sociales, qui viennent se mêler à d'autres formations, ainsi le genre *Eriophorum* (Linaigrette) dans les régions florales du Nord et le genre *Kobresia* dans les hauts plateaux de l'Asie centrale. En général, parmi les Cypéracées, les espèces sociales sont beaucoup plus nombreuses que parmi les Graminées.

Les *Joncacées* constituent une famille beaucoup moins vaste. M. Buchenau en a publié une excellente monographie, d'après laquelle ont été dressées les cartes qui figurent dans l'*Atlas physique de Berghaus*. (F., n° 43) Cette famille comprend un grand genre (*Juncus*, 165 espèces), un genre moins important (*Luzula*, 51 espèces) et 5 petits genres dont la plupart se trouvent à l'ouest de l'Amérique du Sud, du Pérou jusqu'à la Géorgie du Sud ou bien dans la Nouvelle-Zélande et les îles antarctiques voisines. Un

genre monotype (*Prionium*) est localisé au Cap. M. Buchenau (Engler, *Botan. Jahrb.* T. 1, p. 118) a donné un tableau géographique des espèces de *Juncus* et de *Luzula*; on peut y voir que les espèces de ces genres se trouvent, les unes dans la région arctique boréale, les autres au Cap; qu'il y en a en Californie, dans la région florale méditerranéenne, et que quelques-uns sont endémiques dans beaucoup d'autres domaines. C'est donc là vraiment une forme ubiquiste. Il est intéressant d'étudier les groupes de transition qui vont du Cap à travers toute l'Afrique jusqu'en Abyssinie, en Arabie pétrée et au Sinaï.

Des observations très exactes, faites en Europe centrale, ont montré que diverses formations des terrains inondés sont remplacées par d'autres, au fur et à mesure que le sol se dessèche, pour faire place, en dernier lieu, à un gazon compact ou à un marais à mousses. La région la plus propice aux études de ce genre est vraisemblablement la Hongrie. M. Kerner, dans son livre sur la végétation des bords du Danube, décrit le mode d'assèchement des étangs. Ils ont, à l'origine, une ceinture extérieure de roseaux, qui, peu à peu, forment des îles flottantes à base tourbeuse, rétrécissant de plus en plus la surface occupée par l'eau, et tout l'étang finit par se transformer en une roselière. Puis les *Carex* (*Carex stricta*) apparaissent avec leur énorme feutrage de racines et de rhizomes (voir les figures données par M. Kerner dans les *Abhandlungen d. zoologisch-botanischen Vereins zu Wien*, 1858, p. 313, planche VII); leurs fourrés, qui se montrent par milliers, atteignent deux à trois pieds de hauteur. Tandis que leurs cimes continuent à croître au-dessus de l'eau, les feuilles et les tiges mortes forment de la tourbe. De loin, cette formation, qui porte en Hongrie le nom de Zsombeck, ressemble à une riche prairie, car l'eau y est cachée par le feuillage; toutefois ce gazon est loin d'être continu et l'eau circule entre les touffes; c'est là une formation spéciale intermédiaire entre un marais et une tourbière à graminées. Sur le gazon de *Carex*, on voit des plantes en fleurs, des chardons et des orchidées, tandis que les nénuphars se développent dans les intervalles occupés par l'eau. « Mais cette formation de Zsombeck n'est que passagère, et, à mesure que le nombre des plantes aquatiques augmente, produisant de plus en plus de tourbe, les espaces intermédiaires encore occupés par l'eau sont peu à peu comblés par des graminées, des orchidées et autres plantes analogues, et bientôt une prairie continue remplace le marais à *Carex*. »

M. Klinge (voir Engler, *Botan. Jahrb.*, XI, p. 264), dans la remarquable étude qu'il a consacrée aux tourbières des bords de la Bal-

tique, a recherché les différentes circonstances qui activent ou retardent cette transformation d'un marais en prairie; la direction du vent dominant dans la contrée aurait une grande influence.

Une des particularités des prairies tourbeuses, comme d'ailleurs des tourbières et des marais en général, c'est que l'effet de l'arrivée du printemps y est tardif. Sous ce rapport, elles diffèrent absolument des steppes à graminées, dont la végétation, plus précoce, mais aussi plus éphémère, que celle des prairies proprement dites, doit, comme toute formation des contrées où les pluies sont peu abondantes, utiliser pour se développer la période d'humidité du début de la saison chaude. Ces formations de graminées ne peuvent donc s'établir qu'en tant que les pluies sont assez fréquentes pour compenser les infiltrations dans le sol des eaux stagnantes ou courantes qui s'épandent dans la région. Ainsi, sous un climat sec, une prairie tourbeuse peut se transformer progressivement en une steppe à graminées, tandis que, sous un climat humide, la prairie persiste ou fait place à un marais à mousses. A cet égard, on peut rattacher aux formations des tourbières et prairies tourbeuses les steppes de terre noire (*tchernoziém*) de la Russie méridionale (1), M. Brendel attribue la même origine aux prairies de l'Amérique du Nord (voir G. J., X, p. 176).

Les steppes à graminées se rapprochent par leur dénomination et leur nature même des steppes proprement dites, dont il sera question plus loin, mais avec lesquelles on ne saurait les confondre. Elles se distinguent des vraies prairies par leur gazon discontinu, formant des touffes plus ou moins disséminées, entre lesquelles croissent, au lieu de grandes plantes herbacées séveuses, des plantes aromatiques supportant la sécheresse, souvent épineuses et couvertes d'un tomentum plus ou moins serré. A ces plantes de taille variable viennent se joindre dans les steppes toute une série de plantes printanières très fugaces et de plantes bulbeuses. Malgré ces différences, l'aspect général de la steppe est bien celui de la plaine à graminées, et, dans les deux formations, les plantes annuelles accompagnent les herbes vivaces. La période d'activité de la steppe à graminées se trouvant comprise entre le début du

(1) Voir *Ruprecht*, Ueber den Ursprung des Tchernoziem in Bull. Acad. d. Sc. de Saint-Petersbourg, 1869, 1864, 1865. *Prianischnikow*, État présent de nos connaissances sur l'origine du tchernoziem (en russe), in *Annal. d'économie rurale et forestière*. (Journal du ministère de l'agriculture.) On trouvera un résumé allemand, in *Uebersicht. d. Leistungen auf dem Gebiet der Botanik in Russland 1891*. Saint-Petersbourg, 1893 (p. 251). (Trad.)

printemps et l'arrivée de la saison chaude, la végétation s'arrête aussi bien du fait de la sécheresse en été que par suite de l'abaissement de la température en hiver. Pour prendre des exemples de steppes à graminées dans les mêmes domaines que précédemment, nous citerons les plaines à Stipas et celles à Barbes d'or des formations végétatives de la région du Pont, si bien étudiées par M. Kerner.

Les *Stipa*, au nombre de 100 espèces environ, sont des Graminées répandues dans les steppes des régions subtropicales et tempérées. C'est également à une section de ce genre (*Macrochloa*) que se rapportent les formations d'*Halfa* (*Macrochloa tenacissima* Kuntb), du nord de l'Afrique, connu en Espagne sous le nom d'*Esparto*. Les arêtes des fruits qui se prolongent en longs appendices barbelées ressemblent à des plumes de héron et sont désignées en Hongrie sous le nom de Arvaléanyhaj; ils tiennent une place importante dans les chansons et les légendes populaires. De nombreuses Légumineuses, des Composées, des *Iris*, des *Allium* et autres plantes bulbeuses croissent sur le sol sablonneux dans les intervalles non occupés par les Graminées. Lorsque le sol, au lieu d'être sablonneux, est argileux, le *Stipa pennata* (Thyrsa) est remplacé par le *Stipa capillata* avec d'autres plantes accessoires.

La plaine à « Barbe d'or » (*Pollinia Gryllus*) a l'aspect d'une prairie à très haut gazon. Le sol est recouvert d'une couche épaisse de ces Graminées dont les panaches dorés, de plus d'un mètre de hauteur, se balancent au vent. Au milieu de ces Graminées croissent des Labiées, des Composées et des Légumineuses. — Voir Kerner, Oesterreich-Ungarnes Pflanzenwelt.

Ces formations offrent de l'une à l'autre un très grand nombre de passages et il est souvent difficile de décider à quelle catégorie spéciale appartient une variété déterminée. Remarquons toutefois que les régions tropicales possèdent également des steppes à Graminées qui s'étendent sur de grandes surfaces et ne diffèrent de celles dont il vient d'être question que par la taille plus élevée des espèces qui y figurent, et qui ne sont plus celles des régions subtropicales ou tempérées. On ne saurait jusqu'à plus ample informé, les confondre avec les Savanes. Les *champs d'Alang*, si développés dans les Indes, sont couverts en majeure partie d'*Imperata cylindrica* également endémique en Afrique et dans le domaine méditerranéen, et dont « les chaumes de trois à cinq pieds de hauteur croissent serrés les uns contre les autres, comme nos céréales dans nos champs » (Grisebach, *Végétation du Globe*, trad. franç. Tome II, p. 47).

Dans le Guide du Voyageur de Neumayr, les champs d'Alang ont été  
Drude. — *Géogr. botan.*

rangés dans la catégorie des savanes, attribution qui ne me paraît pas pouvoir être maintenue, attendu que ces formations ne sont, climat à part, que des steppes à graminées. Sans doute le climat doit bien entrer en ligne de compte dans les subdivisions des formations, mais ce n'est pas lui qui détermine leurs caractères distinctifs. Ces questions ne sauraient d'ailleurs être élucidées par un travail de cabinet, et ici, comme dans bien d'autres cas, des études sur le terrain doivent venir compléter les connaissances théoriques, et l'examen comparatif des savanes de l'Afrique tropicale et celles d'autres régions peut fournir des éclaircissements utiles. — Il semble qu'il y ait également des termes de passage des savanes tropicales aux formations d'Alang, car, dans les îles de la Sonde, l'*Imperata* est accompagnée d'un grand *Andropogon*, du roseau Glaga (*Saccharum spontaneum*) qui atteint trois à quatre mètres de hauteur, d'autres Graminées, comme l'*Antisthiria arundinacea* et le *Rotboellia exaltata*, qui forment d'énormes buissons, auxquelles viennent se mêler des Myrtacées de petite taille.

Les *savanes*, en effet, ne sont pas seulement caractérisées par de hautes graminées; elles le sont également par la présence de plantes ligneuses tropicales, dont la feuillaison correspond à la saison pluvieuse (ou qui, du moins, peuvent résister à la sécheresse) avec leur cortège d'épiphytes ou de plantes grimpantes ligneuses ou herbacées. C'est cette association que Grisebach (*Végétation du Globe*, trad. franç., t. II, p. 477) a très bien fait ressortir dans sa description de l'Afrique. Dans ses *Botanical reminiscences* (1876), M. Schomburek a très exactement décrit les savanes de la Guyane anglaise. Celles-ci ne sont pas arides comme celles d'Afrique; toutefois les ruisseaux les plus petits qui les arrosent sont généralement taris pendant la saison sèche. Dans les points où il n'en est pas ainsi, on voit apparaître de riches forêts tropicales, des Palmiers (*Mauritia*), des Fougères, des Scitaminées, etc., qui, là où le sol est humide, forment de petites oasis. La période des pluies s'étend ici d'avril au commencement d'août. Plus tard, durant plusieurs mois, la ration d'eau nécessaire à l'entretien de la végétation est fournie par des rosées si intenses que le matin les plantes sont aussi trempées que s'il avait plu pendant la nuit. Le gazon est constitué par des Cypéracées (*Cyperus*, *Isolepis*, *Hypolytrum*) et par des Graminées appartenant aux tribus des Chloridées et des Festucées auxquelles se joignent de nombreuses herbes épineuses, des plantes ligneuses et même, sur les hauteurs, de petits arbres, le *Curatella americana* et le *Byrsonima verbascifolia* aux feuilles argentées. Des Myrtacées, des Légumineuses, des Rubiacées, des Ménispermées, des Apocynées et des Convolvula-

cées s'y montrent également en grand nombre, et beaucoup d'entre elles, par exemple les *Phaseolus*, grimpent sur les chaumes jaunis de l'année précédente, qui se dressent encore au-dessus du gazon. Une Protéacée du genre *Roupala* constitue souvent des massifs homogènes d'un aspect très remarquable. Au début de la saison pluvieuse la savane est d'un vert aussi brillant que les prairies du Nord. Bientôt les Graminées, les Cypéracées, les Curatelles, les Myrtacées et les Malpighiacées se mettent à fleurir. Au milieu d'octobre l'aspect change; les Graminées et les hampes des fleurs pâlissent et « la savane peut être comparée à un champ de blé mûr très clairsemé et elle garde cette teinte blonde pâle pendant toute la période de sécheresse ».

Cet exemple nous prouve que ce sont les éléments accessoires qui caractérisent les diverses formations de Graminées et permettent de les classer. Le manque d'arbres est considéré comme une marque distinctive des steppes proprement dites et des steppes à Graminées (von Kerner l. c.) L'adjonction de plantes ligneuses, tropicales, de plantes grimpantes et d'épiphytes caractérise les savanes. Les plantes herbacées séveuses spécialement adaptées à la résistance au froid donnent, aux prairies ordinaires et aux prairies tourbeuses, leur cachet particulier. Cette division est forcément incomplète, vu l'immense variété de formes que nous présente la nature.

*Formations mixtes de plaines à graminées, de forêts et de grandes plantes herbacées.* — Les formations ne sont pas toujours si nettement séparées les unes des autres qu'une région même très étendue puisse être dans son ensemble rangée dans une catégorie spéciale. Certains domaines, et même à un degré moindre certaines de leurs subdivisions, peuvent être caractérisés par l'association de plusieurs formations, dont chacune demeure autonome. Elles sont si intimement mêlées les unes aux autres que de petites différences de régime hydrologique suffisent pour faire pencher la balance en faveur de l'une ou de l'autre. C'est bien ici le lieu de signaler ces particularités, car les plaines à graminées figurent presque toujours dans ces régions mixtes. Dans les savanes même la lutte est sans trêve entre les forêts et la plaine à graminées. Car si la savane admet certaines plantes ligneuses des formations tropicales, celles-ci ne sont pas assez nombreuses pour arriver à constituer une forêt tropicale humide. Un cours d'eau vient-il à traverser la savane, il y détermine d'ordinaire l'établissement de la forêt, qui

trouve sur ses bords l'humidité nécessaire au développement de ses palmiers, de ses essences à feuilles épaisses, etc. La chose est visible dans l'Afrique tropicale et en bien d'autres parties du monde.

Un vaste domaine de savanes ainsi pourvu d'un grand nombre de cours d'eau réguliers acquiert un aspect tout spécial en permettant le développement de deux formations très distinctes.

Souvent le travail de l'homme vient contribuer aux changements naturels, pour l'ordinaire au détriment de la forêt, par suite de coupes faites sans méthode. Il s'ensuit que les formations de graminées se développent aux lieux et places de la forêt. Ces modifications sont encore accélérées par les incendies qu'on allume régulièrement à des époques fixes et qui, s'ils n'ont pas d'action durable sur les graminées et les plantes qui les accompagnent, arrêtent le développement des arbres. Ce n'est donc pas à la sécheresse relative du climat ou à la stérilité du sol que ces plaines à graminées doivent leur existence, car elles pourraient être remplacées par la forêt si la nature reprenait ses droits. Pour beaucoup de vastes contrées, en particulier pour les domaines de transition de la forêt aux formations de graminées dans lesquels les arbres pourraient s'étendre davantage, cette question de l'origine naturelle ou artificielle de ce tapis de graminées est donc très importante. M. Pechuël-Lösche donne le nom de *Campine* à une région de l'Afrique tropicale où ces deux formations se mêlent. M. Sargent conserve le nom de *prairie* à une semblable région des États-Unis, tant que la surface de sol recouverte par les arbres ne dépasse pas 10 à 20 pour 100, le reste étant occupé par des steppes à graminées.

Dans sa description du Congo (*Ausland*, 1886), M. Pechuël-Lösche considère la Savane comme une forêt appauvrie faisant passage à la steppe. « Les plaines à Graminées qui ne représentent qu'une petite partie de l'étendue de la Savane, et où la vue est de tous côtés limitée par des forêts, doivent porter le nom de Campine, employée dans la Guinée inférieure.

Les *formations de parcs* ont un aspect tout différent et, dans leur beauté naturelle, un charme tout particulier. Elles sont répandues des deux côtés de l'Océan Pacifique dans la région du Nord et en particulier, pour ne citer que les points remarquables, sur les bords du fleuve Amour et dans le Kamtschatka. Là les forêts succèdent très rapidement aux prairies, offrant la plus

grande variété. Les hautes plantes herbacées y jouent un rôle considérable et s'y mêlent en si grand nombre aux Graminées, que ces formations pourraient aussi bien porter leur nom que celui de ces dernières. Nous en voyons un exemple dans les remarquables formations d'ombellifères du Kamtschatka, dont M. Kittlitz a donné des dessins et parmi lesquelles figurent de gigantesques *Heracleum*. Sur d'autres points des plantes herbacées plus petites mais atteignant au moins un mètre de hauteur, viennent en groupes épais se mêler aux forêts et aux prairies le long des rivières.

*Les herbes vivaces.* — Nous devons encore revenir sur cette forme de végétation si remarquable. Sans doute il est rare que ces plantes recouvrent à elles seules de vastes étendues mais elles jouent dans les prairies et dans les steppes à Graminées un rôle extrêmement important. Grâce à elles des plantes annuelles qui ont souvent beaucoup de peine à s'introduire dans les herbages y peuvent paraître. Ce sont dans ce cas des plantes printanières qui se montrent au milieu de ces herbes vivaces avant qu'elles aient atteint tout leur développement ou bien ce sont des plantes psammophiles qui viennent s'établir dans les places sablonneuses dont les herbes vivaces ne sauraient s'accommoder. Grisebach, Reuter et d'autres ont décrit ces formations qui se trouvent dans différents domaines de la région florale méditerranéenne et dans lesquelles des plantes annuelles, des Crucifères en particulier, se mêlent aux plantes herbacées et à quelques plantes suffrutescentes, appartenant aux familles des Ombellifères, Labiées, Composées (Centaurées, Cirsées, etc.), et Silénées.

Les principales familles qui composent ces formations sont les suivantes :

*Légumineuses.* — Cette famille si nombreuse et si variée contient de nombreuses plantes herbacées.

*Onagrariées, Lythracées.* — Les Épilobes, les Onagres (*Enothera*), les Salicaires (*Lythrum*), comptent de nombreuses espèces sociales de taille élevée, à fleurs brillantes.

*Ombellifères (Apiacées).* — Cette famille comprend 180 genres et 1400 espèces annuelles ou vivaces. Il n'y a pas de plantes ligneuses, mais presque toutes les espèces sont de taille élevée et dressées. Elles se montrent surtout dans les régions florales boréales où, à titre

d'éléments accessoires, elles viennent jeter une note gaie dans les prairies et les pâturages. Dans les régions subtropicales, où elles croissent surtout dans les steppes, ces plantes sont de taille encore plus élevées et souvent pourvues d'épaisses racines tuberculeuses (*Ferula*). Les régions florales australes nourrissent des genres moins nombreux et différents. Toutefois, il s'en trouve aussi qui sont communs aux deux hémisphères nord et sud.

*Campanulacées, Lobéliacées.* — Chacune de ces familles possède environ 540 espèces. La dernière habite surtout les régions tropicales.

*Composées (Astéracées, Lactucacées).* — C'est la famille la plus considérable du règne végétal. Elle compte plus de 10,000 espèces, mais très peu d'arbres, qui, dans tous les cas, sont petits. Les plantes frutescentes se montrent surtout dans les régions australes et tropicales; la forme la plus répandue est celle des plantes herbacées et les plantes annuelles sont rares. Quelques genres ont un nombre considérable d'espèces et une dispersion énorme. Ce sont surtout les suivants : *Senecio* (900 espèces), *Eupatorium* (500), *Vernonia* (400), *Centaurea* (350).

Dans les forêts tropicales de l'Amérique et des Indes, les Composées jouent un rôle moins important et cèdent le pas aux Rubiacées. Les tribus et surtout les genres sont limités à de petites aires.

Presque toutes les Centaurées appartiennent à l'est de l'Europe et à l'Orient. Il en est de même pour les *Inula* et les *Anthemis*. Les Eupatoriées et les *Helianthus* sont américains, de même que les Mutisiées qui se rencontrent dans les régions tropicales du nouveau monde.

*Asclépiadées, Apocynées.* — Parmi les 1,700 (ou 1,400) espèces qui constituent cette famille, les plantes herbacées vivaces à suc laiteux sont en grand nombre.

*Scrophulariées, Acanthacées, Labiées (Salviées).* — Dans ces familles, qui comptent respectivement 2,000, 1,500 et 2,700, il y a beaucoup de grandes plantes herbacées. Les Scrophulariées dominent dans les contrées tempérées froides, les Labiées dans les régions subtropicales sèches, les Acanthacées dans les contrées tropicales. Un des genres les plus vastes et les plus répandus est le genre *Salvia* (500 espèces environ).

*Malvacées (800 espèces), Géraniacées (1,000 espèces).* — Fournissent, à la région du Cap, beaucoup d'espèces suffrutescentes.

*Crucifères (Brassicacées), 190 genres et 1,550 espèces.*

*Renonculacées, 30 genres; 1,350 espèces.* — Ces deux familles qui renferment un grand nombre de plantes herbacées vivaces habitent surtout les régions boréales. C'est à la dernière de ces familles que se rapportent les formations d'Aconits des contrées montagneuses de l'Europe.

*Polygonacées, 30 genres, 750 espèces.*

*Silénées et Alsinées; 1,400 espèces.*

*Formations de prairies, d'herbages et de pâturages* (1). — Dans la classification générale donnée plus haut, nous avons opposé aux prairies les *herbages* caractérisés par la présence de plantes herbacées sociales; il nous reste à examiner de plus près ces formations. Les prairies passent graduellement aux pâturages. On donne le nom d'*herbages* aux formations mixtes de graminées sociales, différentes de celles qui se mélangent aux grandes plantes herbacées vivaces dans les prairies à longs chaumes. Dans les herbages, les plantes herbacées et le gazon lui-même sont plus bas que dans les prairies. Les formations où des plantes suffrutescentes viennent se mêler à une grande variété de plantes herbacées vivaces et dans lesquelles les graminées ne forment plus un gazon continu, portent le nom de *pâturages*. Entre les Alpes et les basses montagnes du centre de l'Allemagne on trouve réunis sur un espace relativement restreint ces différentes variétés. M. Kerner, dans son travail si remarquable et si instructif sur la végétation de la région danubienne, a divisé les prairies alpines en une série de formations dont la plupart appartiennent aux herbages (*Pflanzenleben de Donauländer, 1863, p. 228 et suivantes*). Nous trouvons là d'abord une formation normale de prairies ou prairies marécageuses où domine les canches (*Aira cæspitosa*) avec Cirsées, ombellifères et bistorte (*Polygonum bistorta*); une autre, la plus typique de toutes, celle des saules alpestres avec phléoles (*Phleum*), silènes, avoine jaune (*Avena flavescens*), agrostide (*Agrostis*) et fétuques (*Festuca*), toutes formes à longues tiges et fauchables, auxquelles viennent se mêler de hautes plantes herbacées vivaces telles que Crepide (*Crepis*), Meum, etc. Des formations toutes différentes recouvrent les pentes sèches et ensoleillées des montagnes, où l'on voit le *Carex humilis* avec *Prunella*, *Globularia* et *Teucrium montanum*; ailleurs on trouve la laiche des montagnes (*Carex montana*) avec œillets et gentianes, le trèfle des montagnes (*Trifolium montanum*) et des Orchidées (*Ophrys muscifera* avec des graminées à longs chaumes. Les formations de laiche ferrugineuse (*Carex ferruginea*) qui se rencontrent au-dessus de la limite du hêtre et où croissent *Soldanella alpina*, *Gentiana acaulis*, des auricules et des anémones des Alpes, et les *Nigritella*, de même que celles de *Carex firma* avec *Dryas*, *Alsine*, *Silene acaulis*, *Saxifraga*, *Pedicularis*, *Veronica* et Renonculacées alpines

(1) *Stebler et Schröter, Beiträge z. Kenntniss der Matten u. Weiden der Schweiz, Landwirth. Jahrbuch der Schweiz. Tomes I, II, III, V et VI.*

qui se montrent à une altitude supérieure, présentent, par la diversité de leurs plantes herbacées vivaces, un grand contraste avec les prairies normales à longs chaumes. Le nom d'herbages alpins leur convient bien mieux que celui de prairies, qui s'applique à un substratum humide recouvert d'un tapis épais de longs chaumes fauchables.

On entrevoit donc la possibilité de distinguer dans les prairies diverses catégories et de séparer les prairies proprement dites des prairies tourbeuses et des herbages. C'est à ces dernières et non aux prairies qu'on devra rattacher les formations de Nard (*Nardus stricta*) qui se développent dans les montagnes sur des terrains argileux, où elles alternent avec les bruyères et où l'on trouve le *Potentilla aurea*, le *Geum montanum*, le *Campanula barbata*, l'*Arnica montana*, le *Lycopodium alpinum*, des Graminées et des Joncacées, comme les *Aira* et les *Luzula albida* et *spicata*, des Lichens terricoles (*Cetraria*, *Platysma*) et des aïrelles. Par conséquent, ce qui caractérise les herbages c'est la présence de graminées gazonnantes, de laïches et de jons. Dans les espaces non recouverts par ces gazons croissent des plantes herbacées vivaces, des mousses et des lichens qui jouent là un rôle bien plus important que dans les prairies. Dans les herbages, en effet, ces plantes herbacées peuvent former des masses si touffues qu'elles semblent englober les graminées et les laïches, ce qui n'est pas le cas dans les prairies normales.

Lorsque c'est ce mélange qui domine et que des plantes suffrutescentes viennent y établir leurs buissons plus ou moins élevés, ces herbages prennent le nom de pâturages.

J'ai eu l'occasion d'insister sur la distinction de cette formation dans mon étude sur la végétation des montagnes de la région hercynienne et les collines de calcaires triasiques (muschelkalk) de l'ouest de la Thuringe. (Engler, *Botan. Jahrb.* t. XI, p. 42). Les plantes herbacées vivaces les plus fréquentes sont *Centaurea Jacea* et *C. Scabiosa*, *Poterium sanguisorba*, *Silene inflata*, *Anthemis tinctoria*, des *Polygala*, des *Fragaria* (fraisiers) isolés ou en groupes, mais aucune de ces plantes ne recouvre à elle seule une superficie un peu notable et elles alternent toujours les unes avec les autres. Citons encore la fétuque des moutons (*Festuca ovina*) avec de petites formes spéciales aux pâturages, le *Brachypodium pinnatum*, des *Koeleria* et des *Avena*. Sur les côteaux pierreux se montrent quelques roses et des buissons d'épine noire (prunelliers), de nombreuses labiées odoriférantes et en général des plantes à feuilles et à fleurs très parfumées. Les pâturages des montagnes et en particulier ceux des Alpes diffèrent de ces pâturages des collines sèches tant au point de vue biologique qu'à celui des espèces constituantes.

Les principales familles qui, en dehors des graminées, des laïches, des joncs et des luzules, prennent part à la formation des herbages et des pâturages, sont encore, sauf dans les régions florales du nord, très peu connues. Nous en avons donné des exemples ici même à propos des plantes herbacées vivaces (voir p. 278). Citons encore toutefois les Rosacées dont il n'a pas encore été question et parmi lesquelles les Dryadinées surtout jouent dans les herbages du nord un rôle considérable, les Saxifrages, les Gentianes, les Valérianes, les Primulacées et quelques Plombaginées (*Armeria*, gazon d'Olympe); les Silénées et les Alsinées sont bien plus fréquentes dans les herbages et les pâturages que dans les prairies et dans les formations de hautes plantes herbacées vivaces.

### Les formations de mousses et de lichens

Les Cryptogames diffèrent complètement des plantes vasculaires dans leurs modes d'association, de multiplication et de répartition et aussi dans leurs rapports avec le climat et le sol. L'aspect extérieur de ces plantes est très caractéristique et donne aux formations spéciales qu'elles composent un cachet tout particulier. Les mousses et les lichens qui peuvent constituer à eux seuls de véritables formations, se développent sur la terre, sur les rochers, et même (pour les mousses) sous l'eau, les lichens recherchant les endroits secs. Les Algues se trouvent dans les eaux douces en compagnie de nombreuses phanérogames ou, presque seules, dans les mers. En raison de leur mode de nutrition, les champignons ne sont pas en état de constituer des formations indépendantes.

A peu d'exceptions près, les Mousses et les Lichens n'habitent pas les eaux courantes. Leurs formations sont, vu leur petitesse, inférieures à toutes les autres, mais elles prennent de l'importance du fait de la présence de phanérogames et de Fougères qui viennent s'y mêler et dont elles préparent souvent les stations. Le nombre de leurs espèces et le degré de leur importance au point de vue de la végétation du globe augmente à mesure qu'on s'avance vers le pôle, ainsi qu'il ressort du tableau suivant, où l'on a indiqué le nombre des mousses et des plantes vasculaires dans différentes contrées :

Allemagne (en dehors des Alpes)	Mousses environ	600.	Pl. vasculaires.	3000
Iles Féroë	»	»	»	»
Islande.	»	»	»	»
Groënland	»	»	»	»
Spitzberg	»	»	»	»

Parmi les mousses, on n'a compté que les vraies mousses (Mousses feuillées) et on a laissé de côté les Hépatiques, qui sont bien moins importantes ; elles sont cependant au nombre de 39 espèces dans la flore du Spitzberg. Il est difficile de se faire une idée exacte de l'importance physiologique des mousses dans les hautes latitudes d'après le nombre des espèces.

Elles y jouent, en effet, un rôle considérable, parce qu'elles n'y constituent pas, comme dans nos forêts, des formations accessoires s'établissant à l'ombre des arbres ou s'intercalant entre diverses formations plus importantes. On les trouve seules sur la terre marécageuse ou sur la terre humide ; avec les lichens sur un sol plus sec ou sur les rochers ; enfin les lichens foliacés ou fruticuleux constituent sur la roche nue des formations à peu près homogènes. Ils caractérisent surtout la zone glaciaire arctique (voir p. 70). Ces deux classes de cryptogames jouent le même rôle dans un espace plus restreint dans les montagnes au-dessus de la région forestière, où ces plantes croissent surtout sur les rochers.

Les mousses et les lichens, dont les éléments anatomiques sont si petits, sont très résistants et vivent durant de longues années. Pour les lichens la chose est bien évidente ; malheureusement nous manquons jusqu'ici d'observations suffisantes sur la rapidité de croissance de ces végétaux et le temps qu'ils mettent à s'établir sur une roche donnée. On ne trouve pas dans les lichens d'organes spécialement adaptés à la protection contre le froid, protection qui doit dépendre de la nature même de la cellule.

La croissance des mousses est beaucoup plus rapide que celle des lichens, dont elles se rapprochent par la façon de passer l'hiver. Comme eux elles ne disparaissent pas à l'arrivée du froid, leur croissance est seulement arrêtée par l'arrivée de la neige à la fonte de laquelle elle reprend aussitôt. Ce sont les mêmes tiges qui, à diverses reprises, s'arrêtent et recommencent à croître par leurs sommets et par leurs rameaux latéraux. La chose est surtout facile à observer dans les mousses des marais et les formes analogues à tiges et à rhizomes rampants dont l'extrémité inférieure meurt à mesure que l'autre s'accroît. En 1860, M. Reichard a

étudié les mousses des sources calcaires du bassin de Vienne, où l'on trouve recouvertes de tufs des tiges dépassant plusieurs pieds et atteignant même parfois cinq toises. Il a établi que ces mousses ne pouvaient avoir atteint ces dimensions que par une croissance continue de leur axe pendant 1500 ans, que ces plantes grêles se trouvaient donc avoir l'âge d'arbres gigantesques.

Chez les mousses, la multiplication par bourgeons développés sur les rhizoïdes remplace souvent la multiplication par spores, car dans les climats rigoureux celles-ci mûrissent rarement et seulement dans quelques espèces. Les parties inférieures de la tige aident également la plante à se maintenir sur le sol qu'elle a occupé. Les observations de M. Berggren au Spitzberg nous ont appris que « sous un climat presque constamment humide qui entretient la vie en elles les parties de tige peuvent, lorsqu'elles sont suffisamment pourvues de réserves, rester longtemps à l'état de vie latente jusqu'à ce que des circonstances favorables amènent un développement ultérieur ».

Les mousses en général, et en particulier celles du Spitzberg qui fructifient rarement, doivent à la résistance de leurs organes végétatifs de se maintenir aux places où le hasard les a jetées. De même que les sorédiées des lichens favorisent la dispersion de ces plantes sur de vastes espaces dans les régions polaires sèches où souffle le vent glacé, de même, grâce à leurs rhizoïdes et au mode de multiplication qui s'y rattache, les mousses peuvent se développer sur un sol humide et le recouvrir d'un gazon continu où les graines des plantes supérieures trouveront des conditions favorables à leur germination. Ces deux groupes de plantes occupent donc la première place non seulement parmi les cryptogames, mais dans l'ensemble des végétaux des zones polaires.

Les tiges des mousses, même celles des espèces habituellement rampantes, sont, dans les formations du Spitzberg, dressées et étroitement serrées les unes contre les autres. Etant donné la faible rapidité de leur croissance, elles sont très peu élevées au-dessus du sol et parfois même un peu enfoncées. Les tourbières du Spitzberg sont très superficielles, et, en raison même de cette croissance si lente des mousses, les parties inférieures des tiges se transforment en tourbe très lentement, et l'on trouve des tiges de vingt ans dont les parties inférieures sont encore réunies les unes aux autres ; ainsi le *Cinclidium arcticum* forme des rubans réguliers tout-à-fait caractéristiques. On trouve également dans les petites branches latérales la même tendance à se redresser et à se serrer les unes contre les autres.

Le mode d'approvisionnement d'eau qui, même dans les régions arctiques, offre en été certaines difficultés, se fait, d'après M. Oltmanns (*Ueber die Wasserbewegung in der Moospflanze und ihren Einfluss auf die Wasservertheilung in Boden in Cohn's Beiträge z. Biologie d. Pflanzen. Tome IV, 1887*), beaucoup plus par capillarité dans les espaces compris entre la tige et les feuilles que par succion des rhizoïdes et poussée dans l'intérieur de la petite tige. Aussi bien ne trouve-t-on pas grandes différences au point de vue de la circulation de l'eau dans la plante et de son évaporation entre les mousses vivantes et les mousses mortes. Les unes et les autres aspirent et jettent dans l'atmosphère la même quantité d'eau.

Ajoutons que les gazons de *Sphagnum* dans une atmosphère contenant 84 % de vapeur d'eau, évaporent cinq fois autant d'eau que le ferait une surface liquide libre de même étendue. Ceci peut nous expliquer comment les *Sphagnum* ont une action si marquée sur la production des brouillards dans les marais qu'ils habitent.

Nous voyons ainsi pourquoi les grandes formations homogènes de mousses sont limitées aux climats froids où la sécheresse et la chaleur ne se font pas sentir périodiquement. Ainsi se trouve expliqué le choix des stations des grandes agglomérations de ces plantes en Allemagne. Sous le rapport de la sécheresse, les lichens sont certainement les végétaux les plus accommodants, puisqu'ils habitent même les rochers des déserts où ils ne peuvent être humectés que d'une façon très discontinue. Il est certain cependant qu'une humidité continue favorise beaucoup leur croissance, car c'est seulement dans les hautes montagnes et dans les plaines des contrées froides et tempérées qu'ils présentent le plus de variété. Dans les régions tropicales ils sont peu apparents et les formes corticales prédominent. Il n'en est pas de même des régions septentrionales. Dans l'Amérique arctique, par exemple, ces plantes, qui forment des agglomérations énormes, peuvent servir d'aliments aux voyageurs et font la nourriture habituelle des herbivores de ces contrées.

Pour bien des raisons, nous avons rapproché ici l'histoire des mousses de celle des lichens ; nous devons maintenant introduire dans ces deux classes des subdivisions d'après la station, le substratum et les divers modes de leur association. Elles peuvent croître sur les roches nues dépourvues d'humus, sur la terre noire, sur la tourbe, le sable ou l'argile, dans les marais établis

sur des éboulis ou résultant de la transformation d'un étang. Au point de vue de leur association nous voyons des formations constituées par des mousses seules ou par des lichens seuls ; d'autres résultant du mélange de ces deux ordres de plantes avec ou sans adjonction de plantes supérieures, ce qui est, après tout, secondaire. Nous devons donc distinguer : 1<sup>o</sup> des formations de rochers (mousses et lichens) ; 2<sup>o</sup> des formations terrestres (prairies de mousses, toundras de mousses et de lichens) ; 3<sup>o</sup> des formations marécageuses (marais, tourbières et toundras tremblantes recouverts de mousses).

Parmi les plantes de la première catégorie (*formations de rochers*), ce sont les lichens saxicoles qui jouent le rôle principal. Ainsi qu'on le voit sur les blocs détachés de granit, de gneiss, etc., dans les montagnes de l'Allemagne centrale, de vastes surfaces de roches sont parfois recouvertes d'une croûte continue de lichens crustacés auxquels viennent se joindre des lichens foliacés (*Umbilicaria*, *Parmelia*).

Au milieu d'eux croissent des mousses (Andrées, Racomitriées, Grimmées), formant de petits coussinets épars, ou recouvrant, au contraire, toute une partie de la roche. En été elles paraissent mortes, recroquevillées par la sécheresse ; et pourtant chaque année elles reprennent une nouvelle vigueur. Quant à l'âge des lichens de rochers, il est difficile de l'évaluer même d'une manière approximative. A mesure que les coussinets de mousses s'élèvent et s'épaississent, on y voit paraître en plus grand nombre des lichens fruticuleux, des *Cetraria*, *Cladonia*, *Stereocaulon*, etc., puis de petites touffes de *Vaccinium*, de *Lycopodium* commencent à s'y établir et l'ensemble de cette formation passe, pour ainsi dire, à la maigre lande à lichens. Au point de vue des espèces, les formations diffèrent suivant la nature de la roche, calcaire ou siliceuse, suivant sa dureté, sa capacité calorifique, l'état plus ou moins fendillé de sa surface, toutes différences qu'on peut observer entre les granits, les schistes argileux, les porphyres, etc.

Au Spitzberg, par exemple, sur les roches calcaires et schisteuses le nombre des espèces de mousses feuillées est relativement grand, tandis que sur le granit et sur le gneiss où ces plantes sont beaucoup plus nombreuses comme individus, le nombre des espèces est moitié moindre. Le grès se trouve juste occuper une place intermédiaire. Il tient des roches sédimentaires sous le rapport des propriétés physiques, et, par ses propriétés chimiques, se rapproche du granit et des gneiss. Aucun *Sphagnum* ne se rencontre sur le calcaire. Ces plantes et leurs

compagnes croissent sur les roches primitives et parfois aussi sur les roches gréseuses. — M. Pfeffer signale des rapports analogues entre les roches et les formations dans son remarquable travail sur la géographie botanique des mousses des Alpes rhétiques (*Bryogeographische Studien aus den rhätischen Alpen*, 1869). D'après lui, la flore bryologique des roches calcaires est moins riche que celle très caractéristique et très belle des roches siliceuses. La surface des roches calcaires est généralement nue, recouverte seulement de quelques *Grimmia* et *Weisia* formant de petits gazons, tandis que sur les roches siliceuses on trouve toutes les mousses des roches calcaires et beaucoup d'autres encore. Dans les hautes régions du Spitzberg, où affluent les roches sédimentaires, il n'y a qu'une seule espèce de mousse compagne fidèle du sol humide à la limite de la glace, le *Seligeria polaris*. Sur les roches cristallines, au contraire, les mousses sont nombreuses et représentées par des espèces des montagnes scandinaves ou des Alpes.

Les prairies de mousses, les toundras sèches de mousses et de lichens remplacent dans la zone arctique et dans les hautes montagnes les plaines à graminées de la zone tempérée.

Dans les Alpes on voit souvent le *Polytrichum septentrionale* sur les moraines, près des glaciers, où ses colonies se maintiennent jusqu'à l'arrivée d'une formation plus vigoureuse. Sur les hautes montagnes, dans les creux de rochers ombrés où l'herbe ne peut plus croître et où la neige a peine à fondre, ces mousses étalent leurs tapis serrés, d'un vert sombre. C'est surtout dans les contrées arctiques et dans les îles de ces régions que ces formations se présentent avec toute l'ampleur de leur développement, et, dans bien des cas, non seulement les rochers, mais le sol lui-même disparaît sous la couverture de mousses.

D'après M. Berggren, des espèces à larges feuilles, appartenant aux familles des Hypnacées et des Bryinées (*Aulacomnium palustre*), recouvrent ici de vastes étendues d'un vert luxuriant, où viennent paître les rennes.

M. Berggren rapporte qu'en un certain point les animaux avaient, en passant, formé un véritable sentier menant à l'un de ces pâturages, ce qui attestait de la fréquence de leur passage et prouvait bien qu'ils allaient faire de cette mousse leur nourriture habituelle. D'ailleurs, dans leurs excréments, on ne trouvait que des restes de feuilles de ces plantes. (*Ber. iib. d. Unters. der Moosflora Spitzbergens.*)

Sous le nom de *prairies de mousses*, nous désignons ces formations non marécageuses, d'un vert brillant, constituées uniquement par des mousses. D'autres étendues, parfois très vastes,

sont recouvertes d'espèces de lichens et de mousses pouvant résister à des sécheresses périodiques. Arrosées par la fonte des neiges et par des pluies d'été assez fréquentes, elles conservent peu de temps leur humidité. On leur donne le nom de *toundra*; elles sont principalement formées de lichens, appartenant aux genres *Cladonia* et *Cetraria*, et de mousses, en particulier de *Polytrichum*, de *Dicranum*, etc. Selon les inégalités du terrain, les toundras sèches alternent avec les prairies de mousses plus humides. Comme exemple caractéristique de ces formations, Grisebach cite, d'après les observations de Baër, la presqu'île de Kola (*Végét. du globe*, t. 1, ch. I, note 26). Dans le Taymir, M. de Middendorf a noté sur un sol sec et ferme une végétation très précaire insuffisante à recouvrir le substratum caillouteux (*Anhang zur Florula Taymirensis*, p. 77).

La moitié environ de cette surface est recouverte par des mousses avec *Carex*, notamment par des *Polytrichum*, auxquels viennent se joindre des *Eriophorum* et le *Luzula hyperborea*. Au milieu de ces mousses d'un brun sale, les extrémités jaunies des graminées ressortent peu à l'extérieur, et la partie inférieure des chaumes restée verte paraît recouverte d'un voile de crêpe.

Remarquons ici que ces toundras, dont le sol n'est pas complètement recouvert par les mousses et les Cypéracées, ont été qualifiées du nom de steppes. Cependant la caractéristique des steppes, ce n'est pas tant le recouvrement discontinu du sol que l'absence d'arbres tenant au climat trop sec et la présence d'un gazon non continu de plantes suffrutescentes et de buissons disposant de moyens protecteurs contre la sécheresse. M. Schneider s'est élevé avec raison contre cet abus du mot steppe au Congrès géographique de Dresde en 1886.

Tandis que, dans les formations dont il vient d'être question, les mousses et les lichens se trouvent mélangés et occupent des stations voisines les unes des autres en rapport avec les conditions de vie de ces végétaux, les lichens, vu leur préférence pour les endroits secs, manquent absolument aux *marais à mousses* et aux marais tourbeux occupés par les *Sphagnum*. Cette dernière formation porte, lorsqu'elle est intercalée sur de grandes étendues dans les toundras de mousses et de lichens du nord, le nom de toundras tremblantes. Elles ont pour base des eaux courantes généralement sur un fond de graviers. L'organisation spéciale des sphagnacées et des mousses de tourbières qui, avec les Bryacées, sont les formes dominantes, leur permet de s'imbiber, comme des éponges de l'eau qui circule sous elles et qui sert à l'entretien de leur vie pendant

la courte période de l'été où il ne pleut pas. Elles ont la propriété de former sur l'eau stagnante des îlots de mousses tout gorgés d'eau, de transformer des prairies marécageuses en marais à mousses lorsque le ruissellement est suffisant, en général de créer des marais à base tourbeuse là où existent des amoncellements de mousses mortes. Dans de semblables marais croissent quelques herbes vivaces, principalement des *Carex*, des *Eriophorum*, des *Scirpus* et des Ericacées (*Ledum*, etc.). On y trouve aussi des buissons de Pins mugho ou de bouleaux des tourbières.

Les formations de marais existent partout où un excès d'eau sans pente d'écoulement suffisante permet la transformation en tourbe des débris végétaux qui, dans d'autres conditions, se putréfieraient et formeraient de l'humus. Selon les formations qui se développent sur ce sol marécageux, nous avons affaire à des forêts marécageuses, à des buissons de marécages, à des prairies (à graminées) marécageuses, et à des marais de mousses. Ces derniers sont les plus fréquents, car rarement la forêt est tourbeuse et alors, peu à peu, elle se transforme, grâce aux *Sphagnum*, en un marais de mousses. Les marais à roseaux qui se développent dans l'eau stagnante font passage aux formations des eaux douces dont il sera question plus loin, mais ils ne sont pas de longue durée et sont bientôt remplacés par des prairies marécageuses.

Les marais à mousses sont très répandus, mais ils n'occupent de grandes superficies que dans la région florale du nord et dans la région antarctique. D'après les observations de M. Warming, on en trouve au Groënland, entre 600 et 1000 mètres de hauteur, par 70° nord. Mais sur cette terre ils semblent rarement former de tourbe. M. Nathorst a observé des tourbières au cap York par 76° nord. A Egedesminde, M. Warming a constaté la présence « d'îlots de tourbe » constitués par le *Webera nutans*, qui recouvrait de ses débris flottants, d'un brun noirâtre, la surface d'une petite île granitique basse, où ces amoncellements atteignaient deux pieds d'épaisseur. Ces mousses sont utilisées comme mèches de lampes (voir Engler, botan. Jahrb., vol X, p. 390). On voit donc que tout marais à mousses n'est pas capable de former une tourbière haute, c'est-à-dire dont la surface est bombée et qui repose sur des masses profondes de tourbe et souvent sur des restes de forêts et de prairies. Les marais tourbeux ont donc besoin de conditions spéciales pour se développer.

Grisebach, dans un très remarquable mémoire (Abhandl., p. 52-135), a déjà signalé en 1846, la structure des vastes tourbières des environs

Ems. Ces tourbières se trouvent à un niveau beaucoup plus élevé que les ruisseaux du voisinage et le sommet de la voûte tourbeuse est occupé par des lacs marécageux qui s'alimentent de l'eau retenue par les mousses, ce qui met bien en évidence l'imperméabilité de la tourbière sans laquelle le marais n'existerait pas, car le sous-sol de la tourbière est constitué par du sable. « Les tourbières hautes n'ont pas une croissance continue et indéfinie ; elles n'augmentent qu'autant que la quantité d'eau fournie par les ruisseaux est suffisante pour entretenir ce qu'on pourrait appeler la capacité de saturation de cette masse spongieuse de végétaux qui couvrent la surface de la tourbière. Dans ces conditions, à moins que l'homme n'intervienne, la forme du marais ne change pas et il ne peut pas se former de nouvelle tourbe. » Si ceci est absolument exact, on conçoit la possibilité de la transformation d'un marais humide en une forêt à base tourbeuse. Voici comment. M. Blytt a rapproché ces alternances dans le régime des tourbières d'alternances dans les périodes climatiques, qui tiennent à des causes cosmiques. C'est par ces raisons qu'il expliquerait la variété de combinaison des couches dans les tourbières scandinaves reposant sur le glaciaire, et où l'on voit des restes de forêts superposés à des débris de marais ou inversement. Durant les périodes moins humides, la tourbière se desséchant partiellement aurait permis l'établissement, à sa surface, de la forêt, qui aurait disparu à son tour étouffée par les mousses des tourbières, le sol devenant plus humide à la suite de changements dans le régime des pluies.

Comme tous les marais ne sont pas stratifiés et que tous les marais stratifiés n'ont pas le même nombre de couches, il semble très probable que l'influence des périodes climatiques se manifeste très différemment, suivant la nature spéciale du marais.

Ces tourbières de mousses offrent le plus grand intérêt en ce qu'elles nous ont conservé pour ainsi dire les annales de l'histoire des flores récentes et nous permettent de reconstituer les alternances en un même point de formations qui se trouvent aujourd'hui réparties sur tout un domaine floral.

Etant donné la petitesse et le faible poids de leurs spores, on pourrait croire, aussi bien pour les mousses que pour les lichens, à une dispersion très rapide de ces plantes sur de grandes étendues. Sans doute il est possible d'expliquer par ces particularités les aires, très vastes comparativement à celles des phanérogames, des plantes dont il vient d'être question. Toutefois, en 1881, M. Hult, dans ses études sur les formations de Mousses de la Laponie, a montré que ces plantes étaient beaucoup moins vagabondes qu'on ne ne croirait (voir *Vegetationen i en del af Kemi Lappmark och Norra Osterbotten*. Helsingfors (résumé dans Geogr. Mitteil. 1886. Littber. n° 293, 1885). Les formations de Mousses et de Lichens semblent également se déplacer lentement et se classer les unes

les autres. Sous les formations des lichens des fjelds de Norwège on trouve des restes de Mousses de tourbières.

### Formation des eaux douces continentales

La végétation des eaux douces stagnantes ou courantes et même celle des bords marécageux des eaux salées continentales et des lacs salés, diffère profondément de celle des océans. Tandis que les plantes marines ont une organisation toute spéciale, les plantes des eaux douces sont en relations directes avec celles des stations humides, qui font, pour ainsi dire, le trait d'union, et l'on trouve parfois ici et là les mêmes espèces avec des développements différents. Les fourrés de roseaux croissent aussi bien dans les rivières et les étangs, avec les joncs, que dans les endroits humides des prairies de graminées à longs chaumes, et ce n'est pas un caractère systématique mais seulement une forme de végétation, celle des *plantes aquatiques flottantes*, qui différencie les formations des eaux douces.

On distingue, dans ces formations, trois formes de croissance : les *plantes aquatiques submergées*, les *plantes flottantes*, dont les feuilles plus ou moins développées sont en contact direct avec l'atmosphère à la surface de l'eau, et les *plantes palustres* ou *plantes aquatiques dressées*, comme les roseaux, qui germent et s'enracinent au fond de l'eau dans des endroits peu profonds, mais viennent développer à l'air leurs tiges, leurs feuilles et leurs fleurs. Ces trois formes, qui sont rarement réunies à la même place, constituent l'ensemble des formations des eaux douces continentales. Les plantes flottantes et les plantes submergées sans racines croissent dans les endroits les plus profonds ; lorsque la profondeur est moindre, on trouve des plantes submergées et des plantes flottantes retenues au fond par leurs racines ; et enfin lorsque l'eau est peu profonde se montre la foule nombreuse des plantes palustres qui disputent le terrain aux plantes précédentes dans les parties les plus éloignées des bords, et qui, sur les bords mêmes, se montrent seules, transformant souvent la rive où elles croissent en une prairie marécageuse où en un marais.

FAMILLES. — Seules les plantes submergées et les plantes flottantes des eaux vives se rapportent à des familles spéciales. Quant aux plantes

palustres, elles sont composées de nombreux genres d'herbes vivaces et de plantes des formations de graminées, comme les roseaux, les joncs, le nombreuses ombellifères, pour ne citer que les plus connues et celles croissant sur le bord des eaux.

Le *Phragmites communis* est extrêmement répandu et forme, par exemple dans le Lob-Nor, des roselières continues à la place des marais à demi desséchés. Cette plante possède à un haut degré la faculté d'assécher, en les comblant de ses restes organiques, les marais peu profonds qu'elle transforme ainsi en prairies marécageuses. Les plantes aquatiques flottantes et submergées appartiennent à de nombreuses familles et sont pour la plupart en relations avec les plantes terrestres. Seules les *Algues d'eau douce* constituent une classe à part se rapprochant par la richesse et la variété de ses formes des Algues océaniques. Elles sont généralement vertes; par exemple, les différentes familles de Chlorophycées; ou bleuâtres (Cyanophycées), dont les plus connues sont les Oscillaires (*Oscillatoria*), qui recouvrent souvent de leurs filaments flexibles des places assez étendues dans les ruisseaux. Citons encore les Algues siliceuses (Diatomées ou Bacillariacées), qui constituent des amas limoneux, bruns ou jaune brunâtres, par la réunion de myriades de leurs individus microscopiques.

Parmi les *Cryptogames vasculaires*, il faut noter surtout les Hydroptéridées (*Salvinia* et *Azolla*), qui flottent à la surface de l'eau. Parmi les Dicotylédones, la famille la plus importante est celle des Nymphéacées (8 genres et 35 espèces environ); toutefois, quelques-uns de ces genres comme les *Nelumbium*, sont plutôt représentés par des plantes palustres amphibies s'élevant au-dessus de la surface de l'eau.

Les *Nymphaea* (25 espèces), sont répandues sur presque toute la surface du globe, à l'exception des climats polaires; le genre *Nuphar* ne sort pas de l'hémisphère nord; les genres *Euryale* et *Barclaya* se trouvent aux Indes et en Chine; la *Victoria regia*, la plus grande espèce du groupe des plantes aquatiques flottantes, habite les régions tropicales de l'Amérique du Sud. D'autres familles contiennent quelques genres et même quelques petites sous-familles formées exclusivement de plantes aquatiques; tels par exemple, les genres: *Trapa* (Haloragées), *Callitriche*, *Ceratophyllum*, *Myriophyllum*, *Limnanthemum*, *Utricularia*, *Hottonia*, *Aldrovanda*; d'autres grands genres comme les Renoncules et les Renouées *Polygonum*, possèdent quelques espèces flottantes et submergées. Les *Monocotylédones* sont également représentées dans les formations aquatiques: citons les Naiadées (*Potamogeton*), les Hydrocharidées, les Lemnacées et les Alismacées. Ces dernières toutefois, comme les Juncaginées, Typhacées, Pontédériacées, etc., sont surtout des plantes palustres dressées.

Tout démontre qu'il n'y a pas une formation possédant autant de genres et d'espèces semblables que celle des plantes aquatiques. Toutes les espèces ont des aires très vastes, de sorte que ce ne sont pas tant les petites régions florales que les zones de végétation primaires qui offrent des caractères distinctifs. Dans les eaux

douces des contrées boréales et subtropicales, les étangs sont couverts d'un tapis de *Lemna*, *Hydrocharis*, *Nuphar* et *Nymphaea*. Dans les régions tropicales de l'Amérique du Sud les *Lemna* sont remplacées par des *Pistia* très répandues dans les zones chaudes. A la place des *Hydrocharis* croissent des *Limnobium* et des *Ottelia*; à côté des *Nymphaea* l'admirable *Victoria regia*.

Le *Vallisneria* abonde dans les eaux plus chaudes; de grandes Cypéracées encombrent partout les bords des marais; dans les eaux peu profondes des pays boréaux croissent les Massettes (*Typha*) qui se montrent également aux Indes orientales, dans l'ouest de l'Afrique tropicale, au Cap, etc. Les Pontédériacées, plantes à grandes et belles fleurs qui ornent les bords des fleuves et des lagunes tropicales remplacent avec les *Limnocharis* et les *Hydrocleis*, les *Butomus*, les Fluteaux (*Alisma*) et les Flèches d'eau (*Sagittaria*) du Nord; elles sont répandus dans les domaines tempérés, dans les régions tropicales et jusque dans les régions florales du Sud.

Le haut Nord ne possède en propre ni formation ni espèce d'eau douce spéciale. Là où, dans le domaine des forêts, la température est trop rigoureuse, toute la formation s'arrête ou n'est plus représentée que par des plantes cellulaires inférieures. En plein été, dans les étangs du Groënland, M. Warming n'a trouvé que l'*Utricularia*, une forme à demi-flottante du *Ranunculus hyperboreus*, des Algues filamenteuses enchevêtrées les unes dans les autres, et des Mousses aquatiques.

Le lecteur trouvera indiquées dans les tableaux dressés par M. Schenck (*Biologie d. Wassergewächse*, p. 150) les limites septentrionales et méridionales des plantes aquatiques les plus répandues de l'Europe moyenne.

Deux exemples méritent d'être cités : parmi les plantes aquatiques submergées, le *Myriophyllum spicatum*, qui croît dans presque toute l'Europe, en Islande, au Groënland, où il dépasse le cercle polaire, au Labrador, dans les parties tempérées et sur les montagnes de l'Amérique du Nord jusqu'à l'Arkansas, en Algérie et aux îles Canaries; parmi les plantes flottantes, le *Nymphaea alba*, qui croît en Europe depuis les îles de la Méditerranée jusqu'à l'extrémité septentrionale de la Norvège, en Grande-Bretagne jusqu'aux Shetland et aux Hébrides, en Asie depuis l'Himalaya jusqu'à la limite des forêts en Sibérie, dans l'Amérique du Nord, où il est remplacé par le *Nymphaea odorata*, et enfin dans le Nord de l'Afrique. Les eaux dans lesquelles se montre cette plante se trouvent donc à des températures très différentes; par conséquent aussi, la durée de la période chaude n'est pas la même pour ces différentes

contrées, et cependant l'étendue de cette aire ne pourrait être expliquée que par l'égalité de température de l'eau dans ces stations si diverses (1).

Parmi les propriétés biologiques des Phanérogames aquatiques étudiées et décrites par M. Schenck (2), les points les plus importants pour l'étude des formations sont les suivants. Ces plantes sont presque toutes des herbes vivaces dont les rhizomes rampants hivernent dans la vase ou dont les pousses forment à l'avance des bourgeons hivernaux qui s'incurvent vers le sol, où ils s'enfoncent. De plus, la différence la plus notable que l'on puisse signaler, c'est que, ou bien elles s'enracinent dans le sol, ou bien elles nagent librement dans l'eau. Chez les plantes flottantes, dont la végétation est active et la ramification abondante, l'axe principal meurt bientôt, et elles forment dans l'eau stagnante de grands amas verts semblables à de minuscules prairies, tandis que, dans les eaux vives, toutes les plantes appartenant à cette formation doivent être enracinées dans le sol ou fixées sur des galets ou sur d'autres plantes aquatiques.

Quant aux Algues, elles se rattachent à la première catégorie, attendu que, dans la plupart des cas, elles disposent de moyens de fixation. Cependant, comme toutes les plantes aquatiques, elles supportent très bien d'être arrachées, ce qui facilite leur dispersion. Le transport de morceaux détachés par les oiseaux aquatiques a certainement beaucoup contribué à étendre l'aire de ces végétaux.

En général, les fleurs arrivent à la surface de l'eau, mais les fruits mûrissent *submergés*; la plupart des graines ne supportent pas d'être desséchées et mûrissent sur le sol.

(1) Toutes les Nymphéacées ne sont pas absolument et toujours des plantes flottantes. Certaines espèces croissent dans des stations soumises à des assèchements périodiques et doivent, en conséquence, présenter des dispositions biologiques spéciales leur permettant de traverser ces périodes de sécheresse relative. Telles sont le *Nymphaea rubra*, etc., qui forment des sortes de tubercules couverts d'écaillés et de poils, les protégeant contre la dessiccation. Lorsque l'eau vient à disparaître, il ne subsiste que ces tubercules, qui demeurent enfouis dans le sol. Dès que le terrain se trouve de nouveau inondé, ces tubercules émettent un long entrenœud de l'extrémité duquel partent les racines, puis, finalement, les pédoncules floraux. C'est là que se formera un nouveau tubercule. Nos Nymphéacées indigènes ne présentent rien de semblable. (Voir Raciborski, *Die Morphologie der Cabombeen u. Nymphaeaceen*, Flora 1894). (Trad.)

(2) Voir aussi Gœbel, *Pflanzenbiologische Schilderungen*, VI<sup>e</sup> partie (*Wasserpflanzen*). Marburg 1893. — Sauvageau, Notes biologiques sur les Potamogetons, Journal de Botanique 1894.

### Les formations océaniques

A l'inverse des formations des eaux douces, qui se lieut intimement aux formations terrestres et dans lesquelles, malgré la masse de petites Algues qu'on y trouve, ce sont les Phanérogames qui dominent et qui sont les plantes les plus grandes, « les Algues marines » diffèrent presque absolument des flores terrestres comme genres et comme familles. Quelques phanérogames marines viennent s'ajouter aux Algues, formant, seules ou mêlées à ces dernières, des prairies et des massifs submergés. Elles manquent aux eaux continentales et sont, comme les Algues, très répandues dans les mers. Nous reviendrons sur cette formation dans le chapitre suivant à propos de la région florale océanique.

### Formations glaciales et formations de steppes

Les formations étudiées jusqu'ici ont pour caractère commun la prédominance, dans chacune d'elles, d'une forme de croissance déterminée, sur laquelle se règlent, pour ainsi dire, tous les autres éléments accessoires. Il en est ainsi sur la terre ferme pour les arbres, les buissons, les graminées, les herbes, les mousses et les lichens. Nous voyons la même chose dans les eaux douces et salées pour les plantes aquatiques réunies en formations homogènes. Ici, nous avons affaire à des formations mixtes d'un caractère tout différent, et dont les diverses modalités dépendent surtout du substratum suivant qu'il est constitué par des rochers, des sables mouvants, du sable argileux, du limon ou une croûte saline. De ces formations, les unes ont à affronter des déserts glacés, des hivers très rigoureux et un long séjour sous la neige : ce sont les *formations glaciales*. D'autres ont à lutter contre le manque de pluies, une chaleur torride que ne vient pas tempérer un apport suffisant d'eaux courantes, ou contre des déserts arides : ce sont les *formations de rochers* et les *formations de steppes*.

Ces deux catégories ont pour caractère commun l'*absence d'arbres*. Les formes biologiques qui y figurent sont celles spécialement organisées pour supporter le froid ou la sécheresse ; ce sont certaines plantes frutescentes et suffrutescentes, beaucoup d'herbes vivaces, des graminées éparses ou réunies en touffes ou, dans les steppes surtout, des plantes annuelles. Souvent une seule forme

recouvre de vastes étendues, ce qui établit la transition aux formations homogènes. Toutefois, ce qui caractérise ces formations, c'est la succession de plusieurs séries d'espèces au cours d'une période végétative, et le fait que chaque plante a moins à lutter contre la concurrence d'autres végétaux que contre le climat, le sol et les difficultés qu'ils entraînent.

Les *formations glaciales* se montrent çà et là au voisinage de la limite des neiges et même au-dessus, dans les hautes montagnes, et aussi dans les flores polaires. Si elles ne se mêlent pas d'ordinaire aux formations de mousses et de lichens, cette règle est loin d'être absolue, car souvent des touffes de graminées, des herbes vivaces cespiteuses s'y introduisent, et des plantes suffrutescentes toujours vertes croissent sur les éboulis et dans les fentes des rochers.

Au lieu de rappeler des exemples connus des régions alpines ou du haut nord, nous renverrons le lecteur aux descriptions indiquées ci-après : celles que M. Kerner a données de l'Oetzthal (2,500<sup>m</sup> d'altitude) dans son mémoire souvent cité (*Pflanzenleben d. Donauländer*, p. 274 et suivantes) ; celles de M. Warming sur les « formations de fjelds du Groenland » (*Engler. Botan. Jahrb.* Tome X, p. 377), dont nous citerons le passage suivant : Les plantes frutescentes ne dominent plus ; même, pour la plupart, elles ont disparu où l'on n'en voit plus que des exemplaires isolés. Ce qu'on trouve surtout ce sont des herbes vivaces, des mousses et des lichens qui ne forment pas un tapis continu, mais croissent par petits groupes, et même, sur certains points, isolément, là où dans les fentes des rochers, dans les éboulis et dans les graviers, ces plantes trouvent un peu de terre.

Dans les climats très rigoureux, non seulement le froid de l'hiver, mais aussi la sécheresse de l'été, conspirent contre les formations qui pourraient s'établir sur les éboulis. Dans les climats plus chauds, là où les arbres devraient pouvoir exister, c'est la sécheresse seule qui s'oppose à ce que les plantes recouvrent d'un tapis continu certaines stations comme les rochers, les éboulis, les graviers, les terrains salés et les sables. Là où la sécheresse se fait sentir dans toute sa tristesse, sur de vastes étendues, domine la *steppe* (*steppe désertique*, par opposition à *steppe de graminées*).

On peut rapprocher de ces steppes ces colonies de phanérogames établies sur les pentes *rocheuses* sèches, que les mousses et les lichens ne peuvent même plus recouvrir. C'est ainsi que sur certaines parois rocheuses des Alpes dans les dolomies, par exemple, on trouve dans les fentes de la roche, de petites colonies isolées de *Leontopodium alpinum*, *Oxytropis pilosa*, *Astragalus*, *Phaca*, *Androsace helvetica*, etc.

Les pentes abruptes des hautes montagnes sont donc recouvertes dans le bas par des plantes de steppes, dans le haut par les plantes glaciales, et c'est la température et le degré d'humidité qui règlent les limites respectives de ces différentes formations. Ces limites ne sont pas cependant si tranchées qu'on ne trouve entre ces formations toute une série d'intermédiaires. A cet égard on peut, comme l'a fait M. Günther Beek dans sa flore de Herenstein, distinguer sur les pentes rocheuses suivant l'altitude, plusieurs catégories de formation allant des plantes de steppes aux plantes glaciales.

*Les plantes de steppes* se distinguent par une organisation spéciale (variable d'ailleurs) leur permettant de résister à la sécheresse. Les formes bulbeuses abondent ou bien les plantes à feuilles molles mûrissent leurs graines pendant la période humide, comme le font les plantes annuelles. Les herbes vivaces communes sont dures et ligneuses, à feuilles tomenteuses, ou coriaces. Les plantes frutescentes ou suffrutescentes portent des feuilles analogues ou bien sont épineuses (voir ci-dessus, p. 56 et 57). Les plantes grasses sont ici très caractéristiques, et, sous ce nom, on désigne les végétaux dans lesquels le tronc, à peine visible, est entouré de feuilles séveuses ou charnues, ou bien dans lesquelles le feuillage, presque nul, est remplacé par des aiguillons et des épines, s'insérant sur un tronc charnu sphérique, cylindrique ou en forme de candélabre. (Plantes à tige ou à feuilles grasses; voir p. 51, *Formes de végétation*).

Ces plantes grasses (1) disséminées dans les nombreuses contrées à steppes du globe, appartiennent à des familles très différentes. La plus importante, presque exclusivement limitée à l'Amérique, du Colorado à la Patagonie, comprend environ 1,200 espèces, réparties en 15 genres; c'est la famille des Cactées, qui se montrent également dans les formations xérophiles du Brésil et donnent un cachet particulier à la partie occidentale de la côte de l'Amérique du Sud, qui jouit d'un climat très sec. Elles s'élèvent très haut (3,000<sup>m</sup>), sur les plateaux secs des Andes et atteignent leur plus grande richesse de formes du Texas au nord du Mexique. Au point de vue physiologique, on peut distinguer : 1<sup>o</sup> La forme des *Cereus* (Cierges), 220 espèces, à tiges anguleuses pourvues d'aiguillons, simples et dressées comme des colonnes, ou ramifiées en forme de can-

(1) Au point de vue biologique voir Gæbel, *Pflanzenbiologische Schilderungen*. I. *Die succulenten*.—W. Ganong, Beiträge zur Kenntniss der Morphologie und Biologie der Kakteen. Flora, Ergänzungsband 1894.

délabrés ; 2° La forme du figuier de Barbarie (*Opuntia*, 200 espèces), caractérisée par des articles en raquettes, se ramifiant en zigzags. Une espèce (*Opuntia vulgaris*), est endémique sur les roches et les éboulis de l'Europe méridionale ; 3° La forme des *Mamillaria* (360 espèces) et des *Echinocactus* (260 espèces) ; la tige aphyllé épineuse plus ou moins sphérique, peut atteindre un mètre de hauteur ; c'est une des formes les plus étranges de la flore des steppes. — Il existe également des Cactées feuillées (*Pereskia*), mais elles sont localisées aux régions tropicales et n'apparaissent pas dans les steppes arides.

En Afrique et dans les régions arides de l'Asie Occidentale, les *Euphorbia* avec les formes d'Euphorbes-Candélabres, remplacent les Cactées. Les formes étranges des Têtes de Méduses rappellent les *Mamillaria* rameux et gazonnants, mais chez ces plantes pourvues de latex, les épines sont géminées sur les coussinets foliaires. Le genre *Euphorbia* compte plus de 100 espèces de plantes grasses ; pour le reste, les 600 espèces à feuilles laiteuses qui le constituent sont répandues sur tout le globe à l'exception des climats froids.

Avec les *Stapelia* et autres genres voisins, appartenant surtout à la flore du sud de l'Afrique, les Asclépiadées sont représentées parmi les plantes succulentes des steppes.

Les plantes à feuilles grasses se rattachant à l'ordre des Monocotylédones, appartiennent aux familles des Amaryllidées et des Liliacées. Les premières avec les *Agave* et les *Fourcroya*, comptent 60 à 70 espèces en Amérique, principalement au Mexique ; ces plantes sont bien connues par les représentants qui figurent dans nos serres. Le genre *Aloë* (Liliacées), possède 85 espèces à feuilles grasses, de taille inférieure à celle des *Agave*, presque exclusivement limitées au Sud de l'Afrique. Dans le même domaine floral, croissent des *Kleinia* (Composées) et le genre *Mesembryanthemum* (300 espèces), qui, par ses feuilles en rosettes, rappelle les *Crassulacées* dont l'aire de dispersion est beaucoup plus considérable. Quelques genres de cette dernière famille (*Kalanchoë*, etc.), partagent, sous les tropiques, les stations des Monocotylédones citées plus haut ; mais d'autres genres, les *Sedum* et les *Sempervivum* (200 espèces environ), habitent les rochers dans les flores boréales, et, fuyant les steppes, se montrent dans les hautes montagnes avec les Saxifrages jusqu'à la limite des neiges. La répartition des Saxifrages arctiques et alpins a été indiquée sur la carte n° 45 de l'*Atlas physique* de Berghaus.

A cette nomenclature des plantes succulentes des steppes, nous devons ajouter d'autres formes remarquables qui ont le même habitat. Les formes frutescentes sont différentes dans les divers domaines floraux. Le genre *Astragalus*, dont les représentants forment de nombreux buissons, compte 1,250 espèces et son aire de dispersion a été indiquée sur la carte précédemment citée de l'*Atlas physique* de Berghaus.

Pour les steppes de sable et les steppes salées, les Salsolacées (Chénopodiacées) sont la famille la plus importante. Bunge leur a consacré une remarquable monographie et indiqué l'aire des 531 espèces dans les 10 bassins principaux de terrains salés. Les *Atriplex* et les *Chenopodium* qui, chez nous, croissent dans les décombres ou dans les

champs comme de mauvaises herbes, se rattachent à un groupe principalement représenté dans le sud de la Russie et en Orient. Ces plantes évitent les rochers, les pays de collines et de montagnes et leur aire est absolument différente de celle des Saxifrages.

Parmi les plantes ligneuses appartenant à d'autres familles, les Zygophyllacées jouent un rôle important dans les steppes, de même que les Tamariscinées (*Tamarix*), qui croissent dans les régions subtropicales de l'hémisphère Nord.

Il est presque inutile d'ajouter que les Graminées fournissent aux steppes un fort contingent de végétaux et croissent aussi bien dans le sable que dans les terrains salés. Après elles citons encore d'autres monocotylédones non succulentes, comme les *Yucca* de l'Amérique du Nord et l'intéressant *Testudinaria elephantipes*, du Sud de l'Afrique, dont les tubercules énormes, se montrant à découvert sur le sol, sont protégés contre la sécheresse par un épais manteau de liège et émettent, au début de la saison humide, de longues pousses séveuses grimpanes.

L'étude des moyens par lesquels les plantes des steppes proprement dites peuvent résister à la sécheresse et recueillir pendant la courte période d'humidité l'eau nécessaire à leur entretien offre le plus grand intérêt. Ces questions n'avaient été traitées que d'une façon générale et l'on se contentait de faire remarquer que les plantes de ces contrées étaient des plantes grasses ou ligneuses, qu'elles mûrissaient rapidement leurs graines, etc., quand M. Volkens, dans ses recherches anatomiques et physiologiques sur les plantes du Sahara égyptien, a traité de ce sujet en parfaite connaissance du pays (1).

Dans ces régions, la saison pluvieuse tombe en février et mars. Les fortes rosées de l'automne et de l'hiver n'amènent pas grands changements dans l'aspect général du pays, mais dès les premières gouttes de pluies, de nombreuses plantes frutescentes se mettent à feuiller, des pousses vertes sortent des anciennes tiges noueuses, presque mortes en apparence, les germinations des plantes annuelles se montrent sur les pentes les plus arides, et bientôt des masses de fleurs marquent l'apogée de la période végétative du désert. Dès les premiers jours de mai la physionomie change, seules quelques plantes annuelles ont pu résister dans certaines stations, les autres sont déjà desséchées. Dans ces conditions il est impossible de distinguer, comme sous nos climats, les plantes

(1) Volkens, *Die Flora der Ägyptisch Arabischen Wüste*. Berlin, 1887. Voir aussi F. Hildebrand, *Die Lebensverhältnisse der Oxalis-Arten* Jena 1884; Gæbel, *Pflanzenbiologische Schilderungen IV Die Vegetation der Venezolanischen Paramos*, 1891.

annuelles des plantes bisannuelles ou vivaces. L'une des dispositions protectrices les plus efficaces contre la sécheresse des plantes désertiques, c'est la longueur de leurs racines qui vont chercher très avant dans le sol l'eau dont la plante a besoin. « La plantule de germination d'une plante ordinairement annuelle, le *Monsonia nivea* (Géraniacés), possédait déjà, à la fin de janvier, alors que sa rosette, composée de 3 à 4 feuilles, avait à peine la longueur du pouce, des racines de plus de cinquante centimètres. Un exemplaire de *Calligonum comosum* de 20 centimètres de longueur portait une racine dont le diamètre atteignait sous le collet l'épaisseur du pouce; un mètre et demi plus bas, elle était encore grosse comme le petit doigt. Par conséquent on peut admettre que la longueur des parties souterraines de cette plante était 20 fois plus grande que celles des parties aériennes. » C'est d'ailleurs grâce à cette disposition que les Coloquintes aux feuilles délicates et qui se flétrissent très vite peuvent se conserver pendant tout l'été. En dehors des protections ordinaires des feuilles contre l'évaporation, quelques plantes désertiques peuvent encore absorber directement la rosée; d'autres développent pour un temps plus ou moins long des cellules aquifères.

Le caractère général des formations de steppes dépend en premier lieu de la nature du sol. Nulle part peut-être l'influence du substratum n'est aussi visible que dans les formations xéro-philés, et nous pouvons rappeler ici ce que nous avons dit p. 43 et 44. D'une manière générale, nous divisons les steppes comme il suit : 1° Les steppes de *débris* de roches dysgéogènes; 2° Steppes de *sable mouvant*; 3° Steppes établies sur l'*argile* et le *limon*; 4° Steppes *salées*. Le caractère exclusif de ces dernières est très marqué et nombre de formes très répandues (toutes les plantes grasses, semble-t-il, à l'exception des Cactées?) y font complètement défaut. On y trouve donc surtout des *Halophytes*. Parmi elles les Salsolacées sont la famille la plus répandue; elles ont même de petites formes arborescentes, comme le *Saraoul* (*Haloxyylon Ammodendron*); on y rencontre également quelques représentants des Composées, des Graminées et d'autres familles.

Pour donner une idée des steppes salées, nous citerons un passage de la relation du voyage de M. Lorentz de Cordoba à Santiago de l'Estero. Des buissons bas forment la transition entre les bois de hêtre clairsemés et la végétation salée proprement dite. Celle-ci est constituée par des plantes frutescentes plus ou moins hautes pourvues de petites feuilles écailleuses, charnues, d'un gris verdâtre, appliquées contre la tige. La

taille de ces plantes se déprime à mesure que la quantité de sel augmente, jusqu'à ce qu'enfin le sol nu recouvert d'une croûte blanche salée ne nourrisse plus que quelques rares herbes basses égarées dans ces solitudes. Sur de grandes étendues assez loin de la rivière salée, c'est « la Jume », le désert à Salsolacées ; là croissent *Atriplex pamparum*, *Spirostachys vaginata* et *patagonica*, *Suaeda divaricata*, au milieu desquels quelques buissons de *Lycium*, le *Grahamia bracteata* (Portulacée) viennent jeter une note moins triste. Entre les buissons le sol est couvert d'une épaisse couche de sel blanc pulvérulent. L'*Atriplex pamparum* est si riche en alcali que ses cendres sont employées pour la fabrication du savon. Là où les terrains sablonneux s'élèvent jusqu'à former des dunes, les salsolacées diminuent et sont remplacées par des buissons au milieu desquels croît le remarquable *Baccharis glutinosa*, qui atteint la hauteur d'un homme et forme de hauts fourrés, généralement situés sur de petits monticules résultant de ce que les parties qui les entourent ont été enlevées par le vent. A ces buissons viennent souvent se mêler des *Opuntia* aux fleurs rouge orangé et des *Cereus* en forme de candélabres.

Dans le livre de M. Neumayr souvent cité (*Anleitung*, etc., 2<sup>e</sup> édition. T. II, p. 177), on a réuni à ces diverses catégories de steppes et de déserts, les *steppes de plantes herbacées* et celles des plantes frutescentes. Elles constituent des passages naturels aux formations homogènes en tant qu'elles conservent le caractère général des steppes. Quant aux *steppes à graminées*, il en a déjà été question.

Comme recherches méthodiques très instructives, nous citerons les travaux de M. Wilkomm, sur les steppes d'Espagne (*Strand u. Steppengebiete d. iberischen Halbinsel*, 1852), qui donnent très bien idée du caractère de cette formation. Elles mettent nettement en évidence que le contenu salin du substratum, la présence des sels dans le sol, n'entraîne pas une similitude absolue des formations des steppes côtières et des steppes salées, car, sur 376 espèces halophytes qui croissent en Espagne, il y en a 212 qui ne se trouvent que dans la région côtière, 111 qui sont localisées aux steppes, et 53 seulement communes aux uns et aux autres. Il est donc légitime de considérer les formations d'halophytes des côtes maritimes comme constituant une catégorie à part.

Sur les 376 espèces mentionnées par M. Wilkomm, 120 (soit le tiers) sont annuelles, 13 sont annuelles ou bisannuelles (soit le vingt-neuvième), 149 sont vivaces (les deux cinquièmes), 74 suffrutescentes (un cinquième), 20 frutescentes (un dix-neuvième). Elles sont réparties entre 57 familles différentes. Celles qui dominent sont les Composées, Salsolacées, Graminées, Plombaginées.

# CINQUIÈME PARTIE

---

## Les régions de végétation du globe rangées par ordre géographique

Chapitre I. — *Division géographique des flores terrestres.* — Rapports des régions florales et des zones de végétation. Les régions de végétation considérées comme unités naturelles. Des dénominations applicables aux régions de végétation. Régions de végétation et formations. Étude de la flore et géographie botanique spéciale. Méthode de description des caractères en géographie botanique.

Chapitre II. — *Les régions florales boréales.* — Coup d'œil général sur les zones et les éléments des flores. Exemples de distribution commune. Développement géologique de la flore. Groupes caractéristiques des régions boréales. Résumé. Régions florales du Nord : flore atlantique-méditerranéenne, flore du Pont et de l'Asie centrale, flore de l'Asie orientale et flore du centre de l'Amérique du Nord. — 1. Iles arctiques et côtes de la mer Glaciale. 2. Europe septentrionale et centrale. 3. Steppes pontiques et Caucase. 4. Flore atlantique, région méditerranéenne et Orient. 5. Asie intérieure. 6. Sibérie. 7. Groupe de contrées de l'Asie orientale (Mandchourie, Chine, Japon). 8. Amérique du Nord anglaise. 9. États-Unis et Nord du Mexique.

Chapitre III. — *Les régions florales tropicales et australes.* — Coup d'œil général sur les zones et les éléments des flores. Deux flores xérophiiles nord-tropicales. Les flores xérophiiles australes. Division des régions florales : a) flores tropicales; b) flores australes; c) flore antarctique. — 10. Sahara et Arabie. 11. Afrique tropicale et Sud de l'Arabie. 12. Afrique australe. 13. Iles situées à l'est de l'Afrique. 14. Indes et Iles de la Sonde. 15. Iles du Pacifique jusqu'à la Nouvelle-Zélande. 16. Australie. 17. Partie tropicale du Mexique et Amérique centrale. 18. Antilles et Iles Bahamas. — 19. Sud de l'Amérique tropicale. 20. Hautes Andes et Amérique australe. 21. Iles antarctiques.

Chapitre IV. — *Région florale océanique*. — Coup d'œil d'ensemble. Bibliographie. Formes végétales océaniques; leurs conditions de vie. Rapports de répartition des familles de plantes marines.

Il est permis de laisser aux études topographiques des observateurs indigènes bien des choses qui, plus tard, pourraient être utilisées pour la construction de l'ensemble, ce qui n'empêche pas cependant de leur emprunter certains matériaux géographiques lorsqu'il s'agit de mieux faire ressortir des phénomènes particuliers. C'est à peu près la voie suivie par la géographie, qui cherche à n'embrasser le globe que dans ses traits les plus généraux, se plaçant, pour ainsi dire, à un point de vue qui fait disparaître les détails, et en traçant de cette manière un cadre dans lequel les phénomènes locaux viennent se ranger graduellement et occuper la place qui leur appartient.

Grisebach. Préface de la *Végétation du globe* (trad. de Tchihatcheff. Tome I, p. XI).

## CHAPITRE I

### Divisions géographiques des flores terrestres

Les quatre chapitres qui précèdent ont été consacrés à l'étude méthodique de la géographie botanique. Nous devons maintenant examiner la flore et la végétation en tenant compte des caractères particuliers qu'elles présentent sur les divers points du globe. Dans cette étude, le développement géologique des diverses flores ne nous arrêtera pas longtemps, et nous ne nous attacherons qu'à l'état présent, le seul suffisamment connu, encore que nous ne puissions le bien comprendre qu'en voyant les successions d'où il résulte.

*Rapports des régions florales et des zones de végétation*. — Pour l'exposé succinct que nous nous proposons de faire, il est indispensable de diviser convenablement le sujet, et les 24 domaines de Grisebach (voir la carte de la *Végétation du globe*) répondent bien à ces exigences. Nous suivrons donc la même marche, tout en nous inspirant de considérations différentes.

Jusqu'ici nous avons examiné la question de géographie botanique au double point de vue de la systématique qui nous a menés à la distinction des régions florales, et de la biologie qui nous fait reconnaître des formes de végétation. Mais ce n'est pas suffisant, et ce point de vue est trop étroit pour servir de base à une description générale de la végétation du globe. Les cartes de régions florales que j'ai publiées en 1884 dans les *Geographischen Mitteilungen* mon-

trent bien qu'il n'y a pas entre les diverses régions de limites très nettes, attendu que, dans leurs migrations incessantes, des plantes passent de l'une à l'autre, et c'est un fait avéré qu'il est impossible d'établir de lignes de démarcation absolues. A cet égard, les zones de végétation sont préférables, car leurs distinctions reposent sur des faits positifs; tels, par exemple, la limite des forêts, par rapport aux toundras de mousses ou aux steppes de sables, la limite des Palmiers par rapport aux Dicotylédones à feuilles persistantes ou caduques. Il paraît donc plus rationnel de tenir compte à la fois des régions florales et des zones de végétation, car ces dernières seules seraient insuffisantes, comme on a pu s'en rendre compte dans l'aperçu général que nous en avons donné p. 58. La question, en effet, n'est pas seulement de savoir où croissent des arbres et s'ils gardent ou perdent leurs feuilles, mais encore quelle est leur place dans le système. *Le caractère d'une contrée dépend aussi bien de la flore que de la végétation.* Grisebach fait très justement remarquer (*Végétation du Globe*. Préface) que la durée des périodes végétatives dont chaque phase répond à une certaine valeur de la courbe thermique annuelle, est un des déterminants les plus importants du domaine géographique des plantes. Mais inversement il nous faut aussi savoir sur quelles formes de plantes ces phénomènes périodiques exercent leur influence, connaître en un mot la constitution du tapis végétal et ses conditions d'existence. C'est pour cela que les régions florales bien caractérisées ont leurs formations spéciales, qui peuvent se montrer analogues dans des climats comparables au nord et au sud de l'équateur, par exemple, dans la région du Cap et certains domaines de l'Asie Orientale ou de la région méditerranéenne ou encore au Mexique et dans la République Argentine; mais alors les plantes sont tout à fait différentes; il y a analogie, mais non pas similitude.

*Les régions de végétation considérées comme unités naturelles.*— Notre tâche serait bien facilitée si les limites des régions florales correspondaient, au moins dans leurs grandes lignes, à celles des zones de végétation; mais étant donnée la variété des principes présidant à leur division, ce ne peut être le cas. Ainsi, la limite N. des arbres est très importante au point de vue climatique, mais elle ne correspond nullement à une limite de région florale, ni même à celle d'un domaine. Le détroit de Macassar constitue une ligne de démarcation assez accusée entre

deux flores, mais il ne sépare pas deux zones de végétation. Le Sahara est un domaine naturel, au point de vue des zones, mais non pas au point de vue floristique, car les plantes de la Méditerranée viennent s'y mêler à celles de l'Afrique tropicale ; et nous pourrions multiplier les exemples. Nous ne trouverons donc de frontières communes à la flore et à la végétation, que dans les districts plus petits, qui équivalent à peu près à des districts de domaines floraux (voir Fl. d. E., p. 6) et dans lesquelles la limite même des formations marque la limite des zones. Nous donnons à ces ensembles qui, dans une très large mesure, servent de base à la distinction de zones de végétation et de régions florales, le nom de *régions de végétation*.

On a largement usé de ce mode de division dans les cartes florales de l'*Atlas physique de Berghaus*, feuilles IV à VII ; texte explicatif p. 4. Comme nous le disions dans la notice qui accompagne cet atlas : « Une région de végétation est une partie d'une zone délimitée par la coïncidence de plusieurs lignes de végétation et dans laquelle le sol est uniformément recouvert d'une formation dominante ou de plusieurs formations intimement liés les unes aux autres, par la communauté des périodes végétatives. Si ces formations peuvent être ramenées à des groupes systématiques distincts leur imprimant un cachet spécial, c'est que la petite partie du globe qu'elles occupent correspond à une région florale déterminée. C'est par les espèces dominant dans la formation la plus importante, soit par la puissance de son développement, soit par sa physionomie spéciale, que l'on peut qualifier une région. » Chaque région possède un climat bien caractérisé, on peut les comparer d'une manière générale aux zones de végétation de M. Köppen (voir ci-dessus, p. 75) et au point de vue des descriptions spéciales à celles que M. Supan a admises dans sa Géographie physique.

On désigne habituellement sous le nom de *Zone* les contrées caractérisées par des formations déterminées lorsque ces contrées se succèdent les unes aux autres dans la plaine, et sous le nom de *région* celles qui se suivent dans les montagnes. Dans ce dernier cas cependant, on peut aussi employer le nom de zone ; d'ailleurs le nom ne fait rien à la chose. Dans la carte florale de l'Europe (Berghaus, Atlas physique, n° 47) j'ai employé concurremment ces deux termes parce que dans ce continent les séparations sont moins tranchées que sur d'autres. C'est ainsi que j'ai distingué une *zone des forêts* de l'Europe moyenne, une *région de Conifères* et une *région des hautes montagnes*. Si l'on adopte le nom de zone pour les grandes divisions climatiques des contrées de végétation, le nom de

région est d'un emploi commode pour les subdivisions de ces zones.

*Des dénominations applicables aux régions de végétation.* — Les exemples ci-dessus mentionnés nous amènent à nous demander sur quels principes doit reposer la nomenclature des régions de végétation. Le nom le mieux approprié serait évidemment celui qui tiendrait compte à la fois de la formation principale de cette région et de sa situation géographique ; mais il n'est pas toujours facile à trouver. La dénomination de « prairie-steppe » appliquée aux steppes de la Russie méridionale n'est pas trop longue et indique bien ce dont il s'agit ; celle de « région forestière de l'Europe moyenne » est moins heureuse, car « l'Europe moyenne » peut être entendue de bien des manières et surtout parce que la dite contrée possède beaucoup d'autres formations qui la distinguent absolument des pays voisins, et qui, comme les pâturages des collines, les prairies des vallées et des montagnes, les formations de plantes de rochers, etc., ne sont pas mentionnés dans le titre. Les essais de dénomination des régions d'après les principaux représentants des formations les plus importantes, dont j'ai parlé à propos de la division de l'ensemble des flores des continents et des îles dans l'*Atlas physique de Berghaus*, sont encore moins satisfaisants car ils peuvent donner lieu à une interprétation erronée.

En effet ces principaux représentants ne sont pas toujours répandus dans les régions qu'on veut dénommer d'après eux, et, en tous cas, ne sont pas strictement renfermés dans leurs limites. Lorsque par exemple on a voulu qualifier la plus grande partie de la Scandinavie avec la Finlande de « Région du *Betula glutinosa* et de *Pinus sylvestris* » on n'a pas tenu compte du fait que ces deux arbres ne sont pas localisés à ces contrées mais qu'ils ont une aire beaucoup plus vaste. D'autre part, le Sapin pouvait, à aussi juste titre, être choisi comme plante caractéristique de la Scandinavie, et c'est, du reste, par simple abréviation que son nom ne figure pas dans le titre. De semblables dénominations ne peuvent donc servir qu'à indiquer le domaine floral d'espèces déterminées, à préciser, autant que possible, ce terme vague de forêt, et, jusqu'à un certain point, à des essais de nomenclature des formations d'après les espèces dominantes. Nous allons chercher dans ce chapitre à trouver un nom convenable à chaque région de végétation. Pour cela il est nécessaire de caractériser les formations végétales non seulement d'après les zones comme on l'a fait d'une manière

générale dans la IV<sup>e</sup> partie, mais aussi d'après le caractère du domaine floral.

Pour les contrées comprises dans ces régions de végétation le lecteur pourra se reporter aux cartes florales de l'*Atlas physique*, encore qu'elles soient susceptibles, sur beaucoup de points, d'améliorations notables.

*Région de végétation et formations végétaives.* — Le procédé d'étude d'une petite région, qui consiste à examiner les unes après les autres les particularités qu'elle présente, est applicable dans son intégrité aux contrées plus étendues, continents, îles, avec leurs flores d'Algues, et c'est seulement après examen d'un ensemble quelque peu considérable qu'on arrive à se faire une idée exacte de la valeur des diverses formations végétaives. En effet, ce qui importe avant tout en géographie botanique, ce sont les formations ; mais la division qui en a été présentée dans la IV<sup>e</sup> partie n'est pas naturelle, car l'ordre qui a été suivi a conduit à séparer des formations réunies en un même point. Il est clair, par exemple, que les forêts et les prairies des contrées montagneuses, les herbages et les pâturages de l'Allemagne centrale constituent un tout, de même que, d'autre part, les forêts tropicales humides, les savanes, les buissons à feuilles persistantes, etc., en forment également un autre.

Les régions de végétation telles que nous les comprenons ont l'avantage de renfermer dans leurs limites ce qui est naturellement réuni et de permettre de classer les formations d'après les conditions locales du sol, le régime hydrologique et l'orographie. Et, nous le répétons, ces régions de végétation, qui nous offrent un raccourci des grandes zones de végétation dont elles expriment avec plus de détails le caractère général, ont en même temps à tenir compte des types systématiques de la région florale d'où elles dépendent. Là où une formation succède à une autre, le passage peut être ainsi exactement noté. Aussi, dans cette acception, la région de végétation nous présente les espèces sous le double point de vue auquel elles nous intéressent, comme éléments de flores (c'est le côté systématique), et comme groupements de plantes en un endroit déterminé (c'est le côté géographique).

De même que les principales formations, c'est-à-dire les formations végétaives décrites d'une manière générale dans la quatrième partie, caractérisent les zones de végétation, de même les formations spéciales caractérisent chaque région naturelle.

Dans une note insérée au *Botanisches Jahrbuch d'Engler* (t. XI, p. 21), note relative aux moyens par lesquels une formation spéciale caractérise une région de végétation naturelle et à laquelle je renvoie pour les détails, j'ai essayé d'appliquer ce mode de division aux régions de montagnes et de collines de l'Allemagne centrale, depuis le Hartz jusqu'aux Sudètes. Voici comment ce terme de « formation spéciale » y est défini : « C'est dans une région de végétation toute formation indépendante délimitée d'une façon naturelle et composée de formes végétatives déterminées (arbres, plantes frutescentes, graminées, etc.). Cette formation est constituée par des espèces caractéristiques d'un domaine floral, de même que la famille à laquelle elles appartiennent caractérise les régions florales dont ce domaine fait partie. Semblable formation dépend des conditions locales de climat, d'orographie et de substratum, grâce auxquelles elle conserve son autonomie, tant que des causes extérieures ou la faiblesse organique des plantes qui la composent ne viennent pas la lui faire perdre. Chaque formation offre donc aux espèces sporadiques, des stations particulières dont l'existence est intimement liée à l'existence même de cette formation, à son extension ou à sa disparition ».

*Étude de la flore et géographie botanique spéciale.* — D'après ce que nous venons de dire, il est évident que la connaissance de la flore de chaque région exige à la fois des études systématiques et des observations biologiques. La plupart des « flores » de contrées un peu étendues sont incomplètes en ce qu'elles se réduisent à la classification systématique des plantes, et au point de vue de la géographie il n'y a que des données non immédiatement utilisables. Le lien manque entre la floristique systématique et la biologie géographique, comme si c'étaient deux choses absolument différentes, et cependant la *Flora Lapponica* de Linné, la première « flore » au sens moderne du mot, parue en 1717, était un admirable modèle, et Wahlenberg, en 1812, a publié une flore de ce même domaine de l'Europe septentrionale fort sagement disposée. Ce ne sont donc pas les modèles qui ont manqué au moins pour l'étude de l'Europe.

Malheureusement, et bien que les exemples sus-mentionnés ne soient pas restés isolés, les progrès n'ont pas été aussi rapides. La géographie botanique avait d'abord à se développer comme une science relativement indépendante de la botanique et à se lier à la géographie, pour dominer la géographie même dans l'étude des flores des grands et des petits domaines. Si le côté géographique des flores, la réunion des formations en formations principales, leur périodicité, le mode de répartition des formes végétatives biologiques et leur adaptation particulière au climat et à la localité, sont relégués au second plan, derrière

l'étude systématique de ces flores, la raison en est qu'à l'exception des états où la science est très en honneur, ce ne sont la plupart du temps que des botanistes d'occasion ou des botanistes voyageurs, qui ramassent ces matériaux précieux pour les étudier dans les musées où naturellement les observations de botanique morphologique sont beaucoup plus faciles à faire que celles ayant trait à la biologie ou à l'arrangement général des formations qui sont souvent mal connues.

Si nous faisons ressortir ici cet état de la science, c'est pour indiquer une lacune qui se comble d'ailleurs tous les jours. Tout dernièrement, on a poursuivi en dehors de l'Europe des études biologiques spéciales marquées au coin de la géographie, citons par exemple celles de M. Volkens, dans le désert de Lybie. Le nombre de ces recherches est malheureusement trop faible; espérons qu'il ne tardera pas à s'accroître.

L'arrangement des espèces dominantes en formations a été l'objet de recherches botaniques dans toutes les régions florales du globe, bien qu'il reste encore beaucoup à faire. Grisebach, qui a créé ce mot de formations végétatives pour l'étude spéciale de la flore au point de vue géographique, M. Kerner et après eux beaucoup d'autres, M. Beck en Allemagne et en Autriche, M. Christ en Suisse, ont donné à ce sujet l'importance qu'il méritait. Longtemps avant Grisebach, Martius avait cherché à poser les principes d'une classification des formations tropicales des vastes régions du Brésil, qui s'étendent de Rio à l'Amazonie, et cet essai de l'auteur du *Flora brasiliensis*, laissait bien loin derrière lui, tant au point de vue des connaissances botaniques générales qu'à celui de la représentation cartographique des diverses régions de végétation, le génie créateur de Humboldt.

Au milieu de ce siècle, Wilkomm en Espagne, Zollinger dans l'île de Java, Hooker et Thomson dans la région de l'Himalaya et l'hémisphère austral, Maximowicz dans la région de l'Amour, nous ont admirablement décrit la végétation.

Von Kittlitz a rapporté de son voyage de circumnavigation sur les côtes du Pacifique des dessins de formation fort intéressants pour les géographes, au point de vue de la caractéristique des régions, et très instructifs pour les botanistes au point de vue des formes d'adaptation des végétaux. La vie des plantes du haut Nord avait depuis longtemps attiré l'attention des expéditions polaires; mais c'est seulement des recherches de Middendorf dans la pres-

qu'île du Taimyr, et de celles de Richardson dans l'Amérique arctique que date notre connaissance des formations de ces contrées. Depuis, les travaux magistraux de M. Kjelmann, le botaniste de l'expédition de la *Véga*, ceux de M. Nathorst sur le Spitzberg, de M. Warming sur le Groënland, de M. Holm, qui accompagnait l'expédition de la *Djmphna*, sont venus compléter nos données sur les régions circumpolaires. M. Hult nous a décrit en détail les formations végétatives de Laponie.

On doit à M. Lorentz les premières grandes collections botaniques de la République Argentine en même temps que la description des régions de végétation et des formations qui y dominent.

Les recherches botaniques n'étaient pas le but spécial de l'expédition de Loango qui nous a cependant fourni de précieux renseignements sur les végétaux de l'Afrique tropicale. Aux Indes, les recherches approfondies de M. Kurz nous ont révélé les traits caractéristiques des forêts humides et des forêts sèches de ces régions, en même temps que les explorations de M. Brandis dans l'Himalaya et l'Indoustan, ajoutaient à nos connaissances à la fois en géographie botanique et en climatologie. M. Bolus et d'autres voyageurs nous ont fait connaître la végétation du sud de l'Afrique. Dans ces dernières années les Russes se sont mis à explorer avec grand soin leur immense pays au point de vue de l'étude de la flore. C'est ainsi qu'ils nous ont donné d'intéressantes descriptions de la végétation des steppes, des montagnes de l'Asie centrale et du domaine forestier du Nord. Aux Etats-Unis le service du *Surveys* s'est efforcé de distinguer les zones de végétation de l'Amérique du Nord d'après la nature des arbres dominants.

Les travaux des botanistes japonais complètent les études des savants européens sur ce beau pays.

Les formations océaniques elles-mêmes sont étudiées d'une façon très approfondie en Europe et dans le haut Nord.

Ce domaine de la science est donc très activement exploré, on le voit déjà par cette courte esquisse, et il suffit, pour s'en assurer, de parcourir les indications bibliographiques placées en tête des résumés que nous donnons plus loin des caractères botaniques de différentes contrées. Beaucoup de mémoires qui y sont cités ont été analysés dans le *Geographisches Jahrbuch*.

*Méthode de description des caractères en Géographie botanique.*  
— C'est l'honneur de la Géographie botanique après qu'elle eut

posé les principes généraux qui ont fait l'objet de notre étude dans les chapitres qui précèdent, d'avoir apporté une unité de vue dans l'examen des documents émanant des contrées les plus diverses et essayé de résoudre les questions générales en provoquant des recherches spéciales très différentes suivant les régions, mais inspirées partout des mêmes idées directrices. A cet égard on peut prendre comme modèle un admirable livre, bien souvent cité dans ce *Manuel*, c'est la *Végétation du Globe*, de Grisebach, dont Tchihatcheff a donné une traduction française.

L'auteur s'était proposé de combler une lacune existant alors en Géographie botanique et il a déclaré à diverses reprises que sa seule intention, en écrivant son livre, avait été de présenter un tableau de la distribution des plantes suivant les climats ; mais, en réalité, il a édifié un monument unique dans son genre par la richesse des matériaux qui ont servi à sa construction. Il ne peut être question ici de refaire une « *Végétation du globe* » sur une base aussi large que celle qui a servi à Grisebach ; ce que nous avons voulu et ce qui répond bien mieux, selon nous, aux besoins du moment, c'est écrire un livre du même genre mais beaucoup plus court, s'inspirant des principes exposés dans les pages précédentes, et du mode de division auquel nous nous sommes arrêtés. Nous voudrions surtout que notre œuvre plus modeste donnât le désir de recourir au travail de Grisebach et aux nombreuses sources où va puiser la Géographie botanique.

Voici la marche que nous allons suivre : Les contrées seront considérées au point de vue *géographique*, de façon à réunir les principaux caractères des régions florales et des zones de végétation ; l'ordre sera celui qui a été adopté pour les analyses des nombreux travaux de géographie botanique que j'ai publiés dans le *Geographisches Jahrbuch* depuis 1887. Nous commencerons donc par les domaines floraux arctiques et les domaines subtropicaux de l'hémisphère nord ; puis nous passerons aux domaines tropicaux et aux domaines subtropicaux de l'hémisphère sud. Les « Régions de végétation » sont considérées comme des unités naturelles comparables aux groupes des familles naturelles ou systématiques. Après avoir jeté sur chaque groupe de contrées, y compris les régions océaniques, un coup d'œil général, nous établirons une grande division en tenant compte de la séparation des éléments floraux et des changements des conditions de végétation suivant la durée et le mode de terminaison des périodes annuelles.

Etant donné l'ampleur du sujet, nous ne pouvons que jeter un coup d'œil sur les cultures et les changements que l'homme a apportés dans la flore et les formations. Citons d'abord trois manuels ou recueils qui se complètent mutuellement et qui sont d'un grand intérêt pour l'étude de l'origine et la distinction botanique des espèces les plus anciennement *cultivées*. Ce sont : 1° le livre de M. A. de Candolle, *Origine des Plantes cultivées* (Bibliothèque scientifique internationale, 1883); 2° la brochure de M. Höck, *Die Nutzbaren Pflanzen und Tiere Amerikas und d. Alten Welt verglichen in Bezug auf ihren Kultureinfluss* (les Plantes et les animaux utiles de l'Amérique et de l'ancien monde ; étude comparative de leur influence sur les cultures); 3° un article de M. Wittmack sur les plantes des cultures classées par ordre systématique, in Neumayer, *Anleitung zu wissenschaftlichen Beobachtungen auf Reisen*, t. II. La carte VIII de mon *Atlas de la distribution géographique des Plantes* (*Berghaus, Physikal. Atlas*) nous montre jusqu'à quel point les zones de végétations naturelles permettent l'extension des plantes cultivées.

## CHAPITRE II

### Régions florales boréales. — Coup d'œil général

Les contrées que nous allons examiner d'abord sont les domaines de continents et d'îles de la zone arctique à hivers froids et à étés très chauds. Ces domaines sont recouverts surtout de forêts feuillées en été ou, plus au sud, de forêts à feuilles persistantes coriaces. Cette région comprend des buissons de même nature que les arbres que nous venons de citer, des plaines à graminées et herbes vivaces, des steppes desséchées en été, et, dans le nord, des toundras de Mousses et de Lichens, toutes formations constituées par des groupes caractéristiques de l'hémisphère nord.

Les régions florales qui constituent les groupes des flores boréales ont un certain caractère commun. Non seulement ce sont les mêmes familles et les mêmes tribus qui y dominent, mais encore un nombre relativement grand de genres a pour aire une certaine

zone qui se poursuit par delà les océans Atlantique et Pacifique ; d'autres genres sont communs au moins à plusieurs régions florales qui ont, en outre, beaucoup d'éléments endémiques. Les espèces sont, pour la plupart, représentatives, rarement identiques ou presque identiques dans les différentes régions florales.

Parmi les exemples de genres possédant des espèces semblables ou très proches parentes dans plusieurs régions florales, sinon dans toutes, citons les *Castanea*, dont il a été question plus haut (voir les Cupulifères, chap. III, p. 191). Il en est de même des hêtres des régions boréales. Bien plus souvent, et les chênes nous en offrent un exemple, on trouve dans chaque domaine à limites naturelles moins étendues que celles d'une région florale des espèces spéciales souvent très nombreuses (voir les Cupulifères, l. c., p. 190-191). Comme témoins d'une répartition plus étendue, nous trouvons de nombreux genres ou sous-genres qui possèdent, dans des contrées très éloignées les unes des autres, des espèces à aire très vaste. Dans la nomenclature botanique, ces espèces sont désignées comme occidentales ou orientales ; par exemple, le *Platanus occidentalis* dans le centre de l'Amérique du Nord et le *Platanus orientalis* au Caucase, les *Thuja*, etc.

On n'observe pas de faits analogues dans l'hémisphère sud à latitude égale, mais on y trouve une masse de formes limitées à de petits territoires. Rarement de petites familles sont limitées à une région florale, comme c'est le cas pour les Sarracéniacées et les Lennoacées des régions de l'Amérique du Nord avoisinant le tropique du Cancer ; le plus souvent, et ceci est en rapport avec les connexions de ces différentes contrées aux époques géologiques antérieures, ce sont les mêmes familles qui fournissent les éléments endémiques dans les diverses régions florales.

A ce point de vue, les genres qui peuplent d'un grand nombre d'espèces représentatives des zones entières des régions florales de l'hémisphère nord nous offrent un vif intérêt, surtout quand il est possible d'en déterminer à peu près l'origine géologique. Jusqu'ici, il est presque certain que le berceau de ces genres est le haut Nord. Ceux qui, vers la fin de l'époque tertiaire, ont commencé ou continué leur marche vers le Sud, sont tous arrivés aux limites méridionales des flores boréales et sont devenus en partie des plantes des régions subtropicales, incapables de supporter les hivers froids du Nord. D'autres, dont l'émigration est plus récente, évitent les régions boréales subtropicales (région méditerranéenne et Orient, Chine et Japon, centre de l'Amérique du Nord) et ne se trouvent que dans les régions florales du Nord, se montrant avec des espèces semblables en Europe, en Sibérie et au Canada ; enfin les formes les plus récentes appartiennent aux régions glaciales arctiques et comptent, tout autour du pôle, des espèces semblables ou très

proches parentes. On peut donc représenter sur une carte des régions florales boréales des aires de genres qui, à mesure qu'on s'élève en latitude, possèdent un plus grand nombre d'espèces identiques.

Comme exemple d'arbres qui ont eu dans le Nord leur centre de développement et qui sont, par la suite, descendus vers le Sud, on peut citer les Érables, dont M. Pax, dans sa Monographie (voir plus haut, p. 148), a indiqué la distribution géographique. Les 80 espèces dont se compose le genre *Acer* habitent les montagnes des régions florales boréales et sont surtout nombreuses dans la région méditerranéenne et l'Orient, dans l'Himalaya et dans le domaine atlantique de l'Amérique du Nord.

Des 6 espèces de l'Europe moyenne, M. Pax n'en considère aucune comme endémique, attendu qu'elles se retrouvent dans les montagnes des contrées avoisinant la Méditerranée. C'est là le critérium pour ces questions de distribution géographique, car les hautes régions montagneuses du Sud de l'Europe présentent un mélange de plantes de l'Europe moyenne et de plantes spéciales. Toutefois, bien qu'elles proviennent de la même souche que les 9 espèces endémiques dans le Sud de l'Europe, elles s'en sont séparées, et la Péninsule des Balkans est restée la plus riche en espèces. Sur 4 espèces du Turkestan, 3 y sont endémiques. L'Himalaya a gardé presque toutes ses espèces endémiques, dont l'une n'est peut-être qu'une variété très caractérisée; mais ici, comme dans bien d'autres cas, il y a une séparation très accusée entre les montagnes de l'Orient et celles de l'Occident, car 3 espèces seulement se retrouvent dans toute la chaîne. Des 13 sections du genre, 7, comprenant ensemble 20 espèces, sont exclusivement japonaises. De même qu'en Europe on peut distinguer dans l'archipel japonais un type d'*Acer* septentrional, représenté par 4 espèces, et un type méridional, auquel se rapportent 14 espèces, qui présentent des affinités aussi bien avec celles de l'Himalaya et de l'Asie centrale qu'avec celles des régions moyennes de l'Amérique du Nord. Deux sections du genre se montrent à la fois au Japon et dans les régions de l'Amérique du Nord avoisinant le Pacifique, tandis qu'il n'y a qu'une seule espèce commune au Japon et aux États de l'Amérique du Nord situés le long de l'Atlantique. Le Japon est donc le centre du groupement systématique des *Acer* — Les formes fossiles d'Érables, en ne tenant pas compte des espèces imparfaitement connues, ont été réparties par M. Pax en 8 sections, se rapportant toutes à des plantes de l'époque tertiaire. Apparues au commencement de l'époque néogène, les *Acer* augmentent rapidement de nombre pendant la période miocène, et c'est au tertiaire supérieur que les formes correspondant à celles actuellement vivantes se montrent pour la première fois. L'origine circumpolaire du genre est très nette. « Pendant l'oligocène, le Groënland, l'Islande, le Spitzberg possédaient une riche flore d'Érables qui, à l'époque miocène, est descendue beaucoup plus bas vers le Sud, plus bas encore au pliocène. Pendant la période néogène, la répartition des espèces était encore assez uniforme, et il en fut ainsi jusqu'au pliocène. C'est au milieu de cette époque que de profonds bouleversements, dont la cause est très vraisemblablement le début de l'époque glaciaire, ont com-

mencé à se produire dans l'aire de ce genre et se sont encore continués par la suite. »

Les feuilles d'Érables fossiles sont relativement d'une reconnaissance facile, et les Érables sont un des meilleurs exemples auxquels on puisse recourir pour l'étude du développement géologique des flores boréales.

*Développement géologique de la flore.* — L'uniformité du caractère général de la flore de ces vastes contrées qui vont du pôle Nord jusqu'au Tropique (uniformité relative quant aux familles dominantes, à beaucoup de genres et même à certaines espèces), peut être rapportée dans ses causes à deux changements primordiaux qui ont amené dans la flore prétertiaire de caractère assez vague des modifications profondes. Au début et au milieu de l'époque tertiaire, un nouvel élément ayant le haut nord pour origine s'est répandu vers le sud, assez uniformément, semble-t-il, en Amérique, en Asie et en Europe, et a formé la souche des flores boréales actuelles. Avec M. Engler nous donnons à cet élément le nom d'*arcto-tertiaire*. Conformément aux principes généraux de la théorie de la descendance d'après lesquels la variation est proportionnelle au temps d'action des causes qui la produisent, cet élément devait apporter aux régions méridionales très éloignées géographiquement un cachet particulier déterminé par les conditions d'évolution locales. Heer et M. Nordenskjöld nous ont montré que dès le début de l'époque tertiaire il est possible de distinguer dans la zone arctique, vers le 75° degré nord, deux zones secondaires, dont la plus méridionale a encore beaucoup d'espèces parentes de celles de la flore primitive (prétertiaire), qui peu à peu se concentre dans les régions tropicales, tandis que la plus septentrionale est « boréale » dans le sens strict du mot. (Voir Penck, *Verhandlungen d. fünften deutschen Geographentages*, Berlin, 1885). Même actuellement on trouve encore des Palmiers, des Lauracées, des Myrtacées et des Figueiers dans la zone boréale subtropicale. La zone plus méridionale est peuplée par la flore miocène de l'Europe centrale et de l'Asie orientale depuis l'Amour jusqu'au Japon et en Chine. Les descendants les plus nombreux se montrent dans la Virginie, la Géorgie, la Caroline. Par contre, la zone septentrionale paraît être l'origine de la flore actuelle circumpolaire arctique.

La seconde transformation date du Pliocène ou, plus exactement, de la période glaciaire, à la fin de laquelle les aires ont repris, ou pris pour la première fois, leurs formes générales actuelles, qui, sauf quelques modifications résultant de variations

secondaires de climat, n'ont guère changé depuis lors que sous l'influence des cultures. Les groupes de plantes des dites zones arctiques se sont étendus vers le sud, refoulant les éléments de la flore arcto-tertiaire et ont couvert assez uniformément tout le continent boréal. Ainsi les liaisons des climats subtropicaux dans l'Ancien et le Nouveau Monde se trouvèrent rompues. En réalité, c'est seulement dans le haut nord qu'elles avaient été continuées par delà les océans; et, d'une part, le soulèvement de nombreuses chaînes de hautes montagnes, d'autre part les changements survenus dans la répartition des terres et des eaux en Asie intérieure, amenèrent la séparation du nord de l'Europe et de l'Orient, d'avec le nord de l'Eurasie, laissant, en Asie centrale, le champ libre au développement des formes spéciales aux steppes et aux déserts. Les régions subtropicales de l'ancien monde se partagent alors en trois parties principales.

Le centre de l'Amérique du Nord témoigne d'un développement très analogue à celui qu'on observe sous les latitudes correspondantes dans l'ancien monde; à cette différence près que les chaînes de montagnes ne vinrent pas diviser le continent en deux parties, l'une nord et l'autre sud; et cependant le Canada a un caractère franchement boréal qui le distingue nettement des contrées situées plus au sud. D'autre part, les conditions climatiques qui ont amené dans l'Eurasie la formation de steppes et de déserts s'étant manifestées dans le Nouveau Monde sur des surfaces moins étendues, les plantes des steppes désertiques sont apparues en moins grand nombre. Il y a aussi moins de différences entre l'est et l'ouest du continent américain, y compris le nord du Mexique qu'entre l'est et l'ouest de l'Ancien Monde, et l'ensemble de l'Amérique du Nord présente un cachet spécial, arcto-tertiaire sans doute, mais arcto-tertiaire américain.

Dans les régions situées sous des latitudes assez élevées, ce sont des flores boréales qui se succèdent les unes aux autres, flores qui présentent entre elles une parenté plus ou moins prochaine dans les genres et même dans les espèces, tandis que plus au sud on voit les types boréaux venir se mêler à des représentants des flores tropicales. Ainsi dans le domaine méditerranéen il reste un genre de Palmiers (*Chamærops*) appartenant à la sous-famille des Coryphinées; dans l'Himalaya et en Asie orientale, on trouve le genre *Trachycarpus*, en Chine et au Japon les *Rhapis*, en Géorgie le *Rhapidophyllum*; dans les régions florales méditerranéenne et orientale le *Myrtus communis*, le *Laurus nobilis* et le

*Ficus carica* sont les seules espèces représentant des familles tropicales. Si caractéristiques soient-elles, elles ne constituent cependant pas le noyau principal de la flore et leur limite N. correspond à des domaines où s'est exclusivement développé l'élément boréal arcto-tertiaire d'émigration la plus récente. De la flore primitive beaucoup de genres, comme les Erables, sont surtout développés sous les latitudes moyennes et ne s'avancent pas jusqu'à la limite sud de ces régions, et, d'autre part, ne figurent plus dans le haut nord. D'autres genres, tels que les *Ranunculus*, les *Silene*, se montrent à la fois dans le haut nord et dans les formations de plantes herbacées vivaces de domaines plus chauds ; d'autres encore, comme les Pesses, les Mélèzes et les Bouleaux caractérisent les contrées qui font suite au sud à la zone froide arctique dans les trois continents, et quelques plantes arctiques ne descendent guère au-dessous du cercle polaire. Plus on monte vers le nord, plus on voit augmenter le nombre de genres et d'espèces circumpolaires communs aux trois continents ; au contraire, plus on descend vers le sud, plus on voit se manifester de parenté avec la flore tropicale et s'accuser de différences entre les flores, différences qui témoignent d'un long développement indépendant.

Nous pouvons donc résumer comme il suit ce que nous venons de dire : 1° L'élément floral, le plus jeune géologiquement, l'élément arctique, se montre seul dans le haut nord. Dans les régions subtropicales, il se mélange de plus en plus à l'élément arcto-tertiaire. Les contrées et les îles occupées par ces plantes constituent la « Région florale septentrionale ». Dans le haut nord il n'y a qu'un domaine floral embrassant tous les continents et toutes les îles arctiques ; dans les zones plus méridionales, la trace des anciennes séparations entre les continents est de plus en plus visible et l'on peut distinguer plusieurs domaines différents qui arrivent par degré ou brusquement aux régions florales subtropicales ; 2° l'élément floral arcto-tertiaire s'est trouvé séparé au cours de ce long développement en quatre régions florales présentant plus ou moins d'affinités entre elles et avec les régions du nord. La première est la région atlantique méditerranéenne ; la seconde la région de Pont et de l'Orient (Asie intérieure) ; la troisième la région de l'Asie orientale ; la quatrième celle du nord du Mexique, de la Californie et de la Virginie. De ces quatre éléments de flore, le premier a plus d'affinités avec le second ; le troisième en a plus avec le quatrième qu'avec les deux autres ; 3° la conservation sans mélange de l'élément arcto-tertiaire ou son union avec

L'élément boréal plus récent ou *vice-versa*, détermine des formations et des régions de caractère différent. En général, les hautes montagnes des régions florales subtropicales se rattachent aux régions de végétations boréales peuplées d'éléments arctiques.

Dans mon mémoire sur les *Régions florales* (*Geogr. Mitteil. Ergänzungsheft*, 74, p. 36-37), j'ai divisé ces régions en trois groupes (*Régions arctiques, boréales, subtropicales*) et j'en ai donné un tableau auquel je renvoie le lecteur. Quant aux familles boréales, qui font totalement défaut aux régions tropicales et australes ou qui n'y figurent que comme éléments d'introduction récente dans les montagnes, il en a été question aux pages 30 et 31 du même mémoire.

*Région florale septentrionale.* — Ces vastes contrées entourant le pôle nord et qui comprennent tous les domaines septentrionaux et toutes les îles arctiques des trois continents, sont beaucoup plus variées dans leur composition et leurs climats que les autres régions florales des autres groupes. C'est seulement dans les domaines les plus septentrionaux et dans les contrées montagneuses couvertes de forêts que la flore présente une très grande uniformité. Ce tapis de plantes du haut nord se retrouve avec la même physionomie, et, en partie, les mêmes espèces sur toutes les hautes montagnes de régions plus chaudes (Suisse, etc.). Dans les forêts se montre un nombre assez restreint de familles et de genres des mêmes types avec les mêmes espèces représentées par un nombre considérable d'individus. Comme plantes sociales, ce sont des Conifères et des Amentacées ; les plantes des formations de graminées, de steppes, de prairies, de tourbières, de landes et de rochers appartiennent de même à des familles et à des genres représentés dans les forêts par des espèces différentes ou des espèces voisines, qui s'avancent parfois jusque dans le haut nord.

Nous citerons ici, en les disposant par ordre d'importance, les familles qui fournissent à cet ensemble de contrées les arbres forestiers :

#### a) ARBRES SOCIAUX

1. Conifères : (Abiétinées); *Pinus* (Pin), *Larix* (Mélèze), *Picea* (Pesse), *Abies* (Sapin), tous arbres sociaux. Voir deuxième partie, *Les Conifères*, p. 159.

2. Cupulifères : *Quercus* (Chêne), *Fagus* (Hêtre), arbres sociaux ; *Carpinus* (Charme), *Castanea* (Châtaignier), croissent également dans les contrées les plus méridionales de ce groupe.

3. Bétulacées : *Betula* (Bouleau), arbre social, représenté par des buissons dans le haut nord ou les régions montagneuses ; *Alnus* (Aulne), arbre social surtout dans les terrains marécageux.

4. Salicinées : Croissent rarement en grandes masses, mais le plus souvent à l'état de groupes isolés (*Salix*, Saule ; *Populus*, Peuplier). Les Saules sont représentés par de très nombreuses formes d'arbustes ou de sous-arbrisseaux dans les contrées les plus froides de cet ensemble.

b) ARBRES CROISSANT ISOLÉS OU RAREMENT EN PETITS MASSIFS

5. Ulmacées : *Ulmus* (Orme).

6. Sapindacées, sous-famille des Acérinées : *Acer* (Erable).

7. Tiliacées : *Tilia* (Tilleul).

8. Oléacées : *Fraxinus* (Frêne).

c) ARBRISSEAUX CROISSANT ISOLÉS OU FORMANT DES MASSIFS UN PEU IMPORTANTS ; SONT EXCLUES DE CETTE SECTION LES FAMILLES DÉJÀ NOMMÉES A PROPOS DES ARBRES.

9. Caprifoliacées : *Lonicera* (Chèvrefeuille), *Sambucus* (Sureau), *Viburnum* (Viorne), *Symphoricarpos* (Symphorine), etc.

10. Pomacées et Amygdalacées : *Pyrus* (Poirier), *Crataegus* (Aubépine), *Prunus cerasus* (Cerisier), *P. spinosa* (Prunellier).

11. Rhamnacées, Celastracées, Ilicinées : *Rhamnus* (Nerprum), *Evonymus* (Fusain), *Ilex* (Houx).

12. Cornacées : *Cornus* (Cornier). — Les trois familles suivantes sont représentées dans cette région florale par les genres suivants :

13. Elæagnacées : *Hippophae* (Argoussier), *Elæagnus* (Chelef), *Shepherdia*.

14. Myricacées : *Myrica*.

15. Oléacées : *Ligustrum* (Troëne), *Syringa* (Lilas).

Il n'y a donc qu'un petit nombre de familles qui comptent de nombreux représentants parmi les plantes ligneuses ou les grandes plantes frutescentes. Parmi les arbres, les Conifères seuls présentent des formes à feuilles persistantes ; on peut presque en dire autant des arbrisseaux ; par contre, les sous-arbrisseaux de cette catégorie sont très nombreux. A l'exception des Salicinées et des Bétulacées, presque toutes les familles sus-nommées manquent dans les domaines les plus septentrionaux de cette région, c'est-à-dire dans la flore arctique. C'est pourtant de là qu'elles sont parties, et elles n'en ont disparu que grâce à des conditions climaté-

riques spéciales. Les sous-arbrisseaux et les plantes herbacées arctiques seront étudiées à propos de la première région de végétation.

*Flore atlantique méditerranéenne du Pont et de l'Asie centrale.* — On a déjà noté des différences importantes entre les flores des Canaries, du Turkestan et du Thibet; elles ont cependant des points communs: c'est que leurs arbres appartiennent aux mêmes familles, et qu'elles ont toutes des formations de steppes s'étendant depuis l'intérieur de l'Asie jusqu'en Espagne, y compris le nord du Sahara, qui doit y être rattaché en raison des affinités de sa flore. En outre des familles auxquelles appartiennent les arbres déjà nommés qui se retrouvent avec d'autres espèces et d'autres genres sur les montagnes des régions subtropicales, depuis l'Atlas jusqu'au Thian-Schan et l'Himalaya et parmi lesquelles les chênes jouent le rôle principal, on trouve encore ici des restes arcto-tertiaires. Ce sont les *Platanus*, les *Liquidambar*, les *Juglans*, les *Pterocarya*, les *Cellis* et les *Morus*; les Oléacées sont de beaucoup les plus nombreuses. Les genres *Styrax* et *Diospyros* viennent s'associer à des Ericacées arborescentes (*Arbutus*). Les Anacardiées sont représentées par des *Pistacia* et des *Rhus*. Les Rosacées arborescentes (*Pyrus*, *Cydonia*, *Amygdalus*, etc.), se trouvent associées à des Légumineuses arborescentes (*Anagyris*, *Cercis*, *Ceratonia*, *Gleditschia*, *Sophora*).

D'après le *Flora orientalis* de Boissier, les Légumineuses sont la famille la plus riche en espèces. Il y en a environ 1800, dont 800 pour le seul genre *Astragalus*, si connu par ses arbrisseaux (Tragant) de l'Orient et du sud de l'Europe. Deux cents espèces différentes appartiennent au nord de l'Amérique, un petit nombre aux régions boréales arctiques. Parmi les autres familles caractéristiques citons surtout les Plombaginées, avec les genres *Acantholimon*, les Polygonées; parmi les Composées, les *Centaurea* et les *Cousinia*; parmi les Caryophyllées, les *Silene*, les *Dianthus* et les *Gypsophila*.

*Flores de l'Asie orientale et du centre de l'Amérique du Nord.* — M. Miquel, dans son travail sur les affinités de la flore du Japon avec celles de l'Asie et de l'Amérique du Nord (Archives néerlandaises, vol. II), et M. Asa-Gray (*Relations of the Japanese flora to North Amer.*, etc., in *Memoirs Amer. Acad. sc.*, p. 377, 14 décembre 1858) sont d'accord sur ce point, qui a été de la part du second de ces auteurs l'objet de travaux importants, que la flore de l'Asie orientale et du Nord de l'Amérique, et surtout celles de la

Floride et de la Virginie, présentent entre elles de grandes affinités. Cela tient à ce que, au voisinage du tropique, sur les côtes orientales des deux grands continents boréaux, l'ancienne flore miocène s'est conservée mieux qu'ailleurs. Il en résulte un riche mélange dans les formations de petits arbres et de hauts arbustes. Ainsi l'on voit associés à des Conifères, à des Cupulifères et à des Bétulacés, des Lauracées feuillées en été, des Magnoliacés à feuilles persistantes et caduques, des Ternstrœmiacés, des Sapindacés, et en outre, des Érables, des Bignoniacés, des *Diospyros*, des Styracées, des Zanthoxylacés, des Schizandrées, des Lardizabalées. Il ne manque pas non plus de Légumineuses et autres familles ou genres déjà nommés à propos des régions méditerranéenne et orientale, tels que les *Gleditschia*, des *Morus* et des *Juglans*. Il a déjà été question ci-dessus (p. 161, 169) de la grande abondance des Conifères et des Cupulifères endémiques dans l'Asie orientale et le Nord de l'Amérique (les Conifères surtout dans les Montagnes-Rochenses). Nous aurons occasion de revenir sur ce sujet en étudiant les régions de végétations.

L'excellent travail d'Asa-Gray (*Characteristics of the North American flora*, 1884), dont j'ai donné un résumé détaillé dans les *Geographisches Jahrbuch* de 1886, vol. XI, p. 131, 333, en fait bien ressortir l'unité.

### 1. Iles arctiques et côtes de la Mer Glaciale

Bibliographie ; voir surtout : pour les généralités et les flores d'ensemble : *Hooker*, Outlines of the Distribution of Arctic plants : Transactions of the Linnean Society. Tome 23 (1861). *Martens*, Ueberblick über die Flora Arctica in Denkschriften der Regensburger bot. Gesellsch. 1859. *Martins*, Du Spitzberg au Sahara, 1866. *Heer*, Die Polarländer et Flora fossilis arctica, 1868 (voir *Grisebach*, Abhandl., p. 373 et 496). *Grisebach*, Végétation du Globe, Tome I, 1<sup>er</sup> chapitre. *Engler*, Entwicklungsgeschichte d. Pflanzenwelt, Tome I, chap. 14. *Warming*, Tabellærisk oversigt over Grönlands, Islands og Faeroernes Flora (voir *Geog. Mittheilungen Litteraturbericht*, 1888, n° 483). *Kjellman*, Ur polarväxternas lif (Nordenskiöld's Studier, 1884, voir G. J. XI, 115).

Flores spéciales : *Lange*, Conspectus Floræ Groenlandicæ, 1880 et Supplément ; Studien über Grönlands Flora in Botan. Jahrb. f. Syst. I, 439. *Hart*, Botany of British Polar-Exped. 1875-76. *Bessels*, Scientific Results of the Arctic Exped. « Polaris » ; 1876. *Nathorst*, Botaniska anteckningar fr. nordvestra Grönland in Oefversigt Vet. Akad. Förhandl. Stockholm, 1884, et Botan. Jahrb. f. Syst. VI, 82. *Warming*, Fylla-Expedition in Meddel. om Grönland (voir *Geog. Mittheil.* 1888, Litteraturber, n° 481,

482, et Bot. Jahrb. f. Syst. X, 364). *Warming*, Om Naturen i det nordligste Grönl. (voir Geogr. Mittheil. Litteraturber, n° 480). Geogr. Jahrb. Tome XIII, p. 316. Zweite deutsche Nordpolarfahrt. Tome II. Botanique (Pour l'est du Groenland, voir *Griseb.* Abhandl., pages 413 et 445).

*Reichardt*, Flora d. Insel Jan Mayen in Polarforschung, 1882-83, Jan Mayen, Tome III, Vienne, 1886. *Nathorst*, Nya bidrag till Kännedomen om Spetsbergens kärlväxter och dess växt-geografiska förhållanden, in Svenska Vet.-Akad. Handl., Tome XX (1883) et Bot. Jahrb. f. Syst. IV, 432. *Berggren*, Musci et Hepaticæ Spetsbergenses in Handlingar, T. XIII (Stockholm, 1875).

*Holm*, Novaja-Zemlia, Vegetation in « Dijnphna » 1885 (voir Geogr. Mittheil. 1887. Litteraturber, n° 72).

*Middendorf*, Reise im äussersten Norden Sibiriens : *Trautvetter*, Flora, v. Taimyrland, 1847-67. *Kjelmann* in Vega-Expeditionens Vetensk. Arbeten : Växligheten paa Sibiriens Nordkust, Sibiriska Nordk. Fanerogamflora, Fl. paa Novaja Zemlja och Wajgatsch, Asiatiska Beringsunds Fanerog. etc. *Trautvetter*, Flora terrae Tschuktschorum in Acta hort. Petrop, VI, 1. *Kurtz*, Bot. Samml. d. Gebrüder Krause am Beringsmeer, in Deutsche Geogr. Blätter. V 1882.

*Dall*, Aleuten in Deutsche Geogr. Bl. 1878. *Seemann*, Voyage of the Herald (dans l'ouest du pays des Esquimaux) 1852. *Richardson*, Arctic searching Exped., 1851. *Greely*. Three years of Arctic service, App. (flore de la Terre de Grinnell) 1886.

*Groenland*, Islands Flora, 1881 ; Karakteristik af Plantevaexten par Island, Copenhague 1884. *Strömfelt*, Islands Phanerogamae in Oefv. Vetensk. Akad. Stockholm 1885. *Klinggräff*, Zur Pflanzengeographie des nördlichen und arktischen Europas, 2. Aufl. 1878.

*S. Sommier*, Risultati botanici di un viaggio all' Oh inferiore in Nuovo Giornale hotanico italiano, Vol. XXIV, p. 226.

Le domaine floral arctique est constitué par les îles et les côtes les plus septentrionales des deux grandes masses continentales, qui sont indiquées sur notre carte de la fin du volume comme caractérisées par un climat polaire et une moyenne de température annuelle de 10° C. A ce domaine se rattachent encore les grandes chaînes de montagnes situées un peu plus au sud : la région des Fjelds des Alpes scandinaves, le Nord de l'Oural, les Monts-Stanovoï et la partie septentrionale des Montagnes-Rocheuses. Les contrées recouvertes de bois de mélèzes et de bouleaux blancs et, bien plus au Sud, les hautes montagnes où se retrouvent des espèces d'origine nettement arctiques, tiennent encore à ce domaine par leur caractère systématique.

Pour ne pas rompre l'ordre géographique, nous étudierons ces dernières chaînes de montagnes en parlant des forêts qui les recouvrent.

La *zone glaciale arctique et des toundras* (voir ci-dessus p. 70), qui s'étend uniformément dans toutes les hautes latitudes et qui est caractérisée par des formations spéciales, est la seule zone de végétation dont les limites concordent avec celles d'un domaine floral naturel, domaine qui, à mon sens, est subordonné à l'ensemble de la région septentrionale. En effet, il serait inexact de considérer avec Grisebach ces contrées circumpolaires comme un centre de développement en raison des quelques formes endémiques qui y figurent. Effectivement, ces régions ont été très riches en formes endémiques antérieurement à l'époque glaciaire; mais, depuis lors, elles se sont singulièrement appauvries par suite de la descente de ces plantes arctiques plus au Sud dans les régions forestières. Comme zone de végétation, ces îles et côtes des mers glaciales sont surtout caractérisées par des formations de mousses et de lichens, d'herbages et de marais tourbeux (auxquelles viennent s'adjoindre des landes couvertes de sous-arbrisseaux, tels que des *Ericacés* à feuilles persistantes) et par des plaines caillouteuses où l'on ne trouve qu'une végétation très pauvre, contrastant avec les formations de rochers plus méridionales. Les plantes annuelles y font défaut.

Géographiquement parlant, on peut distinguer dans le domaine arctique deux parties très différentes : d'une part, des plaines légèrement ondulées qui n'ont pas été recouvertes par les glaciers, comme la Sibérie, depuis la presqu'île des Samoïèdes jusqu'à la limite occidentale de la presqu'île des Tschouktsches, et aussi une partie du nord de l'Alaska, ou bien encore les contrées recouvertes par la glace, comme l'Europe arctique, le Canada, la plus grande partie de la presqu'île d'Alaska et la presqu'île des Tschouktsches, actuellement couvertes de toundras, de mousses et de lichens avec quelques phanérogames; d'autre part, le Groënland, l'Islande, le Spitzberg, le Nord de la Scandinavie, la Nouvelle-Zemble, le Sud de l'Alaska, les terres de Baffin et de Grinnel avec leurs hautes montagnes et leurs glaciers. La présence de glaciers dans l'intérieur de ces contrées en exclut toute végétation, sauf sur quelques rares points, tels que les parois morainiques, les pointes de rochers libres de glaces, les basses montagnes où la neige fond chaque année et vient former des marais ou alimenter des ruisseaux, et surtout de petites oasis d'humus séculaire. Pour les distinguer des toundras, je donne à ces dernières stations le nom de *région des Fjords*.

Les formations, les limites des différentes espèces, la propor-

tion de fruits qu'elles peuvent mûrir dépendent de la température partout très basse et très peu favorable à la végétation. M. Nathorst a montré qu'au Spitzberg 75 % seulement des fruits formés arrivent à maturité; beaucoup d'espèces ne fleurissent pas et sont réduites à leurs organes végétatifs. Il faut descendre jusqu'au sud et au sud-est du Groënland et en Islande pour trouver une moyenne de température annuelle supérieure à 0° et atteignant 2 et 4° C. Dans ces districts, le bouleau se montre et l'été plus chaud détermine des conditions se rapprochant un peu de celles des continents voisins.

A la faveur de conditions particulières résultant du maintien du soleil au-dessus de l'horizon, des formations de contrées sèches peuvent se montrer dans le haut nord et, en pareil cas, ce sont les Ericacées à feuilles persistantes qui dominent. (Voir ci-dessus, p. 20, ce que M. Warming en a dit. Il a été précédemment question des Ericacées à la page 93).

Dans les domaines les plus froids, où l'on trouve encore une végétation parfois même très abondante, comme sur la terre de Grinnel, où paissent de grands troupeaux de bœufs musqués, la moyenne de température annuelle est inférieure à — 16° C. et ces contrées s'étendent en Sibérie, depuis la presqu'île de Taimyr jusqu'au domaine forestier septentrional (voir ci-dessus, p. 24-25). Ce que nous savons des températures auxquelles sont soumis les végétaux dans le haut nord, témoigne de leur part d'une étonnante faculté d'acclimatation. M. Kjellmann nous a appris (voir plus haut, p. 26, où l'on trouve l'indication des sources bibliographiques) que le rôle protecteur de la neige n'est pas aussi efficace qu'on l'avait cru, car de grandes étendues des régions polaires couvertes de végétaux sont dépourvues de neige en hiver. C'est donc dans l'organisation intérieure de la plante même qu'il faut chercher la cause de cette résistance extraordinaire. Les températures estivales pour la moyenne de juillet oscillent entre 2° C. (Terre-de-François-Joseph), 4° C. (Spitzberg, Cap Tchelioussin, Groënland) (par 75° N., Terre-du-Prince-Albert) et 10° C.

Il s'ensuit que presque partout dans le domaine floral arctique c'est juin qui correspond au « mois de printemps », c'est-à-dire à l'entrée en végétation, juillet, qui est le mois où les plantes atteignent le point culminant de leur développement, et août, qui marque la période descendante durant laquelle les phanérogames les plus tardives achèvent de mûrir leurs graines et où commence

la formation des bourgeons hivernaux qui s'épanouiront l'année suivante.

Voici quelques données relatives aux phénomènes phénologiques dans les régions circumpolaires : *épanouissement des premières fleurs* ; presqu'île du Taimyr, 73° 3/4 N. = 30 juin ; id. 74° 3/4 N. = 5 juillet (c'est la date la plus tardive que l'on ait relevée jusqu'ici pour le début du printemps (Middendorf). La végétation est arrêtée par le froid ou la neige après 59 ou 62 jours ! ; Dudino à la limite des arbres = 28 juin ; îles Liakhoff, 73° 1/2 N ; premières pousses, 9 juin ; premières fleurs, 24 juin. Côte est du Groënland, île Sabine = 5 juin ; côte Ouest du Groënland, baie du Polaris = 7 juin ; ouest du Spitzberg = 7 juin. La précocité de la végétation ne dépend pas de la latitude ; d'après M. Warming, il semble que ce soit au Groënland, entre 68 et 70° N. que le printemps est le plus tardif et que, *plus au Sud aussi bien que plus au Nord*, il arrive un peu plus tôt (Voir Litteraturber. in *Geogr Mitteilgn.* 1880, N° 480).

La flore de ce domaine circumpolaire est uniformément composée d'herbes vivaces et de graminées, de sous-arbrisseaux bas ou rampants à feuilles persistantes ou caduques se rapportant aux familles des Éricacées et des Salicinées, de petits arbrisseaux à feuilles caduques de la famille des Bétulacées. Les genres les plus caractéristiques sont les suivants : *Salix*, *Ranunculus*, *Draba*, *Alsine* et genres voisins, *Pedicularis*, *Potentilla*, *Saxifraga* pour les Dicotylédones ; nombreux *Carex*, *Juncus*, *Luzula*, *Eriophorum*, pour les Monocotylédones.

Parmi les espèces qui donnent un cachet spécial aux herbages fleuris des régions arctiques où les formations ne sont pas très variées, il faut citer *Dryas octopetala*, *Saxifraga oppositifolia*, *Braya alpina*, *Papaver nudicaule* (qui, à la baie de Lady-Franklin, couvre encore de ses fleurs de vastes surfaces) (1), *Lychnis apetala* et *Diapensia lapponica*. Parmi les sous-arbrisseaux des landes, il faut citer le *Cassiope tetragona* ; parmi les plantes des prairies marécageuses, le *Betula nana* et le *Pedicularis sudetica* ; parmi les graminées exclusivement arctiques, le *Phippisia algida*, qui monte très haut dans le Nord des régions circumpolaires.

La flore arctique peut être considérée comme plus ou moins riche en espèces endémiques, suivant la manière dont on comprend le domaine géographique et l'extension plus ou moins grande qu'on lui donne. Si l'on considère, par exemple, les stations du

(1) Voir entre autres : Ed. Jardin, *La végétation à 165 lieues du pôle* (Journal de Botanique. T. III, 1891, p. 350). On y trouvera la liste des plantes recueillies par l'expédition du lieutenant Greely et l'indication des sources bibliographiques.

*Diapensia lapponica*, qui croît en Scandinavie, dans l'Oural, dans les Monts-White en Amérique du Nord, etc., comme des postes avancés du domaine arctique, où se rencontrent également beaucoup d'autres éléments floraux de caractère nettement alpin, et qu'on range cette plante parmi les espèces endémiques, à ce compte il y en a beaucoup; sinon le nombre en est bien moindre, et ces espèces sont, la plupart du temps, limitées à de petits districts du domaine entourant le pôle Nord.

C'est ainsi qu'on peut citer pour l'Ouest de l'Amérique arctique *Braya pilosa*, *Garrya arenicola*, *Saxifraga Richardsoni*, *Nardosmia glacialis*, *Artemisia androsacea*, *Saussurea subsinuata* et *Salix glacialis*. La plupart de ces espèces ont été découvertes par l'expédition du « Herald ».

Le Groënland possède 15 espèces spéciales, mais elles sont très voisines de formes très répandues, ce qui témoigne d'un âge relatif récent. Il en est de même pour les saules de la Nouvelle-Zemble.

On peut se rendre compte par les chiffres suivants de la richesse de ce domaine : Middendorf a recueilli dans la presqu'île de Taimyr 124 espèces de Phanérogames; les découvertes de l'expédition de la Véga ont porté à 160 le nombre de ces espèces pour la côte Nord de la Sibérie. Les chiffres des plantes vasculaires sont respectivement de 60 pour l'île Melville, 122 pour le Spitzberg, 193 pour la Nouvelle-Zemble. Pour le Groënland, M. Warming a dressé des tableaux comparatifs de la richesse de la flore suivant les zones; voici les nombres qu'il donne : de la pointe Sud jusqu'au 62<sup>e</sup> parallèle, 285 espèces; du 62<sup>e</sup> au 64<sup>e</sup>, 176; du 64<sup>e</sup> au 67<sup>e</sup>, 264; du 67<sup>e</sup> au 71<sup>e</sup>, 252; du 71<sup>e</sup> au 73<sup>e</sup>, 141; du 73<sup>e</sup> au 76<sup>e</sup>, 95; du 76<sup>e</sup> au 83<sup>e</sup>, 88. L'ensemble de la flore comprend 386 plantes vasculaires. Quand on traverse le Groënland du Sud au Nord, on voit le nombre des espèces diminuer brusquement dans la zone située immédiatement au Sud du cercle polaire, pour augmenter quand on s'approche de ce cercle et diminuer de nouveau lentement à mesure qu'on s'avance vers le Nord.

Malgré l'existence d'un très grand nombre d'espèces communes à toutes les régions circumpolaires, il serait inexact de croire que les mélanges d'espèces soient identiques sur tous les points dans les formations analogues. Bien au contraire, d'un continent à un autre, même dans les régions arctiques, on observe des différences dans les associations d'espèces qui ne sont pas les mêmes par exemple, à l'est et à l'ouest de l'Amérique, en Sibérie et en Scandinavie. S'il est difficile de déterminer ici des

limites précises, on peut cependant distinguer dans les flores plusieurs groupes qui, mélangés maintenant, ont une origine différente : 1° le *district nord de la Sibérie* (presqu'île de Taimyr), 2° le *district de la mer de Bering*, allant de la Kolyma à travers le pays des Tchouktsches et l'ouest de l'Alaska, jusqu'au cap Barrow et à l'embouchure du Mackensie; 3° le *district nord du Canada*, allant de l'embouchure du Mackensie jusqu'au Labrador; 4° le *district du Groenland* auquel se rattache également la terre de Grinnell, la flore des îles arctiques, jusqu'au détroit d'Hudson et l'Islande; 5° le *district de la Nouvelle-Zemble du Spitzberg et de la Scandinavie*; avec M. Nathorst, je le considère comme ayant des limites naturelles. Les *régions de végétation* sont analogues dans ces divers districts, tout en présentant un certain nombre de différences secondaires.

1° Dans la *région des Toundras du nord de la Sibérie*, M. Kjellmann indique comme la formation la plus fréquente les Toundras de Polytries, qui couvrent de leur maigre végétation le sol sec, sablonneux ou caillouteux. Au milieu des Polytries croissent des *Eriophorum* (*E. angustifolium*, *E. Scheuzeri*, *E. vaginatum*) le *Luzula hyperborea* et çà et là des *Dryas* et le *Cassiope tetragona*. Dans les endroits humides, ces formations sont remplacées par les « Laidy », c'est à dire des marais à mousses ou des toundras à *Sphagnum*. Bien différents sont les herbages qui couvrent les pentes des collines : « là de vastes étendues sont recouvertes d'une végétation d'un vert brillant, où croissent le *Sieversia glacialis* aux belles fleurs d'un jaune foncé, les gracieux *Oxytropis* et *Pedicularis*, le *Polemonium humile*, les Saxifrages jaunes, bleus ou blancs, toutes espèces vigoureuses » (Middendorf). Ailleurs ce sont les toundras à lichens, dans lesquelles les lichens crustacés, les *Cladonia*, les *Umbilicaria*, les *Cetraria*, couvrent de leur pauvre végétation la surface des rochers. Ici également, les dunes de sable ont leurs formations spéciales, caractérisées par une graminée sociale l'*Elymus mollis*. M. Kjellmann a donné une description très vivante de la végétation du cap Tscheljuskin (voir *Geogr. Mitteil.* 1881, p. 398), d'autant plus intéressante que c'est la plus septentrionale qu'on ait étudiée. On y trouve 23 espèces de phanérogames, qui croissent sur le sol fendillé au milieu d'herbages mêlés de mousses, de lichens et de graminées. Une Borraginée rappelant les *Myosotis*, l'*Eritrichium villosum* se montre dans tout le district depuis la Nouvelle-Zemble, jusqu'à la terre des Tschouktsches. Cette plante forme sur le sol de petites touffes cespiteuses, serrées, hémisphériques, mode de croissance qui ne lui est d'ailleurs pas spécial, mais se retrouve chez presque toutes les phanérogames de la contrée, parmi lesquelles on compte 7 Saxifrages.

2° La région des toundras de la mer de Bering, relativement

moins bien connue, diffère notablement par les associations d'espèces qui s'y montrent. Sur les 221 Phanérogames indiquées jusqu'ici sur la côte asiatique, 53 espèces ne se trouvent, d'après M. Kjellmann, qu'à l'est de la Kolyma, et cet auteur estime qu'une partie est originaire de la péninsule de Bering même, tandis que l'autre serait venue d'Amérique ou des Monts-Baikal.

Parmi les plantes les plus répandues on retrouve l'*Eriophorum vaginatum*; mais, d'autre part, le *Ranunculus Chamissonis*, le *Cineraria frigida*, les *Primula Tschuktschorum* et *nivalis*, le *Claytonia acutifolia* indiquent les rapports avec l'ouest de la Sibérie, et le *Rhododendron Kamtschaticum* a des affinités très marquées avec le *Rh. lapponicum*, répandu dans le haut nord. Tandis que toute la péninsule de Bering paraît dépourvue de forêts, la limite des arbres dans l'Alaska dépasse notablement la latitude du détroit de Bering; et d'ailleurs, à quelques kilomètres seulement du cap du Prince-de-Galles, en s'avancant dans les terres, on trouve des huissons atteignant six pieds de hauteur. Par conséquent ici déjà les formations arctiques sont notablement plus limitées. Toutefois, d'après les observations de M. Seemann, qui faisait partie de l'expédition du *Herald*, la contrée toute entière, depuis la baie de Norton jusqu'au cap Barrow, est une région déserte, couverte de lagunes et de marais, où l'on trouve par places des touffes d'*Eriophorum capitatum*, mais où les principales formations sont celles des lichens et des mousses. De grands huissons de *Salix speciosa* et d'*Alnus viridis* s'avancent très loin vers le nord (le *Picea alba* monte jusqu'au cercle polaire. les *Salix Richardsoni* et *S. villosa* jusqu'au cap Lisburne. On retrouve de nouveau de brillants tapis de fleurs dans les herbages des pentes des montagnes. « Le cap Lishurne est un véritable jardin ». Comme herbes vivaces citons le *Sieversia glacialis*, le *Claytonia sarmentosa*, le *Myosotis alpina*, 18 espèces de Saxifrages et 4 Anémones, les *Artemisia borealis*, *audrosacea* et *glomerata*. Les rhizomes du *Polygonum bistorta* et du *Rumex domesticus* servent de nourriture aux indigènes.

3<sup>o</sup> La région canadienne des toundras diffère, d'après Richardson, de la région sibérienne correspondante en ce que les formations de mousses de cette dernière y sont remplacées par des formations de lichens.

Cette toundra de lichens est formée d'espèces dressées couvrant le sol d'un tapis continu. Ce sont surtout le *Cetraria islandica* et le *Platysma cucullatum*, les *Cornicularia tristis*, *divergens ochroleuca* et *pubescens*, auxquels se mêlent par places des Ericacées suffrutescentes dépassant à peine la taille des lichens (*Rhododendron lapponicum*, *Ledum*, *Kalmia*, *Arctostaphylos*, *Cassiope tetragona*, toutes espèces à feuilles persistantes, le *Vaccinium uliginosum*, qui a des feuilles caduques, et des Saules). Les laïches (*Carex*) couvrent de vastes surfaces; dans les

dunes maritimes on retrouve l'*Elymus mollis*. Les herbages qui couvrent les pentes des collines sont, comme ceux dont nous avons parlé plus haut, tout émaillés de fleurs; le genre *Dodecatheon* (Primulacées), est caractéristique de cette contrée. Aux embouchures des rivières se dressent de hauts buissons de *Salix speciosa*. Les îles Parry, situées plus au nord, sont beaucoup plus pauvres; M. Brown a déjà indiqué, à propos de l'île Melville, où l'on trouve 67 phanérogames, que pour les latitudes très élevées le rapport des Monocotylédones aux Dicotylédones est de 2 à 5 avec prédominance de graminées.

4° Le *district Groenlandais* est le mieux connu dans son ensemble. On peut diviser la région des fjelds de cette contrée et des côtes voisines en fjelds arctiques supérieurs et fjelds arctiques inférieurs; les premiers sont, naturellement, les plus pauvres. Comme établissant la limite entre ces deux régions, on peut prendre la ligne de végétation du *Linnæa borealis*, intéressante à d'autres égards. Cette plante dépasse à peine le cercle polaire à l'ouest du Groënland; elle manque à l'Islande et au Spitzberg mais se retrouve au Varanger-fjord et dans l'Oural; vers l'ouest, dans le Canada arctique, elle dépasse de même le cercle polaire. Dans le Groënland et les îles voisines, on peut donc distinguer les deux régions précitées, et, en outre, une région plus méridionale qui embrasse également l'Islande, celle du Bouleau, dont il a déjà été question.

Dans la région arctique inférieure, les formations de saules buissonnants jouent un rôle considérable. Le *Salix glauca*, qui croît dans ces contrées, se retrouve plus au sud avec l'*Alnus ovata*. En dehors de ces formes, ce qui domine dans les deux régions ce sont des landes avec *Dryas*, des formations de lichens (*Gyrophora*) couvrant les roches nues, et un mélange de quelques rares lichens, de mousses, et de quelque plantes vivaces, auquel M. Warming a donné le nom de formations de fjelds, et qui couvrent les terrains de transport plus ou moins humides. On trouve aussi des prairies marécageuses et des marais à mousses. Toutes ces formations s'étendent sur la bande côtière, entre la mer et les glaciers qui couvrent l'intérieur du pays. Dans quelques îles seulement et très près de la mer, on trouve des tapis continus de lichens fruticuleux, rappelant les Toundras de lichens de l'ancien monde. Les sables maritimes sont surtout peuplés d'*Elymus arenarius*. En dehors des buissons cités plus haut, on rencontre dans ces régions des herbages avec grandes plantes vivaces qui montent jusqu'au 70° parallèle; l'*Archangelica officinalis* est surtout très répandue et très vigoureuse dans les parties les plus méridionales où croissent également des *Hieracium*, des Orchidées, etc. (voir *Warming*,

Meddelelser om Grönland VIII, XII; Bot. Jahrb. Syst. X. (Ueber Grönlands Vegetation) (1).

Sous les hautes latitudes, l'influence de la mer est bien moins sensible que sous des latitudes plus méridionales. D'après M. Warming, on trouve des marais de mousses sur les montagnes à 600 et même 1,000 mètres d'altitude. Dans la Terre de Grinnel, M. Greely a trouvé des plantes terrestres à une hauteur de 500 et 600 mètres et le printemps y est relativement précoce.

### ISLANDE

La flore islandaise est intermédiaire entre la flore arctique du Groënland, la flore arctique du nord de l'Europe et la flore de l'Europe centrale (fl. baltique). C'est pour ces raisons qu'on a pu discuter la question de savoir si au point de vue botanique, l'Islande devait être rattachée à l'Europe septentrionale ou aux régions arctiques. En réalité, elle tient des deux et sa situation géographique au-dessus du cercle polaire ne prouve rien. Sur la carte des isothermes d'Europe (Berghaus, *Atlas physique*, feuille n° 30), l'isotherme de 0° pour janvier coupe la côte sud de l'Islande; d'où il suit que les hivers ne sont pas rigoureux, mais longs, car l'isotherme de 9° C. passe encore au 15 juin, très au sud dans l'Atlantique et n'atteint cette terre qu'en même temps que les domaines arctiques inférieurs; l'isotherme de 10° pour juillet, passe à la fois par le sud de l'Islande et le Cap-Nord (voir la carte n° III).

D'après les cartes de durées de températures dressées par M. Supan (*Geogr. Mitteil*, 1887, pl. 40), l'Islande, à l'exception des côtes ouest et sud-ouest, est comparable à la presqu'île de Kola,

(1) La division du Groënland que nous mentionnons ici est uniquement physiologique. M. Nathorst, qui a publié de nombreux mémoires sur cette question, ne partage pas les idées de M. Warming relativement aux divisions géobotaniques de cette terre. (Voir Nathorst, *Kritische Bemerkungen über die Geschichte der Vegetation Grönlands*, Bot. Jahrb. f. Syst. tome XIV, 1891; Warming *Geschichte der Flora Grönlands*). M. Nathorst divise le Groënland en trois parties: la côte ouest aussi loin qu'on la connaît dans le nord, la côte sud et la côte orientale jusqu'au 63° parallèle forment un tout homogène où prédominent des espèces qui semblent être venues de l'ouest et qui ne se retrouvent plus au nord entre le 63° et le 66° parallèle sur la côte orientale. Sur cette même côte, entre le 76° et le 70° parallèle, on retrouve avec quelques espèces orientales des plantes qui sont peut-être venus de l'est. Du 66° au 70° la côte orientale n'est pas connue.

(Note de l'auteur).

et, même sur les côtes, la durée des chaleurs est moindre. Il en résulte que, sur les côtes basses, les trois quarts des plantes vasculaires appartiennent à des espèces des plaines du Nord et du Centre de l'Europe. Par contre, les hauts plateaux et la côte septentrionale ont deux tiers d'espèces arctiques, dont beaucoup du haut Nord; la plupart de ces espèces se retrouvent en Scandinavie. Les parties où la température est douce sont couvertes de ce même Bouleau qui croît dans le Nord de l'Europe (*Betula pubescens*, var. *carpathica*), et jadis cet arbre y a eu certainement une extension beaucoup plus grande. M. Schübeler, qui a étudié cette question intéressante (voir plus loin les indications bibliographiques relatives à la Scandinavie), estime que le climat de l'Islande pourrait convenir au Tremble (*Populus tremula*) et même à l'Aulne blanc (*Alnus incana*), ce qui est peut-être douteux. Il y a environ mille ans que de grandes forêts de Bouleaux ont été abattues et ont servi à la construction de maisons et de navires; quelques arbres plus élevés se voyaient encore au milieu du XVIII<sup>e</sup> siècle; l'un d'eux, âgé de 67 ans et haut de 12 mètres 1/2, se trouvait par 63° 40' N. MM. Preyer et Zirkel ont rencontré en 1860 dans la vallée de Fnioskaa un groupe d'arbres abattus dont les troncs atteignaient de 4 1/2 à 6 1/2 mètres de hauteur et dont le diamètre était de 1 pied 1/2.

5<sup>o</sup> Région des fjelds et des fjords scandinaves. — Le Spitzberg et la Nouvelle-Zemble correspondent à la partie arctique supérieure de cette région. A l'ouest du Spitzberg, sur la côte occidentale, on retrouve la flore du Nord de la Sibérie, qui se divise, d'après M. Nathorst, en formations côtières (8 espèces, dont 4 *Carex*), marais et herbages; ces derniers sur les pentes des montagnes.

Dans les marais à graminées (14 espèces) domine l'*Eriophorum Scheuchzeri* avec 3 graminées, 2 *Carex*, 1 *Juncus*. Les herbages sont bariolés de rouge et de bleu par les touffes serrées du *Polemonium pulchellum* et du *Saxifraga oppositifolia*.

Les bruyères manquent en tant que formation spéciale, et l'on a trouvé seulement 2 Ericacées au Spitzberg (*Cassiope tetragona* et *hypnoides*) et 2 autres en Nouvelle-Zemble (*Vaccinium Vitis Idea* et *V. uliginosum*). Dans ces deux groupes d'îles, il n'y a qu'un petit nombre d'espèces qui arrivent à mûrir leurs fruits, ce que Bär avait déjà indiqué pour la Nouvelle-Zemble dans sa description de la flore de cette contrée. Sur 193 espèces trouvées en Nouvelle-Zemble, 103 figurent également au Spitzberg; les autres se rattachent à la Russie arctique, où, comme en Nouvelle-Zemble, la formation dominante est celle des Toundras. Il en

est de même au Nord-Est de la presqu'île de Kola; du Cap-Nord au Dovrefield, c'est la région arctique inférieure des fjelds scandinaves qui fait passage à la région de l'Europe septentrionale.

La zone arctique n'a plus de *plantes cultivées* et, à proprement parler, aucune plante utile. Cependant les mammifères herbivores, qui vivent en troupeaux, y peuvent trouver l'aliment de leur existence. L'homme n'en peut guère tirer que quelques produits utilisables comme légumes. Par exemple, le raifort (*Cochlearia*), l'oseille, des racines d'angélique (*Archangelica*), des baies de *Vacciniées* et d'*Empetrum nigrum*; le lichen d'Islande (*Cetraria islandica*) avec lequel on fait une gelée alimentaire, les *Gyrophora*, qu'on mange au Canada sous le nom de *tripes de roche*. C'est à grand'peine qu'on est arrivé à cultiver quelques légumes à croissance rapide dans les colonies danoises du Groënland. M. Ratzel (*Anthropogeographie*, p. 357) nous a fait connaître le parti que les Islandais ont su tirer de leur flore endémique.

## 2. Europe septentrionale et Europe moyenne

Bibliographie. — Travaux d'ensemble et catalogues de plantes : *Henfrey*, The vegetation of Europa, 1852. *Nyman*, Conspectus Florae Europaeae, 1878/90 (liste systématique de toutes les plantes vasculaires d'Europe, avec indications de leurs stations dans chaque contrée en particulier). *Pax*, Der Ursprung der europäischen Waldbäume, in Gartenflora 1886. *Köppen*, Geograph. Verbreitung d. Nadelhölzer in europ. Russland (voir *G. J.*, XIII, 319, No. 156). *Köppen*, Geograph. Verbreitung d. Holzgewächse d. europ. Russlands und des Kaukasus, Petersbg. 1888/89 (en allemand; avec cartes). *Willkomm*, Forstliche Flora von Deutschland und Oesterreich, 1887.

Phénologie : *Hoffmann*, Resultate der wichtigsten pflanzenphänologischen Beobachtungen in Europa, nebst einer Frühlingskarte, 1885. *Ihne und Hoffmann*, Beiträge zur Phänologie, 1884. *Doeningk*, Vergleichende Uebersicht d. in Russland ausgef. phänolog. Beobacht. von 44°—60° N., 1887 (ce mémoire a été analysé dans les Geogr. Mittlgn. 1887, Litt. No. 491). *Hult*, Recherches sur les phénomènes périodiques d. plantes, Upsala 1881. *Nic. Annenkow*, Observations (phénologiques) sur les plantes indigènes des environs de Moscou, faites pendant les années 1848 et 1849 (Bull. de la Soc. imp. des naturalistes de Moscou, T. XXIV, 1851).

Skandinavie : *Blytt*, Essay on the Immigration of the Norwegian Flora, et Engler botan. Jahrb. Syst. T. II, p. 1 (voir *G. J.*, X, 142). *Schübel*, Die Pflanzenwelt Norwegens, 1873/75; Vaexlivet i Norge 1879; Viridarium Norvegicum; Norges Vaextrige, 1887 et suivantes; Pflanzengeograph. Karte d. Königreichs Norwegen, 4 feuilles. 1876. *Hult*, Analytisk Behandl. af Växtformat. (voir *G. J.*, IX, 162). *Hjelt et Hult*,

Vegetationen in Kemi Lappmark, etc. (voir *G. J.*, XI, 117 et *Geogr. Mittlgn.* Litter. 1886). *Wahlenberg*, Flora lapponica, 1812. *Dusén*, Sphagnaceernas Udbredning i Skandinavien, 1887 (voir *G. J.*, XIII, 319). *Flahault*, Le climat de la Scandinavie dans ses rapports avec la végétation, in *Revue des Questions scientifiques* 1880 et *Annales d. sciences natur.*, 6 Ser., Botan. Tome IX, p. 159 avec 2 cartes. *Bonnier et Flahault*, Observations, etc., in *Annales d. sc. natur.*, 6 Sér., Botan. Tome VII, p. 1. *Lamezan*, Wälder in Finnland (voir *G. J.*, XI, 117). *Arnell*, Vegetationens utveckling i Sverige, im Upsala Observatorium 1878. *Kihlman*, Beob. üb d. period. Erschein. d. Pflanzenlebens in Finnland; Helsingfors 1886. *Nathorst et Steenstrup* Postglacial. Vegetationswechsel auf Schonen, voir *Griseb. Abh.* p. 500. *Kihlmann*, Pflanzenbiologische Studien aus Russisch Lappland. Ein Beitrag z. Kenntniss der regionalen Gliederung an der polaren Waldgrenze. Helsingfors, 1890. *Sælan, Kihlmann Hjelt* Herbarium Musei Fennici Helsingfors 1889.

Russie septentrionale et moyenne : *Trantvetter*, Die pflanzengeograph. Verhältnisse des europ. Russlands, Heft 1—3, 1849—51. *Meyer, Ruprecht*, etc., Beiträge zur Flora des russ. Reiches, in Heften 1844—57. *Schrenk*, Reise nach d. Nordosten des europ. Russlands, Dorpat 1848. *Ruprecht*, Verbreitung d. Pfl. im nördlichen Ural, Petersb. 1854. *Gobi*, Waldaihöhe (en russe, avec carte, 1876). *Ivanitzky*, Flora des Gub. Wologda, in *Bot. Jahrb. Syst.* III, 448. *Iherder*, Neuere Beiträge zur pflanzengeogr. Kenntniss Russlands, in *Bot. Jahrb. Syst.* VIII, Litt. p. 119—155. *N. J. Kousnetzoff*. Uebersicht der in Jahre 1889 über die Phytogeographie Russlands erschienenen Arbeiten (*Engler. Bot. Jahrb.* Tome XIV; 1891, Litterher. p. 25. — Le lecteur trouvera, pour tout ce qui est relatif à la Russie, d'utiles indications et de nombreuses analyses bibliographiques, dans une publication de l'Académie des Sciences de St-Pétersbourg, intitulée « Coup d'œil sur les progrès de la Botanique en Russie, pendant l'année 1890. Il y a une édition russe et une édition allemande. Ce recueil, publié sous la direction du Prof<sup>r</sup> Famintzin, est appelé à rendre les plus grands services. Le premier volume a été publié en 1892, un second en 1893. L'édition russe de la Géographie générale de Reclus contient, dans le volume consacré à la Russie, un article du Professeur Beketoff sur la géographie botanique de cette contrée; du même, un article dans l'édition russe du Dictionnaire encyclopédique de Brockhaus.

Europe occidentale : *Forbes*, Connexion between the distribution of Flora, etc., of the British Isles and the geological changes, in *Geol. Survey of Great Britain T. I.*, 1846. *Watson*, Cybele Britannica 1847—59; *Topographical Botany* : the distribution of british plants, avec carte 1883. *Lecoq*, Études sur la Géogr. botan. de l'Europe et en particulier sur la végétation du plateau central de la France, 9 vol. 1854 à 1858. *Magnin*, La végétation de la région lyonnaise, 1886. *Créé*, Bretagne. *Roth*, Ueber d. Pflanzen, welche den Atlant. Ozean auf d. Westküste Europas begleiten. 1883 (*G. J.*, X, 161).

Europe moyenne : *Drude*, Litteratur der deutschen Pflanzengeographie, in *Anleitung zu d. Landes-und Volksforschung.* 1889. *Hoffmann*, Vergleichende phänologische Karte von Mitteleuropa, in *Geogr. Mittlgn.* 1881, Pl. 2. *Kerner*, Das Pflanzenleben der Donauländer, 1863; Oes-

terreich-Ungarns Pflanzenwelt, Wien 1866; Florenkarte von Oesterreich-Ungarn (physik.-statist. Atlas v. Oesterr.-Ungarn, feuille No. 14). *Christ*, La flore de la Suisse et ses origines. Bâle 1883. Die Verbreitung der Pflanzen der alpinen Region der europäischen Alpenkette, in Neuen Denkschriften der Schweiz. Ges. T. 22, 1867. *Heer*, Die nivale Flora d. Schweiz, in Denkschriften 1883. *A. Magnin*, La végétation des monts Jura, Besançon 1893. *Sendtner*, Die Vegetationsverh. Südbayerns, 1834; Die Vegetationsverh. d. bayrischen Waldes, 1860. *Beck*, Flora von Hernstein, Vienne 1884. *Loew*, Perioden u. Wege ehem. Pflanzenwander. im norddeutsch. Tieflande, in Linnaea T. 42, 1879. *Drude*, Vegetationsformationen der centraleurop. Flora in Bot. Jahrb. XI, 21. *Neitreich*, Pflanzengeogr. Uebersicht d. Flora von Ungarn und Slavonien, Vienne 1866; Vegetationsverh. von Croatien, Zool. bot. Ges., Vienne 1868. *John Briquet*, Recherches sur la flore du district savoisien et du district jurassique franco-suisse (2 cartes) Botan. Jahrb. f. syst. Tome XIII. *Sagorski et Schneider*, Flora der Central-Karpathen, Leipzig 1891. *Drude*, Vegetationsregionen der Central Karpathen in Geogr. Mitteil. 1894 et Abhand. d. Isis. Dresden 1893. *Svante Murbeck*, Beiträge z. Kenntniss. d. Flora von Südbosnien u. Hercegovina, Lund 1891. *Wettstein*, Beitrag. z. Flora Albaniens. Bibliotheca Botanica 1892. *Velenovsky*, Flora Bulgarica, Prague 1891. *Beck*, Flora v. Südbosnien u. d. Herzegowina. *Beck et Szyszyłowicz*, Plantae in Albania lectae, Krakau 1888. *Grisebach*, Reise durch Rumelien. Pflanzengeographische Uebersicht der bulgarischen Flora, v. *G. J.*, XIII, 328.

Les contrées dont nous avons à nous occuper maintenant et dans lesquelles on peut distinguer huit régions de végétation, s'étendent : d'une part, depuis les toundras des Samoïèdes, qui font suite au nord de la Sibérie et à la Novaia-Zemlia, jusqu'au nord de la presqu'île ibérique à travers la Scandinavie, la Grande-Bretagne et la France; d'autre part, jusqu'au Pruth (qui forme à peu près la limite nord-est des Pins) et jusqu'à la péninsule des Balkans par 42° nord, à travers le nord et le centre de la Russie par Kasan, Koursk et Kiew. Dans ces limites sont comprises l'Allemagne et l'Autriche jusqu'au versant sud des Alpes centrales. La topographie de ces contrées est très variée; on y trouve de vastes plaines, de hauts plateaux, des collines, de grandes chaînes de montagnes. Les Alpes scandinaves, les hauts plateaux d'Ecosse et le nord de l'Oural ont une flore qui présente beaucoup d'analogie avec celle des régions arctiques et où, par conséquent, les espèces endémiques sont rares. Au sud, près de la Méditerranée, nous retrouvons d'autres chaînes de montagnes, les Pyrénées, les monts d'Auvergne, la chaîne gigantesque des Alpes et les Balkans, toutes plus ou moins riches en espèces spéciales, comme d'ailleurs les Carpathes qui forment

la limite orientale de la flore du centre de l'Europe du côté du Pruth et du Dniester. Les nombreuses chaînes de montagnes qui occupent le centre de ces régions ont beaucoup moins d'espèces caractéristiques. Ces régions présentent également une très grande variété orographique et climatérique entre le 70° et le 42° parallèle N. La côte occidentale de l'Atlantique et l'intérieur des terres au nord de la mer Noire sont, au point de vue botanique, deux régions fort différentes. Dans toute cette partie de l'Europe on voit s'enchevêtrer les unes dans les autres des lignes de végétation importantes, et mille changements de formations locales apportent au paysage autant de variétés. Exception faite pour les régions glaciales des fjelds et des hautes montagnes dépourvues d'arbres, ce sont les forêts de conifères à feuilles persistantes et les arbres dicotylédones à feuilles caduques, qui dominent. Rarement les conifères manquent, et ce n'est que dans l'ouest, près de l'Atlantique, que se montrent les essences à feuilles persistantes.

On trouve, en outre, de riches prairies, des prairies marécageuses et des marais à mousses, de vastes landes couvertes principalement d'Ericacées, des buissons, des herbages émaillés de fleurs, et dans les contrées de montagnes et de collines des formations de rochers (voir ci-dessus Quatrième partie, p. 279, 295).

Notre carte des zones géothermiques représente les domaines européens ci-dessus mentionnés, à l'exception des chaînes de montagnes arctiques qui peuvent être rattachées soit à la zone froide, où la durée de la période tempérée est de 1-4 mois, soit à la zone à étés tempérés. Dans la région danubienne où l'été arrive à être très chaud, on a indiqué les points où se montrent les formations des steppes pontiques comme postes avancés de la flore continentale. L'influence du climat est encore bien plus apparente quand on regarde les cartes des températures de l'Europe, publiées par M. Supan, en 1887, dans les *Geographische Mitteilungen* et dont il a été question plus haut, p. 63.

Nous reproduisons sur la carte ci-contre deux courbes empruntées à cette publication. L'une (la plus grande) part de l'Oural, passe par Perm, Moseou et Lemberg, et marque la limite extrême des températures très chaudes (c'est-à-dire qu'en été la moyenne de température journalière dépasse 20° C.). Au sud-est de cette ligne, on peut distinguer une zone dont la largeur varie entre 1° 1/2 et 5° de latitude, et dans laquelle il y a au moins 30 jours très chauds répartis dans tout l'été, ce qui élève d'autant la moyenne annuelle. La seconde ligne (marquée 3 M) part du Nord de l'Oural, passe par

Archangelsk, Haparanda, et, faisant un coude, traverse la Scandinavie pour aller rejoindre les Færøer. C'est la limite de la végétation forestière vigoureuse, car, au nord de cette ligne, la durée de la période chaude, c'est-à-dire d'une moyenne journalière d'au moins 10° C., n'est que de 3 mois. Par places, il est vrai, la forêt se retrouve encore bien plus au Nord avec des bouleaux, des pins et des pessés, entre autres, au nord de Mesen, dans le sud de la presqu'île de Kola et en Laponie, où la durée de la période chaude n'est souvent que de 2 mois. On a encore fait figurer sur cette carte les isothermes de Janvier de 0° C. pour indiquer que les hivers sont doux sur les bords de l'Atlantique, et rigoureux au Nord-Est du continent. On y a ajouté, en outre, 3 lignes de végétation, celle du *Pinus sylvestris*, celle de l'*Abies sibirica* et celle de l'*Olea europæa*.

Cet ensemble de contrées appartient à la première et à la seconde division de la seconde zone de végétation (p. 70-72) et caractérise bien nettement notre *région florale du Nord* définie plus haut. Si l'on en excepte le domaine arctique qui s'avance jusque dans la Scandinavie et l'Oural septentrional, ces régions constituent un *domaine floral* spécial bien défini. C'est celui de l'*Europe moyenne*, caractérisé d'une part par des espèces et sous-espèces appartenant à des genres qui se retrouvent dans toutes les régions circumpolaires, *Pinus*, *Abies*, *Betula*, *Quercus*, *Fagus*; d'autre part, par de nombreux groupes « européens » ayant d'étroits rapports avec les groupes méditerranéens situés plus au Sud, qui s'intercalent dans la flore arctique boréale et qui ne se retrouvent ni en Sibérie, ni en Asie orientale, ni dans la Colombie britannique, ni au Canada. Nous voyons donc dans ce domaine, à la suite de la flore arctique, les zones boréales couvertes de forêts de bouleaux et de Conifères et, plus au Sud, cette flore mixte tenant à la flore boréale et à la flore méditerranéenne, et qui est surtout développée au Sud-Ouest et au Sud-Est. Quant à ce haut rempart des Alpes il est caractérisé par des espèces boréales spéciales aux montagnes, et à son pied, du côté Sud, se montrent des types méditerranéens absolument différents. Les formations alpines doivent être considérées comme ayant une origine méditerranéenne; c'est une flore de hautes montagnes qui s'est propagée dans la chaîne concurremment avec des formes européennes d'origine boréale, auxquelles sont venues se joindre un certain nombre d'espèces arctiques développées dans le haut Nord.

L'opinion consacrée par ce mot de « flore arcto-alpine », et suivant

laquelle les plantes auraient eu une évolution semblable dans les Alpes et dans le haut Nord, ne peut plus être soutenue. Tout ce que ce terme pourrait signifier, c'est que des conditions de développement identiques ont amené la formation des mêmes espèces dans les Alpes et dans les régions arctiques. Vu la difficulté, sinon l'impossibilité, de déterminer exactement la patrie d'une espèce, ce terme pourrait être conservé avec cette acception. Le lecteur devra consulter à ce sujet le beau travail de M. Kerner sur la flore du quaternaire dans les Alpes orientales (voir *Ueber die Flora der Diluvialzeit* (Sitzb. d. k. k. Akad. Wien, math. nat. Kl. XCVII, 1888).

L'Europe septentrionale et l'Europe moyenne offrent, au point de vue de la flore, deux caractères différents qui nous conduisent à distinguer un type *baltique* et un type *alpin*. Le premier est réalisé dans les parties moyennes et méridionales de la Scandinavie, entre l'Oural et la Baltique, dans la Grande Bretagne, dans la basse Allemagne, et en plusieurs points sur les côtes. Le type *alpin* (au sens restreint du mot et non pas, comme l'entend M. Kerner), se trouve dans toutes les Alpes et dans toutes les petites chaînes de montagnes ou de collines situées en avant de la chaîne alpine, tant en France qu'en Allemagne et dans les Pyrénées. Il va sans dire que c'est dans les hautes régions alpines que les genres et les espèces endémiques sont les plus nombreuses.

D'autres éléments viennent encore s'adjoindre à l'élément alpin. A l'ouest, des représentants de la flore atlantique et de celle de l'Europe méridionale se sont conservés dans ces régions ou y sont revenus après l'époque glaciaire. A l'est, c'est-à-dire dans la presqu'île des Balkans où se réunissent la flore de la Méditerranée orientale, celle des steppes de la région du Pont et la flore des montagnes de l'Europe moyenne, on trouve la plupart des formes spéciales qui existent en dehors des Alpes. Pour comprendre dans son ensemble la flore européenne, on doit encore tenir compte de l'invasion, à l'époque glaciaire, des éléments arctiques provenant de l'Oural, de la Scandinavie et des hauts plateaux de l'Ecosse, des empiètements de la flore forestière de Sibérie dans le domaine de la Petchora, de la Dwina et de la Kama, enfin de l'extension vers l'ouest de la flore des steppes pontiques qui vient rejoindre dans la plaine l'élément floral atlantique. C'est ainsi que j'ai caractérisé les différents « districts floraux » dans mon ouvrage intitulé : « *Anleitung zur deutschen Landes u. Volksforschung* », p. 207.

Les étapes de l'élément floral atlantique jusqu'au centre de l'Europe ont été principalement relevées par M. Roth. De son côté, M. Loew a

étudié le mélange des espèces dans le nord-est de l'Allemagne. — J'ai fait valoir dans les *Geographische Mitteilungen* pour 1889 (p. 282) (1) les raisons qui m'empêchent d'admettre qu'à l'époque glaciaire il n'y ait eu en Europe, du sud de la Scandinavie jusqu'au cœur de l'Allemagne, qu'un désert glacé dépourvu de végétation.

Il nous faut encore tenir compte de lignes de végétation importantes qui permettent d'établir dans le domaine floral de l'Europe moyenne des séparations bien tranchées. J'en ai représenté un certain nombre sur la carte n° 37 de l'*Atlas physique* de Berghaus (carte des flores européennes), à laquelle récemment M. Köppen a apporté des améliorations pour la partie orientale de l'Europe. La petite carte ci-jointe ne représente que la limite du domaine du Sapin de Sibérie (*Abies sibirica*) au nord-est de l'Europe, et les limites septentrionale et sud-orientale, de l'arbre le plus répandu sur le continent, le Pin sylvestre (*Pinus silvestris*). Quant aux Pesses et aux Bouleaux ils montent, avec le Pin sylvestre, jusqu'au Cap Nord et dans la presqu'île de Kola. Dans presque toute la Grande-Bretagne et en Scandinavie on trouve le Chêne à partir du 61<sup>e</sup> parallèle ; en Russie il commence un peu plus bas, au 59<sup>e</sup> et même (dans l'Oural) au 57<sup>e</sup> parallèle. Le Hêtre (*Fagus sylvatica*) croît dans tout le sud de la Grande-Bretagne, se retrouve encore sur les côtes méridionales de la Norvège, dans tout le sud de la Suède et dans la Prusse orientale, où il n'atteint pas Königsberg ; de là sa limite orientale passe notablement à l'est des Carpathes, puis, s'infléchissant vers le sud, se rapproche de l'extrémité méridionale de cette chaîne et vient courir parallèlement aux Alpes de Transylvanie. Cet arbre ne croît pas en Valachie, mais il se montre dans les Balkans, dans le Rhodope, au sud de la Crimée et au Caucase. Les arbres forestiers que nous venons de citer sont communs aux flores baltique et alpine ; le Sapin argenté est spécial à cette dernière.

Tous ces arbres trouvent leur limite sud dans les hautes montagnes de l'Europe méridionale ou au Caucase ; mais d'eux tous c'est le Pin sylvestre qui contourne de moins loin le domaine des steppes du sud de la Russie. Parmi les plantes qui caractérisent encore l'Europe moyenne il faut citer les *Ericacées-Ericinées*, car si les vraies *Ericées* figurent dans la flore méditerranéenne et dans celle de l'Europe moyenne, elles manquent en Sibérie, en Chine, au Japon et dans l'Amérique du Nord.

(1) Drude, *Betrachtungen über die hypothetischen Vegetationslosen Einoden in temperirte Klima der nordlichen Hemisphären zur Eiszeit* (Geogr. Mitteil. 1889).

Une de ces Ericacées caractéristiques est la Bruyère commune (*Calluna vulgaris*), qui constitue dans les montagnes et dans les plaines, surtout dans celles du domaine de l'Océan atlantique, de vastes formations dans les terrains secs (landes de bruyères) et dans les terrains marécageux (marais à mousses avec plantes frutescentes), auxquelles viennent souvent se mêler des *Vaccinium* et d'autres *Erica*, parmi lesquelles l'*Erica tetralix* caractérise la flore des bords de l'Atlantique. Dans la partie septentrionale des Alpes la Callune monte jusqu'à 2.000 mètres d'altitude et se trouve sur les cimes les plus élevées des montagnes de l'Allemagne centrale, parfois très abondamment, comme sur le Brocken. Dans le nord elle s'avance jusqu'à la presqu'île de Kola et à la terre des Samoïèdes et atteint le versant oriental de l'Oural en Sibérie. Les quelques points isolés où elle se montre sur la côte atlantique de l'Amérique du Nord doivent être considérés comme des anomalies d'extension. Au sud, cette plante s'avance dans les parties montagneuses des presqu'îles méditerranéennes et vers l'ouest jusqu'aux Açores.

Parmi les herbes vivaces qui se trouvent à la fois dans les domaines du centre, du sud et du sud-est de l'Europe, citons les genres *Genista*, *Centaurea*, *Dianthus*, *Silene*, qui comptent de nombreuses espèces. Bien des genres qui figurent dans la flore du centre de l'Allemagne manquent en Sibérie et au Canada; beaucoup d'autres sont communs à toutes les régions boréales et, parmi eux, les plus répandus sont les Myrtilles.

Bien que la culture ait plus ou moins pénétré dans toute l'Europe moyenne et dans le nord jusqu'à la limite des forêts, cependant aucune plante cultivée importante n'est originaire de ces contrées. Toute notre agriculture porte sur des plantes introduites et la flore autochtone n'a vraiment fourni d'éléments cultivés qu'aux prairies et aux forêts. Même pour les plantes qui se montrent dans l'Europe moyenne à la fois sous la forme sauvage et sous la forme cultivée, il semble que la première n'ait pas donné naissance sur place à la seconde, qui est vraisemblablement introduite. Par exemple le Poirier et le Pommier qui croissent à l'état sauvage sur une très grande partie de la Russie méridionale, paraissent être venus du Caucase et de l'Orient, bien qu'on ait émis des doutes sur leur patrie primitive. Il n'est d'ailleurs pas toujours facile de décider si on a affaire à une plante primitivement sauvage qu'on a modifiée, ou bien au contraire à une plante qui, introduite et cultivée à un certain moment, serait redevenue sauvage. En Russie la limite polaire du Poirier, tant cultivé que sauvage, part de la Duna, traverse les gouvernements de Vitebsk et de Smolensk, le nord du gouvernement de Kalouga et le sud de celui de

Moscou, puis s'infléchissant vers le sud-est, traverse le gouvernement de Toula, le sud du gouvernement de Tambof et celui de Saratof, où elle s'arrête. A l'est de la Volga le *Pirus communis* manque; par contre, le *Pirus malus* va jusqu'à l'embouchure de l'Oural (Köppen).

Le froment n'est pas cultivé au nord de ce domaine où, par contre, on cultive le seigle (la seule céréale peut-être ayant droit de cité au sud-est de ces régions, à la limite des steppes méditerranéennes, sur la presqu'île des Balkans), l'avoine, l'orge et les pommes de terre. Du sud de la Scandinavie jusqu'au centre de l'Allemagne, ce sont des contrées plus favorisées où l'on cultive le froment et les céréales d'hiver; enfin, à la limite de la zone méditerranéenne la culture de la vigne est déjà rémunératrice dans toute la région qui s'étend depuis l'embouchure de la Loire, la Meuse (53° 1/4 N.), Bonn sur le Rhin, la rive nord de la Werra, Meissen sur l'Elbe, Senftenberg et le Dniester jusqu'à Mohilew

Grisebach a indiqué la limite polaire des céréales en Europe (Végétation du globe, trad. franç., t. I, p. 151) et M. Kirchoff nous a donné sur ce point des indications complémentaires dans les *Geographische Mitteilungen* de 1888 (*Monatsbericht*, p. 188). Pour ce qui est de la culture de la vigne, notons que cette plante peut être cultivée en quelques points favorisés situés au-delà des limites que nous venons d'indiquer (voir Kaboch, *Planzenleben d. Erde*, p. 582). Pour beaucoup de détails que nous ne pouvons donner ici, le lecteur devra se reporter au travail de M. F. Höck (*Nährpflanzen Mitteleuropas*, in *Forschungen z. deutsch. Landes-und Volkskunde*, t. V, fasc. I (1890).

La possibilité d'une culture dépend surtout de la longueur de la période végétative, qui a été représentée sur les cartes phénologiques de Hoffmann. Il y a environ cinquante jours d'écart entre l'arrivée du printemps dans la partie moyenne du Rhin et la partie moyenne du Danube, d'une part, et le nord de la Scandinavie, d'autre part. Les lignes reliant entre eux les différents points où le printemps arrive à la même époque sont très irrégulières à l'ouest de l'Europe, mais ailleurs s'infléchissent très régulièrement du nord-ouest au sud-est. Une ligne allant de la Courlande par 56° 30' N. jusqu'au coude de la Volga par 49° N., définit bien cette direction.

Il nous reste maintenant à indiquer les principaux traits caractéristiques de chacune des huit régions de végétation en lesquelles se partage cet ensemble, régions susceptibles, pour la plupart, d'être divisées en districts naturels.

1° *Région des fjelds scandinaves.* — La région des fjelds scandinaves a un caractère nettement arctique. Elle comprend la plus grande partie du nord de la Laponie et les montagnes d'une altitude moyenne de 900 mètres qui s'étendent depuis le nord jusqu'au Dovrefjeld et aux montagnes d'Hamar. Les formations des fjelds descendent très bas dans la région forestière de la Laponie ; ainsi dans le domaine de la Tornéa supérieure, sur l'Yllästunturi, elles s'étendent depuis le sommet jusqu'à 450 mètres d'altitude ; plus au nord, elles descendent même à 350 mètres, altitude où commencent les herbages et les buissons de saules arctiques. — Les herbages et les saules tiennent une large place dans la flore norvégienne qui compte environ 1,380 espèces de phanérogames, dont un sixième se rapporte à des genres très vastes : on y compte 106 *Carex*, 62 *Hieracium*, 43 *Salix*. Au sud-ouest de la Norvège on trouve au voisinage des plantes arctiques des végétaux appartenant aux parties européennes plus chaudes des bords de l'Atlantique.

D'après M. Blytt, sur les hautes montagnes, immédiatement au-dessous de la région des neiges perpétuelles, il existe une zone de cailloux dépourvue de végétation ; plus bas, un tapis continu de lichens fruticuleux d'un jaune grisâtre ; à 1,200<sup>m</sup> d'altitude environ, et au sud de la Norvège à 1,370, ce tapis fait place à des saules d'un vert grisâtre dont la taille ne dépasse pas quelques pieds de haut, et qui sont associés au *Betula nana* et au *Juniperus nana*, aux Bruyères, à l'*Empetrum nigrum*, au *Diapensia*, au *Phyllodoce taxifolia*, aux *Cassiope* du Groënland, aux Mousses et aux Lichens (principalement des *Racomitrium* et des *Cladonia*). Ces formations se montrent jusqu'à une altitude de 1,000 mètres, où apparaissent les premiers bouleaux et, quelques centaines de pieds plus bas, les Conifères. Le *Pedicularis Lapponica* est commun dans toutes ces régions.

Ce sont là les formations les plus répandues, mais on trouve encore des tapis de *Dryas*, comme dans les contrées arctiques. Nous les avons indiquées d'après les données de M. Blytt sur notre *Carte des flores de l'Europe* dans l'*Atlas physique* de Berghaus. « La plupart des plantes de montagnes proprement dites se montrent ici sur des schistes facilement décomposables qui forment autant de stations fleuries ; certaines espèces ne se trouvent que là. » Les plus remarquables sont *Dryas octopetala*, *Potentilla nivea*, *Oxytropis lapponica*, *Veronica saxatilis*, *Salix reticulata*. Cette région (comme d'ailleurs toute la Scandinavie) ne possède pas d'espèces endémiques.

Au point de vue géographique, il est intéressant de remarquer que le *Gentiana aurea (involucrata)* ne se trouve que là, en Islande et au Groënland.

2<sup>o</sup> *Région forestière de Finlande et de Scandinavie.* — Elle commence aux petits bosquets de bouleaux arctiques les plus septentrionaux, c'est-à-dire au Cap Nord et dans la presqu'île de Kola, et s'étend jusqu'à la ligne de végétation des chênes, soit, en moyenne, jusqu'au 61<sup>e</sup> parallèle. Le Bouleau blanc du nord de l'Europe (*Betula pubescens* ou *B. odorata*), l'arbre le plus septentrional, la Pesse, le Pin, forment presque exclusivement les forêts assez pauvres d'ailleurs en herbes vivaces et en sous-bois. Les Vacciniées y sont très abondantes, comme aussi la Callune; le *Linnæa borealis* est très répandu et caractéristique; il dépasse rarement le bouleau vers le nord.

Au point de vue de l'étude comparative de la durée de la période végétative et des dates de prise et de débâcle des lacs, le lecteur peut se reporter aux belles observations faites en Suède (voir *Hildebrandsson* et *Rundlund*, Prise et débâcle des lacs en Suède, automne 1871 jusqu'au printemps 1877; Upsal 1879, p. 242). M. Hult a fait de minutieuses recherches sur l'arrangement des formations et leurs espèces caractéristiques (voir *Geogr. Mitteil.* Littber. 1886, n<sup>o</sup> 293).

3<sup>o</sup> *Région de l'Oural et région forestière ouest-ouraliennne.* — Elle commence au nord-est de l'Europe, au sud des toundras des Samoïèdes et présente de grandes analogies avec la Sibérie occidentale. Comme celle-ci elle possède l'*Abies sibirica* (dont nous avons tracé sur notre petite carte la ligne de végétation), le *Larix sibirica* et le *Pinus Cembra* avec des Pesses et des Bouleaux. Ici le *Picea excelsa* se rencontre avec le *Picea obovata* de Sibérie.

A ces formes se mêlent des herbes vivaces et des plantes frutescentes du nord de la Sibérie et du nord de l'Europe; parmi les premières citons: *Anemone altaica*, *Cerastium dahuricum*, etc.; parmi les secondes: Callune, etc. Les Toundras montent très haut vers le nord et dans les marais les bouleaux sont nombreux avec *Linnæa*, *Rubus chamæmorus*, *Betula nana*, des *Carex* et des *Pedicularis*.

La ligne de végétation du Sapin de Sibérie, qui atteint là sa limite sud, ou bien celle du Chêne, qui ne monte pas plus haut vers le nord, encore qu'elles ne coïncident pas exactement, peuvent servir à délimiter cette région vers le sud. L'Oural constitue la limite orientale et présente sous des latitudes plus méridionales, dans les parties basses, ces mêmes formations forestières, mais à une altitude supérieure, une région de fjelds comparable à celle de Scandinavie et où l'on retrouve les plantes arctiques. La limite occidentale de la région qui nous

occupe par rapport à la région précédente, est déterminée par un faisceau plus ou moins parallèle de lignes de végétation de plantes de Sibérie et de l'Europe moyenne, qui, partant du golfe d'Onéga (mer Blanche), suivent la rive orientale du lac du même nom dans la direction de Vologda.

La rive orientale du lac Onéga présente une flore différente de celle qui occupe la rive occidentale, découpée et rocheuse. Des plantes orientales arrivent jusqu'à la rivière Swir, au lac Ladoga, et atteignent même la Néva; telles sont par exemple: *Betula fruticosa*, *Atrugene alpina*, *Polemonium pulchellum*, *Rubus humulifolius*. Il y a dans cette région des arbres et des plantes vivaces qui manquent au domaine du haut Dniepr et qu'on ne retrouve plus que dans les Alpes; plusieurs d'entre eux avec des sous-espèces ou des variétés différentes; tels sont le Mélèze, l'Arolle (*Pinus Cembra*), l'Atragene. — Les forêts couvrent les trois-quarts du gouvernement de Vologda. Les forêts de Conifères alternent avec celles d'essences dicotylédones [Bouleau, Tremble (*Populus tremula*), Sorbier des oiseleurs (*Sorbus aucupariu*)]. Le Sapin s'étend sans interruption sur les bords de la Soukhona et de la Dwina jusqu'à la Petchora et, sur certains points, forme la majeure partie des forêts. (Voir *Ivanitzki*, Ueber die Flora des Gouvernements Wologda, Botan. Jahrb. f. Syst. III. 1882, p. 448).

On peut distinguer dans l'Oural 3 régions de végétation différentes; une supérieure (alpine) de caractère arctique, très analogue à celle des fjelds norvégiens; 3 espèces endémiques, appartenant aux genres *Saussurea*, *Gypsophila* et *Sedum*, s'y rencontrent avec des espèces alpines plus largement répandues, telles que l'*Anemone narcissiflora*.

La flore du Deneshkin-Kamen, par 60° 30' N., possède: *Thalictrum alpinum*, *Ranunculus nivalis*, *Matthiola nudicaulis*, *Oxyria reniformis*, *Alsine stricta*, *Cusiope hypnoides*, *Armeria arctica*, *Vuleriana capitata*, *Senecio resedafolius*; *Carex ustulata*, *C. frigida*, *C. saxatilis*, *Scirpus caespitosus*, *Eriophorum alpinum*, *Poa alpina*, *Avena subspicata*, *Juncus castaneus*, *J. triglumis*. Le caractère tout particulier du domaine alpin de l'Oural, en dehors de la faible élévation des montagnes, dont aucune n'atteint la limite des neiges persistantes, c'est l'absence de saules alpins, et le fait qu'au-dessus de la limite des forêts on trouve de vastes étendues recouvertes d'éboulis. Ce « sable doré » ne nourrit que des lichens et, entre les roches, dans les fissures et les crevasses, quelques plantes phanérogames. C'est à cet état du sol qu'il faut attribuer le petit nombre d'espèces qui croissent là en touffes clairsemées. (D'après v. Herder. Botan. Jahrb.).

La seconde région de l'Oural où le caractère principal de la chaîne apparaît le mieux, c'est la région forestière; les Conifères sont les arbres qui montent le plus haut et les espèces diffèrent suivant les sommets; elles montent jusqu'à 330<sup>m</sup> par 64° N.; sous le 68° parallèle, elles ne montent qu'à 200<sup>m</sup>; il en résulte que là la limite des arbres arrive presque à la plaine arctique.

La troisième région commence dans la partie méridionale du gouvernement de Perm; elle est peu boisée et souvent recouverte de tchernoziem.

Le *Picea excelsa* (*α obovata*) fait place au Bouleau et au Pin dans les forêts, qui ne recouvrent que de 15 à 30 % de la contrée. C'est là une flore de transition qui passe graduellement à celle des steppes, lesquelles ne se trouvent d'ailleurs que dans le Sud de la Russie et dans les ramifications méridionales de l'Oural; pour cette raison, M. Krylof désigne cette troisième région de l'Oural sous le nom de région des forêts et des steppes.

4<sup>e</sup> Région forestière de l'est et de l'ouest de la Baltique. — Elle s'étend depuis le sud de la région précédente jusqu'à la ligne de végétation méridionale du Pin, à la limite des steppes du sud de la Russie. Elle est limitée vers le sud par la ligne de végétation septentrionale du Sapin argenté (*Edeltanne*). Cette ligne traverse la Pologne, la Sibérie et la Saxe, passe au nord du Hartz qu'elle contourne, au nord des montagnes schisteuses de la région rhénane, et de là, descendant au sud-ouest vers la Bretagne, elle vient rejoindre la limite septentrionale du Châtaignier, qui forme ainsi la limite sud. Cette région comprend donc les contrées riveraines de la Baltique et de la mer du Nord, et une grande partie de la Grande-Bretagne qui, par les hauts plateaux d'Ecosse, se rattache aussi à la Scandinavie.

Les deux parties auxquelles j'ai donné le nom de Région baltique occidentale et Région baltique orientale, sont caractérisées, la première par la présence de la Pesse qui est spontanée dans les régions baltiques proprement dites, depuis les gouvernements de Wiatka et de Kostrama jusqu'à la Hollande; la seconde par la présence de nombreuses espèces atlantiques. Les côtes allemandes de la mer du Nord et le Danemarck constituent une région intermédiaire. Au sud de la Scandinavie et dans la partie russe de cette région de végétation les principaux arbres forestiers sont le Pin et le Chêne. En Prusse occidentale le Hêtre apparaît et on le retrouve sans la Pesse en Danemarck, en Hollande, en Belgique, en Angleterre, etc., et associé de nouveau aux Pesses dans le nord de l'Allemagne et dans les landes de Lunebourg. La ligne de végétation du Hêtre représente donc aussi une ligne de séparation très nette dans le district de l'est de la Baltique, qui constitue une région intermédiaire se rattachant à la fois au climat côtier et au climat continental. Les tourbières plates de l'est de la Baltique possèdent encore de nombreuses plantes d'origine arctique.

Dans le nord du district de l'est de la Baltique, le plateau de Valdaï présente, d'après les recherches de M. Gobi, le plus grand intérêt au point de vue de la géographie botanique (voir Drude, *Sitzungsbericht d. Isis*,

1882, p. 55, et *Florenkarte von Europa in Berghaus. Phys. Atlas*). Les monts Valdaï et la série de hauteurs qui s'y rattachent opposent aux espèces des prairies et des steppes russes une barrière presque infranchissable, et, sur les hauteurs où règne un climat rigoureux, on trouve des espèces du Nord et du Nord-Est (1). Le chêne ne dépasse pas l'altitude de 350 mètres; par contre, on trouve des buissons de *Salix lapponum*, les Bouleaux du Nord et le Tremble, le *Prunus Padus*, des Ericacées boréales : *Vaccinium uliginosum*, *Oxycoccus*, *Andromeda*, etc., avec *Linnæa borealis*, *Rubus chamæmorus*. Cette dernière plante est dans les provinces baltiques l'objet d'un commerce assez considérable. Ainsi le Nord de l'Allemagne constitue une région de transition entre les contrées à climat rigoureux de l'est et du nord de l'Europe et les plaines à climat plus doux situées plus près de l'Atlantique. Il ne doit donc pas être étudié isolément, mais comme une partie de cette région de végétation. La présence dans le Nord de l'Allemagne de plantes immigrées du Sud atteste bien du caractère de transition de cette contrée. (Voir sur ce point les travaux de MM. Læw, Roth et Gerndt. Gerndt, *Glüderung der deutschen Flora mit besonderer Berücksichtigung Sachsens*. Zwickau 1876, 1877.

La partie de cette région qui arrive jusqu'à l'Atlantique doit être considérée, au point de vue de la flore, comme la dernière étape dans la région baltique des plantes de la région forestière de l'Europe occidentale. Citons, parmi les végétaux caractéristiques, l'*Erica tetralix*, le *Genista anglica*, le *Myrica Gale*, l'*Ulex europæus* (p.p.). Pour la géographie botanique de l'Angleterre, on pourra se reporter aux excellents travaux de M. Watson. Les divisions territoriales que cet auteur a proposées, les cartes qu'il a publiées, l'étude systématique si complète qu'il a faite des plantes de la Grande-Bretagne nous montrent les passages des régions du Sud-Ouest à climat doux, où l'on trouve l'*Erica ciliaris*, le *Rubia peregrina*, le *Sibthorpia europæa*, aux hauts plateaux de l'Écosse, où se montrent, au-dessus de 900<sup>m</sup>, les espèces arcto-alpines. C'est la limite extrême du *Calluna*. Sur le Ben-Muich-Dhu (1,200<sup>m</sup>), croissent : *Silene acaulis*, *Carex rigida*, *Salix herbacea*, *Gnaphalium supinum*, *Luzula arcuata* et *spicata*. On y trouve également le *Saxifraga cernua* et *rivularis*. L'*Erica tetralix* monte jusqu'à 600 mètres et le Pin sylvestre, le seul représentant des Conifères, atteint presque la même altitude.

5° Dans la région des forêts d'arbres dicotylédones de l'Europe occidentale, en dehors des parties montagneuses dont il sera question plus loin (voir paragraphes 6 et 7), la flore de l'ouest de la France n'indique, parmi les conifères, que le *Juniperus communis*. Le *Castanea vesca* (châtaignier) et le *Quercus Ilex* (Chêne

(1) Depuis la publication du mémoire de M. Gobi, l'exploration de divers gouvernements de la Russie occidentale a conduit à modifier sensiblement les idées qu'on se faisait de la distribution de certaines espèces et à diminuer d'autant l'importance qu'on attribuait au plateau de Valdaï. (Trad.).

vert, à feuilles persistantes) qui habitent ces contrées, attestent de la douceur de l'hiver et d'une période végétative assez longue pour permettre à une série de types méditerranéens de s'avancer dans la flore boréale. On pourrait faire rentrer dans cette région le nord de l'Espagne jusqu'à la ligne septentrionale de végétation de l'Olivier, qui correspond à peu près à la limite méridionale du Hêtre dans cette contrée, et alors la région toute entière pourrait être appelée *nord-atlantique*.

On trouve là sporadiquement toute une série de plantes des pays plus chauds qui, peut-être, y ont pris naissance, mais qui, postérieurement à l'époque tertiaire, ont été disséminées ou refoulées dans le sud (*Dabocchia polifolia*, voir plus haut, p. 173). Un certain nombre de ces plantes se retrouve, nous l'avons déjà vu, au sud-ouest de l'Angleterre et en Irlande.

Actuellement encore certaines espèces endémiques, très intéressantes au point de vue de l'ensemble de la flore européenne, sont limitées à quelques points de cette région de végétation qui a été, de la part de M. Crié, l'objet d'un remarquable travail.

Sur certains points des côtes et dans les îles de la Bretagne on trouve quatre espèces qui ne se trouvent que là : un *Narcissus*, un *Eryngium*, un *Omphalodes*, un *Linaria*, et à l'île d'Yeu un *Matthiola*.

6° *Région de collines et de montagnes boisées de l'Europe moyenne.* — Elle commence dans l'est avec les forêts mixtes de Pesses et de Hêtres et les herbes vivaces qui les accompagnent et s'étend dans l'ouest presque jusqu'à l'Océan atlantique, c'est-à-dire que le Plateau Central français (du moins pour les altitudes inférieures à 1.000<sup>m</sup>) doit lui être rattaché. Sa limite occidentale correspond à celle du *Quercus Ilex*; au sud elle est limitée par la ligne de végétation du Tilleul argenté de Hongrie, c'est-à-dire qu'elle va jusqu'au Balaton et qu'elle comprend les parties basses de la chaîne des Alpes et tout le centre et le sud de l'Allemagne. On y peut distinguer une région de Conifères qui caractérise les parties montagneuses de l'Europe moyenne et où se trouve des formes nettement boréales et une région *alpine* supérieure. Les Pyrénées peuvent être partiellement rattachées à cette région, leur bordure inférieure appartenant toutefois plutôt à la région précédente. Vers le nord cette région s'étend jusqu'à la limite de végétation septentrionale du Sapin argenté et même au-delà jusqu'au nord du Hartz, au centre de la région baltique. Vers le sud, elle atteint la flore atlantique et la flore méditerranéenne.

néenne, dont certaines espèces (*Buxus sempervirens*, *Hypericum Coris*) peuvent monter dans les vallées chaudes.

Les forêts se composent des mêmes espèces que celles de la région de végétation baltique. Le Sapin, le Hêtre et la Pesse semblent y avoir constitué autrefois les formations les plus répandues. Le Bouleau blanc du Nord y est souvent remplacé par celui de l'Europe moyenne, qui en est très voisin. Les espèces secondaires, entre autres l'Erable sycomore (*Acer pseudoplatanus*) sont très caractéristiques. Cependant, ce qui distingue le plus cette région de celle de la Baltique, ce sont les formations de prairies, de pâturages et de rochers. Elles possèdent de nombreuses espèces à fleurs brillantes qui ne se montrent au nord que d'une façon sporadique et, en tous cas, n'y constituent jamais des formations. C'est également le cas pour les plantes frutescentes comme le *Sambucus racemosa*, le *Sambucus ebulus*, le *Lonicera xylosteum* et le *Clematis vitalba*, qui se rencontrent presque partout dans l'Europe moyenne.

La majeure partie de cette flore doit, à mon avis, avoir passé l'époque glaciaire dans cette contrée. Par contre, les types méditerranéens qui s'y mêlent doivent n'y être venus que postérieurement. On trouve donc dans les différents districts de cette région un mélange d'espèces du sud-ouest, du sud-est et du centre, dont les étapes sont reconnaissables. Toutefois un certain nombre de problèmes non résolus sont bien faits pour tenter la sagacité des géographes. Comment expliquer, par exemple, l'existence de ces stations très riches, comme Halle, dans des contrées relativement pauvres?

Comme il s'agit ici de contrées montagneuses ou de hauts plateaux, l'altitude est un facteur de première importance au point de vue du mélange des espèces dans chaque localité. C'est seulement dans les parties basses les plus chaudes que l'on trouve des espèces méditerranéennes quelques plantes thermophiles et enfin la vigne. La forêt varie beaucoup, suivant l'altitude. Après le Chêne et le Pin, ou même le Châtaignier, viennent le Hêtre et le Sapin, et seulement ensuite la Pesse, au-dessus de laquelle, dans les hautes montagnes, l'Arole et le Mélèze rappellent ce qu'on voit dans l'ouest de l'Oural. Les roches ensoleillées, les pâturages, avec les Labiées, les Centaurées et les Roses, montent beaucoup moins haut que ces formations. La flore des prairies des montagnes est très riche. Dans les marais et sur les rochers, se montrent les plantes alpines; puis, au-dessus de la limite des arbres, ce sont des Conifères rabougris,

des Salicinées ou des Ericacées (*Rhododendron*), et enfin les pâturages alpins et les formations de rochers alpines.

Nous indiquerons dans le tableau suivant les limites en altitude des principales formations dans les différentes chaînes de montagnes de la région.

*Pyrénées.* — Formations composées de plantes atlantiques à feuilles persistantes : jusqu'à 400<sup>m</sup>; les forêts d'essences feuillées, dominent jusqu'à 1,600 et 1,700; *Castanea*, jusqu'à 500 et 800; *Quercus Robur*, jusqu'à 1,600. Hêtre, de 650 à 1,600 et, par places, jusqu'à 1,850; *Abies pectinata*, jusqu'à 1,950. La forêt de Conifères domine de 1,600 à 2,200, et même 2,400; *Picea excelsa*, 1,500-2,400; région des arbres rabougris, qui fait souvent suite immédiatement aux derniers bois de Conifères, 2,200-2,400; c'est la limite supérieure du *Rhododendron ferrugineum*, du *Vaccinium Myrtilus*, de l'*Empetrum*. Formations alpines, 2,400-2,750 (limite des neiges).

*Alpes, Tessin.* — Formations de plantes à feuilles persistantes se rattachant à la région de végétation méditerranéenne : *Cistus*, *Erica arborea*, jusqu'à 300<sup>m</sup>. Forêt d'arbres feuillés, domine de 300 à 1,520 (limite du Hêtre). *Castanea*, jusqu'à 900; limite inférieure du *Larix*, 800 (en Valais, 1,100<sup>m</sup>); forêt de Conifères, domine de 1,520-2,200. *Picea excelsa*, jusqu'à 1,800 et 1,950. Formation de sous-arbrisseaux, 2,200-2,400; ce sont les limites supérieures du *Larix* et du *Pinus Cembra*. Formations alpines, 2,400-2,700; en Engadine et en Valais jusqu'à 3,000<sup>m</sup>

*Alpes algaves.* — Forêt d'arbres dicotylédones, domine jusqu'à 1,400<sup>m</sup> Chêne jusqu'à 875. Céréales jusqu'à 1,040. Limite inférieure du Mélèze, 910; du *Pinus Cembra*, 1,530<sup>m</sup>; les Hêtres isolés montent également jusque-là. Forêt de Conifères, domine de 1,400-1,750. Formations frutescentes, 1,750-2,050. *Pinus Cembra*, isolé jusqu'à 1870. Formations alpines, 2,050-2,660 (limite des neiges); Vacciniées jusqu'à 2,275; *Salix retusa* et *herbacea* jusqu'à 2,530. Herbes vivaces subnavales jusqu'à 2,660.

*Alpes de Transylvanie.* — Forêt d'arbres dicotylédones domine jusqu'à 1,300<sup>m</sup> (limite supérieure du Hêtre). Forêt de Conifères, domine jusqu'à 1,700<sup>m</sup> (limite supérieure de la Pesse). Formations frutescentes d'*Alnus incana* jusqu'à 1,800 (limite supérieure du *Pinus montana*); formations alpines, 1,800-2,500.

*Sudetès.* — Forêt d'arbres dicotylédones, domine jusqu'à 800<sup>m</sup>; Chêne jusqu'à 400; Pin sylvestre jusqu'à 600. Forêt de Conifères domine jusqu'à 1,200<sup>m</sup>; du côté sud jusqu'à 1,300. Limite supérieure de l'*Abies pectinata*, 1,000; limite inférieure du *Pinus montana*, 1,150<sup>m</sup>. Formations frutescentes jusqu'à 1,400. Formations alpines, 1,400-1,600<sup>m</sup>.

On voit par ces chiffres que les formations ne sont pas strictement limitées à un niveau déterminé; en général il est inexact de distinguer comme on le fait souvent des « régions » d'après certaines espèces, attendu que les formations seules sont

caractéristiques ; et quant à elles on voit que leurs limites altitudinales diffèrent beaucoup, non seulement d'une chaîne à une autre, mais dans les différentes parties de la même chaîne. Ainsi les forêts des montagnes de l'Europe moyenne montent jusqu'à 1,600<sup>m</sup> dans le sud de cette région, à 800<sup>m</sup> dans le nord et à 600<sup>m</sup> seulement dans le Harz.

7° *Région des Conifères et région des hautes montagnes de l'Europe moyenne.* — Nous réunissons ici les formations qui couvrent les hautes montagnes à une altitude supérieure à celle des arbres dicotylédones (en particulier du Hêtre qui manque d'ailleurs dans les Alpes centrales et en général presque partout où se trouve le Mélèze). Ce mode de division me paraît plus rationnel que celui qui consisterait à opposer l'ensemble des formations forestières aux formations alpines, car dans les formations de Conifères des hautes régions il y a un élément arcto-alpin qui apparaît au milieu de la flore spéciale à l'Europe moyenne, comme nous l'avons déjà noté à propos du *Larix* et du *Pinus Cembra*. Ici on voit sur les sols rocheux ou marécageux des formations rabougries de *Pinus montana* caractéristiques de l'Europe moyenne, des Saules sous la forme de petits sous-arbrisseaux, des *Rhododendron* (*Rh. ferrugineum*, *Rh. hirsutum*), le *Loiseleuria procumbens*, une Ericacée circumpolaire dont les rameaux étalés s'appliquent étroitement sur le sol. Des Primevères, des Gentianes, des Renoncules et des Saxifragées embellissent les prairies, les pâturages et les rochers.

Les groupes les plus caractéristiques appartiennent à la « flore nivale » de la Suisse, qui compte 338 espèces à une altitude supérieure à 2,600<sup>m</sup> et dans la région des neiges, et parmi lesquelles 150 se retrouvent dans le haut nord. (Voir Oswald Heer, *Ueber die nivale Flora der Schweiz* Denkschriften. d. schweizer. Gesellsch. f. d. ges. Naturwiss. XXIX). La famille la plus riche en espèces est celle des Composées (58 espèces) ; puis viennent les Graminées (25 espèces), les Crucifères (22), les Saxifragées (21), les Légumineuses (19), les Cypéracées (19), les Alsiniées (18), les Primulacées (18), les Rosacées (17) et les Scrophularinées (16). On trouve, en outre, des Renonculacées, des Gentianées, des Campanulacées, des Joncacées, des Crassulacées, des Silénées, etc. — Pour les espèces très répandues et qui se montrent en même temps dans le haut nord, il semble impossible de décider si elles proviennent des montagnes ou bien des régions arctiques.

Un fait certain, c'est que la flore arctique et la flore alpine ont des origines différentes, que leur mélange tient à des causes extrinsèques et qu'elles ont, l'une et l'autre, gardé leurs principaux caractères. Nous en

pouvons juger, d'une part, à la présence dans le Hartz et dans les Sudètes d'espèces *circumpolaires* qui n'ont point atteint les Alpes, et, d'autre part, à l'existence d'un nombre assez considérable d'espèces endémiques *alpines*, parmi lesquelles 200 se trouvent dans la chaîne même des Alpes. — Les Pyrénées, les Carpathes et les Balkans possèdent également un grand nombre de formes endémiques d'origine *alpine*, comme les précédentes, et que, pour cette raison, je rattache à cette région de végétation.

8° *Région forestière de l'ouest du Pont.* — Elle fait directement suite au sud-est à la région précédente. Elle s'étend d'une part jusqu'aux Alpes orientales près de Vienne et jusqu'au versant intérieur des Carpathes, par conséquent jusqu'au bas Danube et à la limite des steppes pontiques, à l'est ; d'autre part jusqu'à la flore méditerranéenne orientale, au sud. Les deux domaines adjacents lui envoient un nombre notable d'espèces. Elle est surtout caractérisée par un certain nombre d'arbres ; le Tilleul argenté, les *Quercus Cerris* et *pubescens*, plus rarement le Châtaignier ; beaucoup de Conifères, le *Picea Omorica* en Serbie, le *Pinus Peuce*, le *Pinus nigra* et le *P. leucodermis*, formes endémiques qui montent en Bosnie jusqu'à la limite des arbres où ils remplacent le *Pinus silvestris* rare dans la contrée. L'*Ostrya carpinifolia*, le *Rhus cotinus*, le *Syringa*, l'*Acer tataricum* sont fréquents. Des herbes vivaces comme le *Telekia speciosa*, des *Waldsteinia*, *Glycyrrhiza*, etc., constituent des formations spéciales ou des formations secondaires caractéristiques. Beaucoup de ces espèces sont endémiques.

On est loin de connaître exactement toutes les plantes de ces riches contrées, qui doivent être très nombreuses si l'on en juge par les résultats des récentes explorations de la Bosnie et de la Bulgarie. Sur la Bulgarie, on en sait assez pour avancer que, malgré la présence de nombreuses espèces venues de la région du Pont et qui vont jusque dans les poustes de la Hongrie, où elles constituent des formations spéciales, le caractère dominant de ce pays est bien celui de l'Europe moyenne et non celui des steppes pontiques. Sur 1,560 espèces, la grande moitié (830) se trouve dans la région de collines et de montagnes du centre et du sud-est de l'Allemagne. Sur 316 espèces alpines, 150 se trouvent également dans la région précédente, et, si l'on y ajoute les 447 espèces qui se rencontrent dans cette région et dans les Carpathes, on voit que cet ensemble constitue le trait d'union entre les formations supérieures des montagnes et le domaine qui nous occupe.

## 3. Steppes pontiques et Caucase.

Bibliographie : *Pokorny*, Vegetationsformen des ungarischen Tieflandes, in *Bonplandia* VIII, 151, 182, 192. *Ruprecht*, Geobotanische Untersuchungen üb. d. Tschornosjom, 1863; Ueber den Ursprung d. Tschornosjom, 1864 (Mémoire de l'Acad. d. Sc. de St-Pétersbourg). *Veeseumeyer*, Ueber die Vegetationsverhältnisse an der mittleren Wolga; *Claus*, Lokalfloren der Wolgagedenden : Beiträge zur Pflanzenkunde des russ. Reiches, Heft IX, p. 40—116 et VIII, 1831). *Bataline*, Aperçu des travaux russes sur la Géogr. d. pl. de 1873/80 (3<sup>e</sup> Congrès international de Géogr., St. Petersburg 1881). *Korschinsky*, Ueber die nördl. Grenze des Steppengebietes in d. östl. Landstrichen Russlands; Kasan 1886. *Schmalhausen*, Flora vom südwestl. Russland, Kiew 1886. *Koschewnikoff*, Beiträge zur Flora des Tambowschen Gub.; Bulletin de la Société Imp. d. Natur. de Moscou 1876, p. 238. *Litwinoff*, Abriss der Pflanzenformationen in dem südöstl. Steppenteil des Gub. Tamhow; St. Petersburg 1887; *Krassnoff*, Geobotanische Untersuchungen in den Kalmückensteppen, in K. Russ. Geogr. Ges. XXII, (voir Engler, Botan. Jahrb. Syst. X, Litt. p. 53 et suivantes). *Lindemann*, Flora Chersonnensis, Odessa 1881. *Schell*, Materialien zur Pflanzengeogr. d. Gub. Ufa und Orenburg, Kasan 1881—83. — *Rehmann*, Vegetationsf. d. Taurischen Halbinsel, in Verh. der K. K. zoolog. botan. Gesellsch. Wien 1876. Pour la Crimée : *Gustav Radde*, Versuch einer Pflanzen-Physiognomik Tauriens, in Bull. de la Soc. Imp. des Naturalistes de Moscou; *V. Aggeenko*, Formations végétales de la presqu'île de Tauride (en russe), in Bull. de la Société des Naturalistes de St-Pétersbourg, 1887; *id.* Flore de Crimée, t. I. Esquisse de la péninsule Taurique, au point de vue de la Géographie botanique (en russe), 1890. — *Akinfiow*, Observations phénologiques, faites sur les plantes des environs d'Ekaterinoslaw, Scripta botanica St-Petersbourg, 1890.

*Smirnof*, Verzeichnis der Pflanzen des Kaukasus, Tiflis 1880 et suiv. (inachevé). *Radde*, Reisen in Kaukasien, etc., in Geogr. Mitteilungen 1867, p. 12—92, 1876, p. 139, 1878, p. 248 et 1884, p. 413 (*Dinnik*); Aus den Dagestanischen Hochalpen, Geogr. Mitteilgn., Ergänzungsheft No. 85, 1887. *Köppen*, Geogr. Verbreitung d. Holzgewächse Russl. u. d. Kaukasus, 1887/89. *Medwedew*, Bäume und Sträucher des Kaukasus, 1883. *Kouznetzoff*, Études de Géographie botanique sur le versant septentrional du Caucase (en russe), Bulletin de la Société russe de Géographie, tome XXVI, 1890, résumé (allemand), in Übersicht d. Leistungen auf dem Gebiet der Botanik in Russland während d. Jahres 1890, p. 134; *id.* Voyage au Caucase (en russe) (Bulletin de la Société russe de Géographie), résumé allemand, même recueil que précédemment; *id.* Les éléments de la flore méditerranéenne dans l'ouest de la région transcaucasienne (en russe, avec un résumé allemand). Mémoires de la Société russe de Géographie, t. XXIII. *A. Krassnoff*, La flore des montagnes de Swanetie et les particularités de répartition des plantes de cette région qui dépendent à la fois des conditions biologiques actuelles et des influences de l'époque tertiaire (en russe), Bull. de la Société russe de Géographie, t. V.

Ainsi qu'on peut le voir sur notre grande carte des zones géothermiques de Köppen et aussi sur la petite carte p. 334, c'est en Europe que nous trouvons, pour la première fois en venant du Nord, un domaine où l'été soit très chaud, et ce domaine se rattache à la troisième division de la seconde zone de végétation (voir p. 79); autrement il nous faut aller jusqu'au domaine méditerranéen pour trouver des conditions comparables. Je rattacherai, en effet, pour les raisons que j'ai fait valoir dans mon mémoire sur les *Régions florales* (p. 51), les steppes danubiennes, jusqu'à Vienne, aux steppes de la Russie méridionale. Sans doute, les premières contiennent un plus grand nombre d'espèces de l'Europe moyenne et d'autre part les espèces caractéristiques du sud-est qui forment le trait d'union du domaine européen et du domaine aralo-caspien y sont rares, ou même (comme le *Carragana frutescens*) y font totalement défaut. Mais, par contre, l'inégalité de répartition des précipitations atmosphériques, les étés torrides et les hivers très froids, — conditions incompatibles avec le maintien de la forêt et qui ne laissent le champ libre qu'aux formations de *steppes à graminées dépourvues d'arbres*, — caractérisent aussi bien la région de végétation de la Russie méridionale que la *Région pontique*. La carte florale de l'Autriche, publiée par M. Kerner, montre très bien la limite occidentale de cette région en Hongrie près de la Theiss. Quelle que soit la rigueur de l'hiver, on voit que la partie principale de cette région jouit de 3-4 mois de température moyenne supérieure à 0°. La direction de l'isotherme de 10° C. pour janvier, marqué sur notre petite carte, permet également de juger du climat de cette contrée. Cette ligne coupe, près du coude de la Volga à Sarepta, l'isotherme de juillet de 24° C. et atteint la limite de température de 20° C. près de la limite sud-est de végétation de la Pessc. Par la durée de la « période chaude » cette région, comme on pouvait s'y attendre, correspond à celle de l'Allemagne, la température s'y maintenant pendant 5-6 mois au dessus de 10° C.

Au sud de ces étendues de steppes et de collines s'élève le massif du Caucase qui dépasse 5,600 mètres, et que je rattache à la région des steppes précédentes, mais qui a sa région spéciale de forêts et de hautes montagnes. En effet, sur le versant nord de cette chaîne, on retrouve la flore des steppes du nord de la région du Pout qui monte jusqu'à la limite inférieure de la zone des forêts, tandis que le versant sud s'abaisse vers les steppes d'Arménie et du Kourdistan. De nombreuses plantes ligneuses et herbes euro-

péennes, le Hêtre, le Taxus, etc., accusent l'affinité de ces montagnes avec l'Occident, pendant que d'autres plantes appartiennent à la flore des steppes par ce fait qu'elles dérivent directement de l'ancienne flore arcto-tertiaire de la Méditerranée et de l'Orient établie entre le Thibet et l'Atlas.

Sur le versant nord de cette chaîne croissent les *Rhododendron ponticum*, *Rh. caucasicum* et *Rh. flavum* (*Azalea*); toutes espèces à grandes fleurs et dont la première compte des parents très proches dans la Péninsule ibérique. On surprend en outre des rapports avec les chaînes de montagnes de l'Asie occidentale qui se rattachent à la région florale de l'Orient par la présence du *Juniperus excelsa* et du *J. foetidissima* très voisins l'un de l'autre, et qui appartiennent aussi bien à la Crimée qu'à la partie du Caucase située au sud de la ligne de faite, en dehors de la station indiquée par Koch dans la vallée du Térék (D'après Köppen, loc. cit., II, 421; voir aussi Grisebach, V. d. g. I, 448). — Plusieurs plantes employées comme légumes (*Brassica*, *Cochlearia*, *Armoracia*) et des plantes bulbeuses sont originaires des steppes de l'Orient.

1° En dehors des stations isolées où croissent des Pins, et des contrées situées plus à l'ouest et où l'on trouve le Chêne et le Charme, la région de végétation pontique ne possède pas d'arbres forestiers de l'Europe moyenne. Déjà, en Hongrie, les forêts ne se montrent pas sur les bords de la grande plaine hongroise, près des montagnes et sur les rives du Danube. La plaine hongroise elle-même est couverte de steppes qui en occupent la plus grande partie, et de marais.

Les terrains sablonneux sont occupés par des steppes à graminées et des formations de sables mouvants; les premières caractérisées surtout par le *Stipa pennata*, le *Pollinia* (*Andropogon*) *gryllus* et le *Poa bulbosa*. Le *Stipa pennata* pénètre jusque dans les montagnes du Kyffhäuser au cœur de l'Allemagne, où il croît sur des terrains gypseux très secs, sans cependant arriver dans cette région à constituer des formations. Les steppes salées nourrissent comme herbes vivaces des Armoises d'un gris cendré associées à de nombreuses Salsolacées. On y trouve également des places où le sol, couvert d'une efflorescence saline, est dépourvu de végétation. Des pâturages non fauchables et des prairies rappelant celles de l'Occident recouvrent le sol de terre noire. Les roselières, les marécages, etc., sont remplies par les espèces habituelles de l'Europe moyenne, les plantes aquatiques trouvant également aux abords des steppes leurs conditions normales d'existence.

Dans le sud de la Russie la « terre noire » (*tchernoizem*) joue au point de vue floristique et cultural un rôle important qui n'a

pas encore été bien défini. Grisebach a déjà dit (V d. G. tome I, p. 573) ce qu'était cette terre noire, humus très fertile qui recouvre les steppes actuelles dans les parties correspondantes aux bords du lit d'une ancienne mer diluvienne (1). Cet humus, source de la haute valeur territoriale de l'Ukraine, où le seigle est cultivé sans jamais réclamer d'engrais, a souvent une puissance de 3 à 5 mètres et par conséquent ne peut pas venir de la végétation actuelle. Ce n'est donc pas seulement la nature du sol qui peut servir à déterminer des lignes de végétation, mais l'action combinée du sol et du climat. Quoi qu'il en soit le fait même de l'établissement de la végétation dans cette terre très sèche a dû exiger à l'origine des conditions particulières.

Pour la question de l'influence climatérique du vent, voir Grisebach, *Abhandl.*, p. 514.

D'après le résumé très clair présenté par M. Batalin des récents travaux des naturalistes russes sur la limite de la terre noire du côté de la zone septentrionale des forêts, les formations changeraient avec la nature du sol.

Ainsi dans le gouvernement de Toula, dont la majeure partie, celle du sud-est, est formée de steppes de tchernoizem, tandis que la partie nord-ouest plus restreinte en est dépourvue, cette dernière est couverte de forêts de *Pinus silvestris*, avec les formations caractéristiques de l'Europe moyenne, et plus fréquemment encore, de forêts d'arbres dicotylédones (*Quercus*, *Betula*, *Populus tremula*). Cette différence entre la terre noire et la terre ordinaire est encore plus accusée dans les plaines à graminées. Sur le sol ordinaire on trouve la flore baltique de l'Europe moyenne; sur la terre noire des espèces toutes particulières qui ne se rencontrent que là, ou bien parfois sur des terrains calcaires; parmi ces espèces citons : *Adonis vernalis*, *Linum flavum*, *Adenophora liliifolia*, *Salvia verticillata*, *Thymus Marschallianus*, *Nepeta nuda*, *Phlomis tuberosa*, *Cirsium pannonicum* et *canum*, *Aster Amellus*, *Scabiosa ochroleuca*, *Asperula tinctoria*, *Falcaria Rivini*, *Potentilla alba*, *Anthriscum ramosum*. Mais lorsque, et c'est le cas dans le sud du même gouvernement, le sol est recouvert d'une couche épaisse de terre noire, nous voyons apparaître, en outre, les plantes caractéristiques : *Dianthus capitatus*, *Gypsophila altissima*, *Lychnis chalconica*, *Scorzonera purpurea* et *taurica*, *Centaurea ruthenica*, *Echium rubrum*, *Amygdalus nana*, *Astragalus austriacus*; *Stipa pennata* et *capillata*, *Iris furcata*, *Fritillaria Meleagris*, etc. Ce sont là les formes principales, mais il en faudrait nommer bien d'autres pour caractériser la région. L'aire du *Carra-*

(1) Cette opinion, qui était celle de Ruprecht, ne peut plus être soutenue aujourd'hui. (Voir Prianishnikow, mém. cité plus haut).

*gana frutescens*, qui s'étend du sud de l'Oural jusqu'au Pruth au N. d'Odessa, est particulièrement intéressante.

Ainsi le caractère de la région, c'est « la steppe verdoyante, doucement ondulée et émaillée de fleurs », bien différente des steppes salées de la région Caspienne. Suivant la distance à laquelle pénètrent les bouquets d'arbres [*Pinus silvestris*] (voir dans le livre de Köppen, carte IV, la ligne de végétation hypothétique que cet arbre aurait eue autrefois) on y peut distinguer trois zones : une externe, où la steppe commence à s'annoncer (*Vorsteppe*), une zone de passage et une zone intérieure, la steppe à graminées proprement dite. Celle-ci est reconnaissable à ses gazons épais et soyeux, principalement constitués par les panaches d'un blanc d'argent du *Stipa pennata* et du *S. capillata*, que le vent balance comme les épis d'un champ de blé.

Là des Aulnes rabougris, des Bouleaux, des Tilleuls et des Chênes malin-gres dressent au fond des gorges leurs misérables buissons qui, rarement, sur les rives basses des cours d'eau, font place à de petits bosquets. Ce sont des plantes frutescentes : *Carragana frutescens*, *Cytisus biflorus*, *Amygdalus nana*, *Prunus chamaecerasus*, *Spiraea crenata*, etc., qui font le charme des collines. Les Conifères et les Ericacées manquent complètement. » (Sergief au nord du gouvernement de Samara ; d'après Claus). — Le caractère phénologique de cette flore a été souvent relaté, et l'on sait combien rapidement les espèces succèdent les unes aux autres dans les plaines à graminées. Au début du printemps, c'est-à-dire à la fin d'avril, les Tulipes et les Fritillaires, les Iris, les Adonis et les Pulsatilles sont les premiers à s'épanouir ; à la mi-mai, ils sont remplacés par les Crucifères (*Alyssum*) et Labiées (*Salvia*, *Dracocephalum*), puis au commencement de juin, ce sont des Légumineuses, des Silénées, de nouvelles Labiées et Boraginées. Bientôt le vert de la steppe commence à pâlir et, vers le mois de juillet, paraissent des Ombellifères (*Libanotis montana*, *Peucedanum alsaticum*) et la Filipendule. Au milieu de juillet, les Composées (*Centaurea*, *Serratula*) annoncent que l'automne approche, et déjà la steppe a jauni.

Pour les formations de Crimée, voir Reimann (l. c.).

2° *Région des forêts et des hautes montagnes du Caucase.* — Dans cette région les formations d'arbres dicotylédones, celles de Conifères et les formations alpines paraissent moins nettement séparées que dans les montagnes de l'Europe moyenne. La forêt qui fait suite à la steppe sur le bas des pentes des montagnes est constituée surtout par des espèces de contrées plus chaudes. Plus haut vient une région où l'on trouve différentes sortes de Conifères et enfin tout en haut les Conifères des régions boréales. Les Graminées des prairies sont pour la plupart des espèces de l'Europe moyenne.

Limites supérieures de quelques espèces sur le flanc sud du Caucase en Mingrèlie : *Laurus* et *Cistus salvifolius*, jusqu'à 200<sup>m</sup> ; *Rhus cotinus* dans

la vallée de Rion, jusqu'à 625<sup>m</sup>; vigne cultivée, jusqu'à 975<sup>m</sup>; *Castanea vesca*, jusqu'à 1,400<sup>m</sup>; *Prunus laurocerasus*, jusqu'à 1,430<sup>m</sup>; *Juglans regia* sauvage et cultivé, jusqu'à 1,413<sup>m</sup>; seigle et orge, de 1,500 à 1,830<sup>m</sup>. — Limite inférieure du Bouleau, 1,060<sup>m</sup>; limite supérieure dans la région des buissons, 2,450<sup>m</sup>; *Carpinus* et *Fraxinus*, 1,830<sup>m</sup>; *Acer pseudoplatanus*, 1,900<sup>m</sup>; *Fagus sylvatica*, environ 2,000<sup>m</sup>; *Picea orientalis* et *Abies Nordmanniana*, 2,100<sup>m</sup>. — Puis viennent des buissons et des herbes vivaces: *Rhododendron caucasicum* et *Cotoneaster nummularia*, 2,400-2,758<sup>m</sup>; herbages alpins, 2,750-3,650<sup>m</sup> (limite des neiges). Sur le versant nord de l'Elbrouz, le *Picea orientalis* et l'*Abies Nordmanniana*, qui, dans la partie occidentale de la chaîne, semblent marquer la limite des arbres, ne montent que jusqu'à 1,800. — La carte de Köppen (l. c.) représente, comme il suit, la répartition du *Picea orientalis*: sa limite part de Golowinsk sur la mer Noire, traverse l'axe de la chaîne vers le nord et se prolonge ensuite parallèlement à cet axe, jusqu'au milieu de la chaîne pour se diriger ensuite à travers Tiflis et Kars, jusqu'à la mer Noire; la Pesse manque donc à toute la partie orientale du Caucase. Grisebach (V. d. G., t. I, p. 661) a fait ressortir ce que cette végétation présente de remarquable, étant donnés les rapports de parenté de cette espèce avec la Pesse du Thianschan. Les forêts de la chaîne orientale qui se dirige vers la Caspienne sont moins étendues et les arbres qui les constituent moins variés que dans la chaîne occidentale qui court le long de la mer Noire (chaîne côtière du Pont). Elles se rattachent à celles des montagnes du nord de l'Asie mineure, qui n'ont plus du tout le cachet méditerranéen. La répartition de l'*Abies Nordmanniana*, presque exclusivement localisé au Caucase et qui est bien connu dans les cultures de l'Europe moyenne, est analogue à celle du *Picea orientalis*. Ce sapin constitue souvent des forêts étendues dans le district de la mer Noire en Abchasie et en Iméritie. Son domaine principal se trouve entre 1,370 et 1,980 (Köppen). — Le Platane d'Orient (*P. orientalis*) est peu caractéristique dans le Caucase, car il ne se trouve à l'état naturel que dans le Talysch; partout ailleurs, il est cultivé. Il en est de même pour le *Pterocarya caucasica* (*P. fraxinifolia*), qui croît dans certaines parties de l'ouest du Transcaucase, où se trouve la limite N. de son aire. Celle-ci s'étend principalement sur le nord de la Perse. Le Châtaignier sauvage est également limité au domaine occidental du Transcaucase, où il se rencontre avec le *Fagus* et le *Carpinus*, de sorte qu'il n'y a que le versant sud de la chaîne qui possède une végétation forestière de cachet méditerranéen-oriental, sans avoir conservé de représentants de l'ancienne flore arcto-tertiaire. (V Grisebach, Abhandl., p. 352.

L'un des Rosages du Caucase (*Rhododendron ponticum*) appartient aux régions du Caucase et de l'Asie-Mineure; il est très répandu dans le bassin du Rion et dans celui de la Koura, de 300 à 1,700 mètres d'altitude. On a découvert deux espèces très voisines au sud du Rion, près de Batoum. Le *Rhododendron caucasicum* est une espèce endémique de 1 à 1 mètre 1/2 de haut, croissant à des altitudes variant entre 1,800 et 3,000 mètres: « Il apparaît là où le Bouleau n'existe plus à l'état d'arbre. Ses grandes feuilles persistantes et ses riches bouquets de fleurs n'ont pas leurs pareils à ces altitudes. Ils sont si nombreux dans la vallée du Térék, où le bois est

rare, que les Teherkesses l'utilisent comme combustible ». (Rehmann, d'après Köppen). La dernière espèce (*Rh.* [Azalea] *flavum*) a une aire disjointe, car elle croît en Volhynie d'une part, au Caucase et en Asie-Mineure d'autre part; sur les deux versants de la chaîne, elle se montre depuis le pied jusqu'à environ 2,000 mètres.

Les formations alpines ont été admirablement décrites par Radde et par Dinnik dans la région de l'Ossétie supérieure. Des genres alpins très connus : *Draba*, *Campanula*, *Gentiana*, etc., sont représentés par diverses formes en partie endémiques, en partie boréales et arctiques. M. Engler cite, par exemple, trois espèces de Saxifrages endémiques. L'une, *Saxifraga laevis*, qui est rare en général, recouvre en compagnie des *Draba scabra* et *Dr. imbricata*, les éboulis du col de Rion, où on la trouve, par milliers (?), sur un espace de 2 à 3 pieds carrés.

#### 4. Flore atlantique, région méditerranéenne et Orient.

Bibliographie : I. *Webb et Berthelot*, Histoire naturelle des Iles Canaries, 3 vol. 1836/50 avec planches. *Drouet*, Catalogue de la Flore des Iles Açores, 1866. *Godman*, Natural history of the Azores, 1870. *Christ*, Vegetation und Flora der Canarischen Inseln, in Bot. Jahrb. Syst., VI, 458 et IX, 86; Eine Frühlingfahrt nach den Canarischen Inseln, 1886. *Cosson*, Catalogue d. plantes de Madère, etc., in Bull. Soc. botan. de France, 1868. *Bolle*, Botanische Rückblicke auf die Inseln Lanzarote und Fuerteventura, (Botan. Jahrb. f. Syst. XVI. 224). *Ibid.* Florula insularum olimi Purpurarium etc. (Botan. Jahrb. f. Syst. XIV. 230). *Christ*, Euphobia Berthelotis. (Botan. Jahrb. f. Syst. XIII. 10).

II. *Willkomm*, Ueber d. atlantische Flora, ihre Zusammensetzung und Begrenzung; Lotos 1884 (voir *G. J.*, XI, 121). *Cosson*, Compendium Florae atlanticae (Flore des États barbaresques Algérie, Tunisie et Maroc) 1881 et suivantes, en publication. *Hooker et Ball*, Marocco and the Great Atlas, London 1879; Spicilegium Florae Maroccanae in Journal Linn. Soc. London 1878, p. 96-97 (*G. J.*, VIII, 247). *Cosson*, Règne végétal en Algérie, 1879; Exploration scientifique de la Tunisie : Note sur la Flore de la Kroumirie centrale expl. 1883, Paris 1886; Forêts, bois et broussailles du Nord de la Tunisie, 1884 (*G. J.*, XI, 123); Considérations générales sur la distribution en Tunisie, etc., Comptes rendus 1884 (*G. J.*, XI, 122). *Battandier et Trabut*, Flore d'Algérie et Atlas de la Flore d'Alger (*G. J.*, XIII, 330). *Tchihatcheff*, Espagne, Algérie et Tunisie, Paris 1880. *Boissier*, Voyage botan. dans le midi de l'Espagne, Paris 1839/45 (avec Atlas). *Matthieu*, Les forêts de la province d'Oran, Alger 1889. *Doumet Adanson*, Rapport sur une mission botanique en 1884 dans la région Saharienne, Paris 1883. *Bonnet et Maury*, D'Ain-Sefra à Djenieg-Bouresg, voyage botanique dans le Sud-Oranais (Journal de botanique 1888); Géographie botanique de la Tunisie (Journal de botanique IX, 1895). *E. de Bergevin*, Liste de quelques plantes récoltées en Algérie, Rouen 1894. *Battandier et Trabut*, Les hauts plateaux oranais, Alger 1891.

**III.** *Willkomm* et *Lange*, Prodomus florae Hispanicae (ce n'est qu'une flore systématique). *Willkomm*, Vegetationskizzen aus Spanien, Botan. Zeitg. 1851 ; die Strand- und Steppengebiete der iberischen Halbinsel, 1852 (avec carte de végétation) ; Spanien und die Balearen, Berlin 1876 ; Index plantarum in insulis Balearibus, Linnaea 1876 ; Illustrationes Florae hispanicae, Stuttgart. *L. Salvador*, Die Balearen. *Burnat* et *Barbey*, Voy. botan. dans les îles Baléares, etc., 1882 ; *Colmeiro*, Resumen de los datos concern. à la vegetat. spontan. de la Peninsula hispano-lusitana, Madrid 1890. *Fuchs*, Abhängigkeit der Mediterranflora von der Bodenunterlage, K. Akad. zu Wien 1877 (*G. J.*, VII, 197). *Durand* et *Flahault*, Les limites de la région méditerranéenne en France, Bulletin Soc. botan. de France, T. 33. *Loret* et *Barrandon*, Flore de Montpellier, analyse descriptive des plantes de l'Hérault. *Flahault*, La distribution des végétaux dans un coin du Languedoc, Montpellier 1893. *Sahut*, Comparaison des climats du Midi et du Sud-Ouest de la France, Montpellier 1889. *Forsyth-Major*, Die Tyrrhenis, Kosmos 1883, VII (*G. J.*, X, 177 — 179). *Parlatore*, Etudes sur la géogr. botan. de l'Italie, 1878 ; Flora italiana 1850 et suivantes (flore systématique en cours de publication). *Caruel*, Statistica botanica della Toscana, 1871. *Barbey*, Florae Sardoae Compendium, 1883 (*G. J.*, XI, 123). *L. Paolucci*, Flora Marchigiavina, Pesaro 1891. *Fischer*, Beitr. z. Géogr. d. Mittelmeerländer, vorz. Siciliens 1877 ; Lopocono, Flora sicula, Palermo 1889. *Franke*, Ausflug auf dem Aetna, Abh. d. naturf. Ges. Görlitz, T. 18, 1884. *Tornabene*, Flora Aetnae, Catane 1889-90. *Le Grand*, Contribution à la flore de la Corse. Bull. Soc. Bot. France. Tome XXXVII. 1890. *Fliche*, Notes sur la flore de Corse. Bull. Soc. Bot. France. Tome XXXVI. 1889. *Marchesetti*, Botan. Wanderungen in Italien, Verh. d. K. K. zoolog.-botan. Ges. in Wien, T. 25, p. 602.

**IV** *Visiani*, Flora dalmatica, avec Supplém. 1842—81 (travail de systématique, avec planches). *Freyr*, Flora von Süd-Istrien, Verh. der K. K. zoolog.-botan. Ges. Wien, T. 27 (1877), (*G. J.*, VII, 198). *Heldreich*, Die Nutzpflanzen Griechenlands, 1862 ; Bericht über die Ergebnisse einer Bereisung Thessaliens, Sitzungsber. d. K. Preuss. Akad. Berlin, 1883. *Boissier*, Flora orientalis, sive enumeratio plantarum in Oriente a Graecia et Aegypto ad Indiae fines obs. 1867—1884 (ouvrage de premier ordre ; pour un résumé voir *Drude* in *Isis*, 1886, Abh. 5). *Barbey*, Lydie, Lycie, Carie ; études botaniques, Genève 1890. *Degen*, Flore de Samothrace, (Oester. botan. Zeitschr. 1891. *Grisebach*, Reise durch Rumelien und nach Brussa 1839, Göttingen 1841 ; avec la flore : Spicilegium Florae Rumel. et Bittynicae, 1843. *Ascherson*, Flora der Cyrenaika, in *Rohlf's Kufra*, 1881. *Tchihatcheff*, Flore de l'Asie mineure, de l'Arménie et des îles de l'Archipel Grec, 1860—62 (avec Atlas). *Schweiger-Lerchenfeld*, Kulturkarte von Kleinasien in Mittl. d. K. geogr. Ges. in Wien, 1878. *Unger* et *Kotschy*, Die Insel Cypern, 1865. *Sintenis*, Cypern und seine Flora in Oesterr. botan. Zeitschrift 1882. *Kotschy*, Reise in den cilicischen Taurus, 1839 ; Sommerflora des Antilibanon ; der Libanon u. s. Alpenflora, Vienne 1864 ; Südpalästina im Kleid d. Frühlingsflora, Vienne 1861. *Koch*, Beitr. z. Flora des Orients, Linnaea, T. 21. *Tristram*, Fauna and Flora of Palaestine, 1882. *Klinggräff*, Palästina u. s. Vegetation, Oesterr. botan. Zeitschr. 1880.

V *Wagner*, Reise nach d. Ararat u. d. Hochlande Armenien, 1848. *Kotschy*, Der westl. Elburs bei Teheran in Nordpersien, Geograph. Ges. Vienne 1861. *Buhse et Boissier*, Aufzählung der auf e. Reise durch Transkaukasien u. Persien ges. Pflanzen, 1860. *Radde*, Reisen in Armenien, Talysch, Ararat, Bingöl-dagh, etc. : Geogr. Mittlgn. 1868 p. 35, 1872 p. 206, 1875 p. 36, 1877 p. 411, 1881 p. 47 ; Reisen an der persisch-russischen Grenze, 1886 ; avec le mémoire suivant : Die Fauna u. Flora d. südwestl. kasp. Gebietes, Leipzig 1886. *Stapf*, Beiträge zur Flora von Lycien, Carien, Mesopotamien (Luschan 1881/83) ; Botan. Ergebnisse der Polakischen Expedition nach Persien 1882, Vienne 1885—86 ; Stachelpflanzen d. iranischen Steppen, K. zool. bot. Ges. Vienne ; Der Landschaftscharakter der persischen Wüsten und Steppen, in Oesterr.-Ungar. Revue 1888. *Cerniks*, Expedition von Syrien nach Bagdad, Geogr. Mittlgn. Ergänzungsheft 44 (1875). *Aitchison*, Vegetation of the Kuram valley, Afghanistan, in Journ. Linn. Soc. London 1880-82. *Sommier*, Cenzo sui risultati botanici di un viaggio nel Caucaso (Bull. Soc. botan. italiana 1892). *Radde*, Karabagh, Bericht einer im russischen Karabagh von Dr Radde u. Dr Valentin ausgeführt Reise. Geogr. Mittheil. 1890 (Ergänzbd). *Aitchison*, The Botany of the Afghan Delimitation commission (Transactions of the Linnean Society, Serie II. Botany vol. III). Londres 1888, 48 planches et 2 cartes. (Analysé par M. Franchet in Revue générale de Botanique 1889.

L'ensemble des contrées que nous réunissons sous ce titre en raison des points de ressemblance qu'elles présentent comprend les Açores et les Canaries, la partie du sud de l'Europe riveraine de l'Océan atlantique et le nord-ouest de l'Afrique jusqu'au versant sud de l'Atlas, les îles et presqu'îles de la Méditerranée, avec la Tunisie et la Cyrénaïque, le bassin inférieur du Rhône, en France ; vers l'est l'Asie mineure, la Perse, jusqu'aux montagnes limitrophes du Bélouchistan et des Indes. Elle s'étend d'autre part jusqu'au versant nord du Caucase, jusqu'aux montagnes situées entre la Perse et le Turkestan, et vers le nord-est, jusqu'à l'Elbourz, le Gulistan, le Kouhi-Baba et l'Indou-Koussch. Sur cette immense étendue à laquelle se rattachent des côtes de mer très différentes, on voit alterner des pays couverts de montagnes et de collines, de hauts plateaux et de hautes chaînes. Ce sont ces hautes chaînes qui délimitent, à l'intérieur, des districts floraux dont quelques-uns présentent des affinités avec ceux de l'Europe moyenne.

En Orient, certains domaines intérieurs ont des affinités avec les steppes ordinaires ou les steppes salées, ce qui fait que l'une des contrées subtropicales les plus chaudes se trouve rapprochée, au point de vue de la flore, des climats maritimes, dans les régions subtropicales de l'Europe et du nord de l'Afrique.

Le climat est très bien caractérisé par l'isotherme annuel de

17° C. qui traverse cet ensemble de contrées, et par ce fait que d'après les travaux de M. Supan sur le climat d'Europe, la période chaude dure presque partout de 8 à 10 mois et la saison très chaude de 3 à 5 mois. Le froid n'est vraiment persistant que dans les pays de montagnes. En effet, comme l'indique notre carte, l'isotherme de 10° du mois le plus froid passe à travers la partie méridionale de cette région. On peut y distinguer trois districts très différents de tous les autres; d'abord les îles et les côtes de l'Atlantique qui sont caractérisées par un climat bien plus uniforme que celui des domaines continentaux de l'est. Les Açores, par exemple, se trouvent dans la classification de M. Köppen rattachées à la « zone constamment tempérée ». Par contre le haut plateau arménien entre Erzeroum et Erivan constitue une enclave où le froid, assez vif, dure de 3 à 5 mois, et, tel que sur l'ensemble de l'année, il n'y a qu'un mois, à peine où la moyenne de température dépasse 20° C. Nous avons donc ici un climat très analogue comme marche de la température à celui de Sarepta sur la Volga.

Le troisième district dont nous voulons parler est celui qui s'étend en Orient depuis Damas jusqu'à la limite occidentale des Indes. Il se trouve en grande partie correspondre à l'isothère de 30° C., et en outre, comme notre carte l'indique, la ration annuelle d'eau n'y atteint pas 20 centimètres.

La particularité la plus remarquable de ce domaine c'est la chaleur excessive qui y sévit. Les steppes iraniennes sont soumises à un climat extrême (hivers très froids, étés très chauds), et malgré la proximité des montagnes où les neiges persistent l'année durant, le soleil y est très ardent et l'été très sec.

« Sur les hauts plateaux entre Ispahan et Chiran, à une altitude supérieure à 2,300<sup>m</sup> et aussi au sud de cette dernière ville, la neige est si abondante que les fils télégraphiques se cassent sous son poids. Cette neige persiste jusqu'au mois d'avril, dans les années humides, époque à partir de laquelle elle ne demeure que sur les hauts sommets. Quand ceux-ci dépassent 3,500<sup>m</sup> la neige s'y maintient jusqu'au milieu de l'été... Mais si hautes soient ces montagnes et si longtemps que la neige y reste, depuis la seconde moitié du printemps, les nuages ne viennent plus voiler les cimes. Parfois une légère vapeur se voit bien haut au-dessus d'elles, mais les dentelures de la chaîne que la neige argente brillent toujours du même éclat, dominant la contrée brûlante qui s'étend à leurs pieds. C'est ainsi que s'explique ce fait que malgré la grande épaisseur de neige qui recouvre les hauteurs, les précipitations atmosphériques à l'ouest et au sud-ouest de ce haut plateau dépassent à peine 30 centimètres. Dans le domaine intérieur de l'est de la Perse elles n'atteignent pas 10 centimètres et même à Bouchihr (ou Buschir), sur le golfe Persique, où l'on pourrait

s'attendre à voir la pluie un peu plus abondante, la chute annuelle ne dépasse pas 13-16 cm. (Voir Stapf. l. c., p. 231).

Dans les steppes du Maroc et de l'Algérie, au sud-ouest de cette région, les chaleurs sont aussi intenses, mais elles ne se font pas sentir jusqu'au pied des hautes chaînes de montagnes ; les pluies sont plus fréquentes et les hivers moins froids.

Par leur climat les groupes d'îles et de régions des bords de l'Atlantique, de la Mer Méditerranée et de l'Orient appartiennent donc à la *zone de végétation boréale à étés très chauds*. (Voir ci-dessus zone III, p. 72).

Dans les districts où les pluies sont abondantes, on trouve des forêts et des formations frutescentes dépourvues de moyens protecteurs contre le froid, et les plantes qui les composent ont souvent des feuilles persistantes ; dans ceux où il pleut rarement se montrent des formations de steppes avec tous leurs caractères. Les montagnes sont couvertes d'arbres à feuilles caduques ou de Conifères d'un type plus septentrional, et au-dessus de la limite des arbres on rencontre des formations frutescentes et des herbages rappelant, pour la plupart, ceux des Alpes. Le repos hivernal est généralement incomplet et de courte durée. La végétation se réveille de très bonne heure (février-mars), les fleurs s'épanouissent rapidement, et, dès le début des grandes chaleurs la végétation s'arrête pour repartir, souvent à plusieurs reprises, à la faveur de pluies d'été ou d'automne. Sous le rapport des pluies la Région Méditerranéenne se divise en deux parties, celle du nord et celle du sud, dont la limite suit à peu près le 40<sup>e</sup> parallèle. La première présente son maximum de pluies en automne et au printemps, la dernière en hiver, et la limite équatoriale de ces pluies hivernales passe à travers le Sahara suivant le 25<sup>e</sup> degré. Pour la partie méridionale l'année se divise donc en deux périodes, une période sèche et une période humide, ce qui d'ailleurs est déjà le régime de la Sicile (Fischer, l. c.).

Dans la division des régions froides que j'ai proposée, et malgré la diversité des districts extrêmes de ces flores, — les Açores et les Canaries d'une part, l'Afghanistan d'autre part, — ces diverses contrées ont été réunies en une seule Région de la Méditerranée et de l'Orient (ou mieux Région florale atlantique, méditerranéenne et orientale). Il nous faut donc légitimer la réunion que nous proposons.

Nous avons déjà indiqué (p. 317-319) les traits principaux de la flore de ces régions, les familles et les genres caractéristiques ; nous avons dit comment deux éléments floraux limitrophes se

partageaient cette partie de l'ancien monde, l'élément atlantique méditerranéen et l'élément du Pont et de l'Orient (flore de l'Asie intérieure). La patrie de ce dernier est la haute Asie entre l'Himalaya, l'Altaï et le Turkestan. Les steppes de l'Iran et de l'Anatolie sont bien séparées les unes des autres par des remparts montagneux, pas complètement cependant ; les sols qu'elles recouvrent sont identiques de part et d'autre, ce qui entraîne, comme de raison, l'existence des mêmes genres avec des espèces représentatives ou même des espèces identiques. Les formations de steppes de l'Iran et celles du Turkestan ont donc, pour la plupart, la même souche. Il n'en va pas de même pour les régions de forêts à feuilles persistantes des montagnes voisines : là, les flores sont méditerranéennes ou pontiques. L'élément floral pontique représente la partie plus froide de la flore méditerranéenne arcto-tertiaire et, à ce titre, pourrait être considérée comme un domaine floral autonome. C'est ainsi que se rattache à cette flore les *Sapins* (*Abies cilicica*), les Cèdres, les Platanes, les *Pterocarya* et les Chênes. Le Dattier de Mésopotamie est bien endémique jusqu'à l'Indus ; mais n'oublions pas qu'à l'époque tertiaire la même espèce ou une espèce très voisine croissait dans l'Europe méridionale ; de plus, une variété (*Phoenix Juba* = *Ph. Canariensis*), est endémique dans les îles de l'Atlantique et, d'autre part, bien des faits tendent à prouver qu'une grande quantité des formes de steppes de l'Anatolie et de l'Iran ont eu un développement indépendant et se sont peu à peu avancées vers le nord. Aussi bien est-ce pour ces raisons que je rattache l'Orient tel que je le comprends, aux régions méditerranéennes dont les types caractéristiques se retrouvent, avec un cachet différent sans doute, et en bien plus grand nombre, — ce qui pourrait tenir au fait qu'ils sont un reste de la flore arcto-tertiaire, — dans les îles de l'Atlantique.

Nous ne devons donc pas nous étonner de trouver dans les steppes d'autres espèces que celles qui croissent dans la région méditerranéenne. En Espagne et en Algérie, il y a bien également des steppes, comme en Orient, mais leur composition florale est différente.

Dans cet ensemble de contrées, les mêmes espèces caractéristiques, comme la Bruyère en arbre, *Erica arborea*, et autres formes des maquis, se montrent dans plusieurs domaines. Un nombre bien plus considérable encore d'espèces représentatives se trouvent à la fois caractériser beaucoup de districts floraux souvent très riches en formes endémiques. Les *neuf régions de végétation* en les-

quelles nous partageons ces différents pays ont été constituées de façon à grouper ensemble les contrées qui présentent entre elles le plus d'affinités. Pour se rapprocher, autant que possible, de ce mode de division, la bibliographie relative à ces régions et qui figure en tête de ce chapitre, a été répartie en cinq groupes principaux.

Voici quelques exemples qui permettront de juger du caractère endémique de la flore de l'Orient. Dans le *Flora orientalis* de Boissier, on a indiqué pour les espèces qui se montrent également en dehors de ce domaine, l'aire géographique qu'elles occupent, et c'est là où j'ai pris les renseignements relatifs aux espèces endémiques et à celles plus généralement répandues. Souvent la plus grande partie, les trois quarts et même parfois davantage, des espèces de certaines flores ne se rencontre que dans le domaine du *Flora orientalis* et il est rare de trouver des flores dont les espèces ne présentent pas une particularité quelconque, et parmi les flores riches de la région florale de la Méditerranée et de l'Orient il n'y en a pas une seule.

Dans les données statistiques que nous reproduisons ici le premier nombre indique l'ensemble des espèces qui croissent en Orient, d'après la *Flora orientalis* de Boissier, le nombre entre parenthèse et précédé d'un e indique le chiffre d'espèces endémiques : *Anthemis* 93 (e 81), *Cousinia* 136 (e 132), *Centaurea* 183 (e 147), *Scorzonera* 67 (e 56), *Campanula* 125 (e 105), *Onosma* 56 (e 51), *Verbascum* 123 (e 107), *Scrophularia* 78 (e 66), *Salvia* 107 (e 91), *Nepeta* 87 (e 78), *Stachys* 84 (e 72), *Acantholimon* 74 (e 74), *Trigonella* 69 (e 54), *Astragalus* environ 800 (e environ 700), *Onobrychis* 69 (e 64), *Dianthus* 89 (e 73), *Silene* 205 (e 158), *Erysimum* 61 (e 54), *Alyssum* 64 (e 50), *Tamarix* 38 (e 27), *Hypericum* 75 (e 62), *Crocus* 44 (e 37), *Colchicum* 29 (e 25), *Fritillaria* 33 (e 27), *Allium* 139 (e 109). Parmi les Chênes, sur 22 espèces il y en a 14 endémiques tandis que pour le reste des Cupulifères, c'est-à-dire pour les genres *Castanea*, *Fagus*, *Corylus*, *Carpinus*, *Ostrya*, qui représentent un ensemble de sept espèces, il n'y en a pas une seule endémique.

Pour les Conifères-Abiétinées, sur dix *Pinus* il n'y a pas une seule espèce endémique ; les deux Cèdres ont des variétés endémiques ; sur deux espèces de *Picea*, il y en a une endémique ; enfin sur six Sapins (*Abies*), quatre sont endémiques.

Les grandes herbes vivaces de la famille des Ombellifères (*Ferula*, *Prangos*, etc.) sont très largement représentées dans tout ce domaine, de même que les genres *Cistus* et *Pistacia*. Les Scillées (Liliacées) sont également très abondantes. Il y a en Orient des genres de Palmiers qui se rapprochent des *Chamaerops* du district méditerranéen occidental. La présence au Maroc d'une Sapotacée, l'*Argania sideroxyylon*, qui forme des forêts dans ce pays, constitue un fait absolument isolé et très remarquable.

Parmi les formations végétales nous trouvons d'abord les forêts à feuilles persistantes et les forêts à feuilles caduques. Elles sont composées de différentes essences, auxquelles viennent se mêler

les buissons et les fourrés d'arbrisseaux à feuilles toujours vertes (« Maquis », voir ci-dessus, page 260, et Grisebach, V. d. G., II, p. 281). Les Conifères et les Chênes fournissent les principaux arbres à feuilles persistantes. Le nombre des arbrisseaux est beaucoup plus grand : le *Myrtus communis*, le *Laurus nobilis*, l'*Arbutus unedo* et l'*A. Andrachne*, les *Pistacia*, l'*Erica arborea* et autres Ericinées, dont le nombre va décroissant au fur et à mesure qu'on s'avance vers l'est, sont les formes les plus connues. D'autres arbrisseaux ont des feuilles caduques. Les formations les plus singulières sont celles des steppes, où l'on voit les buissons épineux, les absinthes et les arroches (Salsolacées), de nombreuses herbes vivaces et des plantes bulbeuses se rapportant à des familles très diverses. Par contre, dans les contrées où les pluies sont abondantes, on trouve des herbages fleuris à graminées annuelles avec Labiées et Composées odorantes, nombreux *Trifolium* et *Medicago*. Dans tous ces domaines, dont les différentes subdivisions ont leurs équivalents en Amérique, au nord du Mexique, du Texas et de la Floride, ces formations, de même que celles des steppes, sont les plus riches en espèces.

Nous avons établi neuf régions de végétation, tant orientales qu'occidentales, d'après les principaux caractères distinctifs de chacune d'elles et d'après leur structure orographique.

1. *Régions de végétation des îles atlantiques.* — Les Açores, l'île de Madère et les Canaries constituent trois districts floraux distincts, riches en formes endémiques et caractérisés par une végétation spéciale. Elles se rapprochent de l'Europe occidentale par la présence d'Ericacées et autres arbrisseaux à feuilles persistantes, mais, d'autre part, elles possèdent un grand nombre de superbes Lauracées constituant des forêts et des bosquets à feuilles persistantes, qui ne se rencontrent nulle part ailleurs dans les régions de la Méditerranée et de l'Orient. Les Canaries possèdent en outre une région basse et sèche spéciale (région des plantes grasses), au-dessus de laquelle seulement commencent les forêts à feuilles persistantes. Les Dattiers et les Tamarix qui croissent dans ces régions basses se rattachent aux espèces correspondantes d'Orient et d'Afrique, les Euphorbes à celles de ce dernier continent. Grisebach (*Végétation du globe*, tome II, chapitre XXIV, 1-3) a exposé tout au long les caractères de ces flores insulaires, que nous ne faisons que résumer ici. Pour ce qui est relatif à leur développement, voir plus haut, p. 129.

1. C'est dans la région basse des maquis que se trouve le Dattier des Canaries qui monte suivant les stations jusqu'à 500 et 800 mètres ; c'est peut-être une espèce spéciale, le *Phœnix Jubæ* ou *Ph. canariensis*. D'après M. Christ, aux remarquables descriptions duquel nous renverrons le lecteur, ce Dattier croît en grande abondance dans tout l'archipel des Canaries et s'il est le plus souvent cultivé on le rencontre cependant à l'état sauvage dans plusieurs points en compagnie du *Pinus canariensis*. Les principales espèces caractéristiques de cette région sont : *Tamarix canariensis*, *Euphorbia canariensis*, *Euphorbia balsamifera*, *E. regis Jubæ*, *Kleinia neriifolia*, des Crassulacées et de grandes espèces de *Statice* (9 dont aucune ne se retrouve sur les autres îles de l'Atlantique).

2. La région des forêts de Lauriers à feuilles persistantes s'étend sur les côtes sèches et les collines, depuis le bord même de la mer, parfois quand la culture n'est rien venu changer jusqu'à une altitude de 1,200<sup>m</sup> (800<sup>m</sup> seulement aux Açores). Les principaux arbres des Canaries et de Madère sont : le *Laurus canariensis* (qui ressemble au Laurier du sud de l'Europe mais qui atteint dans ces îles la taille d'un arbre), le *Persea indica* (qui peut atteindre 40 mètres de haut), l'*Oreodaphne foetens* que les indigènes comparent au Tilleul ; le *Phœbe barbusana* qui est plus rare. Le *Persea indica* et le *Persea azorica* se trouvent dans toutes les Açores, l'*Oreodaphne* s'y montre également à l'état sauvage, mais non le *Laurus canariensis* qui ne s'y rencontre que cultivé. Le *Myrica Faya* y forme des buissons à feuilles persistantes. Le *Dracœna Draco* caractérise au plus haut point les Canaries et Madère et a même servi à qualifier leur végétation. « Il est spécial à la région chaude de Madère, des Canaries et du Cap-Vert et doit avoir été introduit aux Açores par la culture. » (Grisebach, *V. d. G.* Tome II, p. 758). A Madère le *Clethra arborea* et une Sapotacée (*Sideroxylon*) représentent des éléments de l'époque tertiaire.

3. La région des Conifères et des bruyères fait suite à celle des lauriers et à la faveur du climat humide de l'île s'étend jusqu'à 1,800<sup>m</sup>. Le *Pinus canariensis* se montre à partir de 1,100<sup>m</sup> en compagnie de *Cistus* et du *Daphne Gnidium* sur les pentes sèches exposées au vent et au soleil. (Le *Daphne laureola* est commun aux Açores). Le *Juniperus Cedrus*, qui a été presque entièrement détruit, le *Juniperus brevifolia* appartiennent aussi à cette région. Les *Ericacées* dominent surtout aux Açores (*Erica azorica*, *Daboecia polifolia*, *Calluna*) ; aux Canaries croît l'*Erica scoparia* ; déjà, dans la région basse, l'*Erica arborea* est très répandue ; plus haut il entre dans la constitution du maquis. Le *Vaccinium maderense* est spécial à l'île de Madère.

3\* La région des buissons de *Retama blanca* caractérise à Ténériffe les altitudes supérieures à 1,800<sup>m</sup>. Ce *Retama* (*Spartocytisus nubigenus*), sorte de genêt à fleurs blanches ou rosées que cachent presque complètement les feuilles très réduites, croît avec un *Cytisus* et quelques plantes herbacées vivaces dans la région des nuages au milieu des pierres-ponces brûlées par le soleil (Cañada).

II. Région de végétation des contrées méditerranéennes. — Pour les raisons indiquées ci-dessus nous divisons comme il suit les

contrées de ce domaine avec les presqu'îles et les îles qui s'y rattachent : 1° Région de végétation méditerranéenne à forêts et maquis à feuilles persistantes ; 2° Région des steppes atlantiques ; 3° Région atlantique-méditerranéenne de montagnes boisées et de hautes chaînes ; nous séparons la côte méditerranéenne de l'Asie-Mineure, du haut plateau d'Arménie et des montagnes boisées de l'intérieur d'une part et des steppes orientales d'autre part. A l'ouest de cette séparation s'étendent les districts floraux dont la bibliographie a été précédemment indiquée dans les nos II, III et IV. Le premier (II) est le district « Atlantique » comprenant la chaîne de l'Atlas et dont les limites ont été tracées sur la petite carte (p. 334) d'après les données de M. Wilkomm ; le second (III) le district « nord-ibérique-thyrrénien » qui embrasse la plus grande partie de l'Italie, et le troisième (IV) le district de la Méditerranée orientale, qui comprend la Dalmatie, la Grèce, l'île de Crète et les contrées riveraines de la mer Égée. Chacun de ces districts est plus ou moins riche en formes endémiques dont l'aire est plus ou moins vaste ; pourtant les espèces ou groupes d'espèces caractéristiques ne sont pas si différents qu'on ne puisse ramener les formations végétales à trois types qui sont les forêts, les buissons à feuilles persistantes, les steppes et les montagnes boisées avec formations de hautes montagnes plus ou moins semblables aux formations alpines de l'Europe moyenne.

4. La région méditerranéenne où dominent les formes à feuilles persistantes est caractérisée par des maquis avec *Erica arborea*, *Olea europæa*, *Myrtus communis*, *Cistus*, *Arbutus*, etc., différents selon les districts et dont Grisebach a parlé tout au long dans la *Végétation du Globe*.

M. Fuchs (voir G. J. VII, 197) a étudié l'influence du sol sur la répartition des maquis et des arbres à feuilles persistantes autres que les Conifères. Il a trouvé que les terrains calcaires étaient les seuls sur lesquels ces formations peuvent se maintenir dans des conditions de températures peu favorables. Au point de vue des formations forestières, les Chênes sont très importants ; parmi eux, le *Quercus Tozza*, *Q. Suber* et *Q. pseudo-suber* caractérisent les contrées occidentales de la Méditerranée ; les *Quercus Aegilops*, *Ballota*, *Vallonea*, *regia*, *castanæfolia* caractérisent les régions orientales. Les espèces communes aux deux sont surtout : *Q. ilex*, *Q. lusitanica*, *Q. coccifera*, qui, toutes, ont des feuilles persistantes. Beaucoup d'espèces sont localisées à une aire peu étendue ; la plus remarquable est l'Argan (*Argania Sideroxylon*) dont on trouve une espèce parente à Madère. Les exemples suivants permettent de se faire une idée de la division intérieure de la région.

D'après MM. Battandier et Trabut les formations suivantes d'Algérie

appartiennent à cette région : 1° Olivier de 20-1,200<sup>m</sup> ; 2° Chêne-liège de 200-800<sup>m</sup> avec une ration annuelle de pluie de 0,50 cent, à 1<sup>m</sup> ; 3° Palmier nain (*Chamærops humilis*) de 10 à 1200<sup>m</sup>, avec une ration annuelle de pluie de 0,30 à 0,40 centim. Dans les parties basses de cette région croissent *Zizyphus Lotus*, de grandes Umbellifères (*Ferula*) et l'*Eryngium campestre*. Le Palmier nain forme également en Espagne des fourrés très étendus. Il est moins développé comme formations sur les îles italiennes et disparaît à l'est ; 4° Pin d'Alep (*Pinus Halepensis*) et trois autres Conifères, *Callitris quadrivalvis*, *Juniperus oxycedrus*, *Juniperus phœnicea* ; 5° *Quercus ballota* de 1,000-1,600<sup>m</sup> ; 6° Cèdres de 1,200-1,900 (1).

(1) Pour la région qui s'étend de la Tunisie au Maroc. MM. Battandier et Trabut distinguent sur le versant méditerranéen et les hauts plateaux de l'Algérie plusieurs zones.

La première ou zone de l'Olivier s'étend du niveau de la mer jusqu'à 1,200 mètres, se confondant avec la zone du Chêne-liège, du Palmier nain et du Pin d'Alep.

La zone du Chêne-liège s'étend du niveau de la mer à 1,300 mètres à la condition qu'il y tombe en moyenne plus de 60 centimètres de pluie par an. Dans ces conditions le Chêne-liège forme des forêts en Tunisie et en Algérie sur une étendue de près de 550.000 hectares. C'est dans cette zone du Chêne-liège que la culture est possible tous les ans sans le secours des irrigations, que la végétation arborescente acquiert son plus grand développement ; le Frêne, l'Orme, le Micocoulier, le Chêne vert, l'Olivier, les Peupliers blanc et noir, le Châtaignier, etc., y sont répandus à des degrés divers. C'est aussi la zone du Myrte ; l'on y cultive avec succès un nombre considérable de végétaux d'Australie, du Cap, de l'Inde, du Japon, de l'Amérique subtropicale, c'est la zone la plus propre à l'acclimatation des Eucalyptus et des Acacias.

La zone du Palmier nain s'étend surtout vers l'ouest, et atteint son maximum de développement dans la province d'Oran ; les principales espèces de cette zone sont le *Zizyphus Lotus*, les grandes Umbellifères (*Ferula*, *Thapsia*, *Fœniculum*) avec les Lentisques, Genêts, Cystes, Colycolomes et beaucoup de plantes bulbeuses ; elle s'étend de 0 à 1200 mètres pour une moyenne de pluie qui ne dépasse pas 40 centimètres. Malgré cette sécheresse de climat c'est la zone des Céréales et de la Vigne auxquelles les irrigations sont pourtant fort utiles, on le comprend.

Dans la province de Constantine où le Palmier nain n'existe pas, l'*Othonna cheirifolia* caractérise une zone avec le *Retama sphaerocarpa* ; la température y est plus froide que dans la zone du Palmier nain sans que l'humidité soit plus forte, les végétaux herbacées vivaces et les sous-arbrisseaux y sont les plus nombreux.

La zone du Pin d'Alep s'étend à partir de 60 à 120 kilomètres du littoral formant de grandes forêts où dominent les *Callitris quadrivalvis*, les *Juniperus oxycedrus* et *phœnicea*. Le Pin d'Alep constitue ces forêts surtout à 800 et à 900 mètres d'altitude ; mais il s'élève au Maroc jusqu'à 1700 mètres à la condition que le climat soit très sec. Avec lui se rencontrent le Romarin, le Lentisque, le Chêne kermès, l'Halfa, le *Cistus albidus*, végétaux qui rappellent les garrigues les plus sèches de notre littoral méditerranéen français.

La zone du *Quercus Ballota* s'étend de 1000 à 1600 mètres et exceptionnellement jusqu'à 2700<sup>m</sup> au Maroc. La flore qui l'accompagne est nettement montagnarde et indique un climat tempéré

Au-dessus du Chêne Belloot, dépassant 1600 mètr. et dans certains massifs montagneux le Cèdre forme des peuplements qui constituent parfois de magnifiques forêts.

La zone du Cèdre est caractérisée aussi par l'If (*Taxus baccata*), le Houx, le Sapin de Numdie (*Abies Pinsapo* var. *baborensis* Cosson).

Au-dessus de cette zone apparaît, en quelques points privilégiés, la zone alpine

Boissier a admirablement caractérisé les différentes divisions de la végétation, en Espagne. Dans la province de Grenade et sur la Mesetta, les végétaux à feuilles persistantes sont différemment répartis. Sur la Mesetta, l'Olivier et la Vigne montent presque à environ 1,200<sup>m</sup>. Les formations dominantes sont les *muquis* de Génistées et de Cistes, des *forêts* de *Pinus Pinaster* et *P. halepensis* assez clairsemées entre 400 et 1200<sup>m</sup> et des forêts de Chênes à feuilles persistantes. On donne le nom de « Tomillares » aux herbages composés de petits sous-arbrisseaux et d'herbes vivaces (*Thymus*, *Teucrium*, *Sideritis*, *Lavandula*, *Linum suffruticosum*, *Santolina rosmarinifolia*). Entre ces diverses formations on trouve la steppe, et plus haut des *forêts à feuilles caduques*.

M. Willkomm a décrit les diverses formations des Baléares qui ressemblent si peu aux lles Atlantiques. (Voir G. J. VII, 201). Les formations forestières sont composés de *Quercus Ilex*, *Q. Ballota* et *Pinus halepensis*, les buissons de Myrtes, *Pistacia lentiscus*, *Cneorum tricoccum*, *Phyllirea angustifolia*, *Olea europæa*, *Cistus monspeliensis* et *salviaefolius*, *Hypericum balearicum*, *Chamærops* (qui monte jusqu'à 800 mètres); viennent ensuite des buissons avec *Buxus balearica*, *Smilax aspera* et *Teucrium subspinum*.

On prend souvent comme limite de la région méditerranéenne la limite de la culture de l'Olivier. En Italie, cet arbre monte jusqu'à 400<sup>m</sup>, sur l'Etna presque jusqu'à 700<sup>m</sup>, en Dalmatie à 450<sup>m</sup>, en Lycie à 500<sup>m</sup>, en Cilicie à 600<sup>m</sup>. Ce ne sont là que les limites d'une seule formation. Plus haut se montrent les formations méditerranéennes plus froides, forêt de *Pinus*, etc. Le *Juniperus Oxycedrus* monte souvent dans l'est de la région méditerranéenne jusqu'à 1400<sup>m</sup>; la zone supérieure occupée par les végétaux toujours verts, s'étend en moyenne de 500 à 1000<sup>m</sup> jusqu'à la limite du Sumac et du Chêne à feuilles persistantes (voir Fischer, l. c.).

5<sup>o</sup> *Région des steppes atlantiques*. — Elle comprend la région située principalement entre l'Atlas algérien et l'Atlas saharien, au Maroc, en Algérie et en Tunisie; on retrouve ces steppes sur la presque île ibérique entre le haut Tage et la Guadiana, au nord de la Sierra-Nevada, en Murcie et sur le cours moyen de l'Elbe.

Les domaines de steppes salés intérieurs offrent un bien plus grand intérêt que les domaines des côtes, dont les plantes sont beaucoup plus largement répandues. M. Willkomm compte 165 espèces en Espagne,

dans laquelle se rencontre quelques espèces de notre flore alpine européenne, telle que *Festuca ovina* var., *Erinus alpinus*, *Rhammus alpina*, *Ribes petræum*, *Hieracium saxatile*, associées à beaucoup de plantes des hauts sommets de l'Espagne, de l'Italie et même de l'Asie et quelques espèces spéciales.

Les hauts plateaux ou mieux les steppes se subdivisent : 1<sup>o</sup>) en steppes rocailleuses à Halfa sans autre végétation saillante ; 2<sup>o</sup>) en steppes limoneuses à *Armoises* et à plantes des terrains salés ; 3<sup>o</sup>) en steppes sablonneuses passant au caractère désertique vers l'orient où elles ont le plus d'étendue ; 4<sup>o</sup>) en zone des Dayas à *Pistacia atlantica*. (Flahault, in Exposition internationale d'horticulture de Montpellier, 1890).

9 plantes frutescentes, 42 plantes suffrutescentes, 90 herbes, 18 plantes gazonnantes, parmi lesquelles dominent 27 Salsolacées, 21 Composées, 13 Crucifères et 12 Statice; 14 espèces se retrouvent en Afrique, 14 en Orient, 42 sont généralement répandues ou se retrouvent dans la région atlantique méditerranéenne. 63, par contre, appartiennent en propre à la péninsule. Le nombre des plantes des steppes non salées, surtout des steppes à graminées, est bien plus considérable. Ces dernières sont surtout de grandes espèces coriaces, parmi lesquelles nous citerons. : *Avena filifolia*. *A. bromoïdes*, *Festuca granatensis* et *Stipa tenacissima*, tellement dures que les bestiaux les dédaignent. En Algérie, cette dernière graminée est utilisée comme textile et pour la fabrication du papier, principalement dans la région dite de l'Halfa d'après le nom algérien de la plante. D'après M. Trabut, cette plante ne constitue pas les formations de steppes des terrains rocheux. Parmi les espèces caractéristiques des steppes, il faut citer l'*Artemisia herba alba*, dans les steppes argileuses; les Salsolacées, etc., dans les steppes salées; l'*Aristida pungens* dans les steppes sablonneuses; enfin M. Trabut rattache également aux steppes les formations de Daya qui ont, comme espèces caractéristiques, le *Pistacia atlantica*, et les formations d'*Othonna cheirifolia*, qui montent depuis les Schotts jusqu'à environ 1,000 mètres.

6° *La région atlantique méditerranéenne de montagnes boisées et de hautes chaînes* comprend, depuis l'Atlas, la Sierra-d'Estrella, la Sierra-Nevada, etc., jusqu'au Taurus de Cilicie et au Liban, toutes les parties des hautes chaînes et montagnes boisées situées à des altitudes supérieures à 1,200 et 1,400<sup>m</sup>, c'est-à-dire à un niveau correspondant à celui des forêts de Conifères dans l'Europe moyenne. Elle est caractérisée par des forêts d'arbres se rattachant à des familles de la région florale du nord, dans lesquelles, par conséquent, les essences à feuilles caduques occupent une très large place. Dans la partie septentrionale on trouve même le Hêtre. En dehors de ces formes ce sont des Conifères de la région plus chaude (*Abies Pinsapo*, *Abies cephalonica*, *A. cilicica*), des sous-espèces de Cèdres (*C. atlantica*, *Libani*), des Trembles, des Aulnes et des Chênes, toutes espèces représentatives de formes plus septentrionales et qui sont ici les arbres s'élevant le plus haut en altitude. Au-dessus se montrent les formations alpines, de vertes prairies et des herbages émaillés de fleurs; plus haut encore, des formations d'éboulis et de rochers dont les genres sont en partie analogues à ceux de la flore alpine, en partie présentent d'autres formes spéciales à la Méditerranée et parmi lesquelles l'élément arctique manque ou n'est que faiblement représenté.

Ainsi dans le grand Atlas une zone de Chênes rabougris marque entre 2,400 et 2,700 mètres la limite des arbres. Sur ces hautes chaînes il n'y a

pas trace des plantes caractéristiques de Madère et des Canaries (Voir Grisebach, *Abhandl.* et G.-J. VIII, 247). Des buissons de *Ribes*, *Rosa*, *Berberis* constituent les formations alpines inférieures; rarement les pentes sont couvertes de gazons et les rochers de moussés. On trouve un *Draba*, trois Saxifrages et une belle Composée endémique *Chrysanthemum Catananche*, toutes espèces rappelant les herbes vivaces alpines parmi lesquelles se montrent des espèces du nord de l'Europe (par exemple *Saxifraga granulata*). Les Labiées abondent (*Lavandula*, *Mentha*, *Thymus*, *Calamintha*, *Hyssopus*, *Salvia*, *Sideritis*, *Lamium*, *Ajuga*).

Dans la Sierra-Nevada espagnole, à partir de 1,400 mètres environ, on trouve une région de forêts avec des espèces des climats tempérés telles que : *Pinus silvestris*, *Taxus*, *Sorbus Aria*, *Acer opulifolium*, *Fraxinus excelsior*; à 2,000 mètres commencent les sous-arbrisseaux alpins, à 2,450 mètres des herbes vivaces alpines et des formations de Graminées (région nivale de Boissier). Si dans les régions inférieures on retrouve les plantes de l'Europe moyenne, le caractère méditerranéen est bien marqué par la présence du *Quercus Tozza* et de buissons de genêts (*Erinacea hispanica*, *Genista horrida* et *G. ramosissima*, *Astragalus creticus*, etc.). Un autre genêt, *G. aspalathoides*, recouvre de vastes étendues et se mêle par places au *Juniperus nana* et *J. Sabina*. Les herbages alpins (formations de *Borreguiles*), sont constitués par l'*Agrostis nevadensis*, le *Nardus stricta*, des *Festuca*. Parmi les herbes vivaces on remarque des *Arenaria*, le *Potentilla nevadensis*, l'*Artemisia granatensis*, *Plantago nivalis*, etc.

M. Fischer a étudié la distribution altitudinale des arbres en Sicile et dans les régions voisines (l. c., p. 143). D'après M. Franke, on trouve sur l'Etna, à 1,300<sup>m</sup>, sur une étendue assez grande, des forêts de Châtaigniers très clairsemées, puis viennent des Hêtres, des Chênes et des Bouleaux. Le *Pinus Laricio* va jusqu'à 2,200<sup>m</sup>. Les buissons sont constitués par le *Berberis aetnensis* et le *Juniperus sphaericus*; les herbes vivaces montent jusqu'à 3,000<sup>m</sup> (voir *G. J.*, XI, 125); sur le Gran-Sasso, la limite des Hêtres est à 1,650<sup>m</sup> sur le versant nord, à environ 1,800 sur le flanc sud. On y trouve de nombreuses plantes alpines des hautes chaînes de l'Europe moyenne (voir *G. J.*, VII, 199). — Dans la région forestière inférieure de l'Eurytanie, de la Thessalie et de l'Épire, croit avec les Sapins, le Marronnier d'Inde (*Æsculus Hippocastanum*) dont la patrie a été longtemps douteuse; le *Junglans regia* y est également indigène (voir *G. J.*, VIII, 250 et *Botan. Zeitung*, 1880, p. 580).

Depuis longtemps on a fait remarquer combien la végétation des chaînes côtières du Pont diffère de celle des chaînes méditerranéennes. Boissier les rattache à la région de végétation de l'Europe moyenne. A partir d'un certain niveau, on trouve déjà des *Rhododendron* et des Vacciniées sociales. Il nous faut remarquer que la limite N. des montagnes de l'Orient près de la mer Caspienne présente un caractère analogue avec adjonction de nombreux types orientaux.

Dans le Taurus, le Liban et à Chypre, on retrouve le Cèdre qui existe dans l'Himalaya occidental (*Cedrus Deodara*), le *Pinus Laricio* et le *Cedrus Libani*, avec le *Juniperus fœtidissima* et des formations de *Cupressus horizontalis* montant de 1,300 à 1,800 et même à 1,900<sup>m</sup>.

III. *Région de végétation de l'Orient.* — On y peut distinguer trois parties principales : une très chaude, une continentale et une à climat excessif. En Mésopotamie et sur toute la côte du Golfe Persique jusqu'aux régions froides des montagnes qui bordent les steppes de l'Iran, on trouve le Dattier et beaucoup d'autres formations par lesquelles cette région se rattache à l'Arabie et au Sahara. La vaste contrée intérieure limitée par les chaînes de montagnes, c'est-à-dire le plateau de Konie, la Cappadoce, l'Arménie et la Perse avec ses plaines salées, est couverte de steppes continues, dont les rapports avec l'Asie intérieure et en particulier avec le Touran ont déjà été indiqués. Ici également les montagnes peu boisées et leurs formations alpines ont un cachet tout spécial et doivent être considérées comme une région de végétation autonome.

7. *Région des steppes de l'Arménie et de l'Iran.* — Cette région où règnent, en raison de la situation géographique, des hivers froids et des étés très chauds et très secs, ne peut convenir aux forêts. De grandes plaines ondulées d'une altitude moyenne de 700 à 1,200 mètres au-dessus du niveau de la mer, plus haut même en Afghanistan et dans le Bélouchistan, sont dominées par des chaînes de montagnes aux sommets couverts de neige pendant la plus grande partie de l'année et sont aussi pauvres en arbres que riches en plantes suffrutescentes et en herbes vivaces appartenant à des espèces et même à des genres endémiques. Le *Pistacia mutica* et le *Juniperus excelsa* doivent être cités parmi les grandes plantes ligneuses ; parmi les herbes vivaces, citons les *Cousinia*, *Onobrychis*, *Hedysarum*, *Astragalus*, *Acanthophyllum* et *Silene*.

Au fur et à mesure qu'on s'élève dans les montagnes (jusqu'aux formations alpines proprement dites), on voit augmenter le nombre des plantes épineuses, Caryophyllées, *Astragalus*, Composées, *Acantholimon*, dont un grand nombre constituent des pelotes hémisphériques, d'aspect très singulier et caractéristiques de cette région. M. Stapf a donné de remarquables descriptions des steppes de l'Iran, qui ont des parties désertiques brûlantes très étendues et décrit leur végétation. D'après cet auteur, sur les 1,000 plantes épineuses indiquées par Boissier dans le *Flora orientalis*, la moitié revient à l'Iran, principalement aux chaînes de Zagros, de l'Elbourz et du Chorarsan, tandis que vers le sud et le sud-est, le nombre de ces espèces diminue sensiblement.

On y trouve également de grands arbrisseaux, comme les *Cratægus*, le *Pyrus glabra* et l'*Elæagnus hortensis*, dont une forme de steppes (*E. angustifolia*), est très répandue depuis le district de la mer Egée jusqu'en Chine. On y trouve encore en bien plus grand nombre des *Amygdalus*, des *Rhamnus*, des *Lycium* et des *Atraphaxis* épineux. 60 espèces

d'*Acantholimon*, 10 *Acanthophyllum*, le *Silene tragacantha* et le *Gypsophilda acerosa*, ont leurs feuilles transformées en épines ; les *Acantholimon* sont très abondants ; ils montent jusqu'à 4,000 mètres et caractérisent à eux seuls certaines parties. Dans beaucoup de Légumineuses frutescentes, dans l'*Halimodendron argenteum*, la *Carragna* et de nombreuses Astragales suffrutescentes, les nervures de la feuille se terminent en épine. Environ 200 espèces de Tragants (Astragales), forment de leurs branches serrées et épineuses, des coussinets de 10 centimètres à 1<sup>m</sup> d'épaisseur). « Un second type d'Astragale est répandu sur les pentes des hautes chaînes ; le tronc oblique, court, épais, élastique, atteint une longueur de 0,50 centimètres et supporte un dôme plat et horizontal de branches très serrées les unes contre les autres. Vis-à-vis de la neige et des avalanches, ces végétaux se comportent comme le Pin de montagne des Alpes ; à les voir, on dirait des formations clairsemées de cette dernière plante. » Les broussailles d'*Halimodendron* et d'*Ammodendron persicum* se montrent avec les buissons de *Tamarix* le long des rivières, dans la dépression centrale de la Perse. — Voir ci-dessus, p. 145, ce qui a été dit des steppes désertiques.

8° Région du Dattier en Mésopotamie et en Perse. — M. Staapf la désigne sous le nom persan de *Germisir*, ce qui veut dire « pays très chaud ». Il serait d'un usage commode de pouvoir caractériser une région de végétation bien distincte par un ensemble de plantes spéciales et non par une seule comme nous sommes obligés de le faire ici, en disant simplement région du Dattier. La limite nord du *Germisir*, par rapport aux steppes (*Biaban*) et aux formations de forêts humides et de plantes frutescentes (*Dschaengael*), correspond à la ligne en dedans de laquelle la neige et le froid n'apparaissent que dans des années exceptionnelles et ne sont que passagers. Elles concordent assez exactement avec la limite septentrionale du Dattier et du Jujubier (*Ziziphus Spina Christi*). A l'intérieur de ce domaine les pluies qui commencent déjà en novembre n'atteignent leur maximum qu'en février pour cesser à l'équinoxe de printemps. » C'est la patrie des « éphémères, » c'est-à-dire des plantes qui parcourent toute la série de leur développement, fleurissent, mûrissent leurs graines et disparaissent avant l'arrivée de l'été. Leurs fleurs, généralement brillantes, embellissent le paysage durant toute la période printanière.

Le *Dicyclophora persica* est une Ombellifère annuelle de haute taille ; la plupart des autres espèces sont petites, mais croissent le plus souvent en masse ; parmi elles citons les *Pentanema divaricatum*, *Linum spicatum*, *Diarthron vesiculosum*.

C'est encore la culture du Dattier (à propos duquel le lecteur pourra consulter l'excellente monographie de M. Fischer (*Geograph. Mitteil.*

Ergzh. n° 64) qui donne à la région une de ses caractéristiques les plus remarquables. « Depuis le Golfe Persique jusque dans l'intérieur des terres, on voit de toutes parts autour des villes et des villages ces bosquets de Palmiers d'un vert foncé un peu monotone, plus ou moins grands et plus ou moins fournis selon les stations et la quantité d'eau dont elles disposent (Stapf)... Parmi les plantes cultivées, il nous faut citer un arbre qui caractérise les régions subtropicales, c'est le Cotonnier (*Gossypium herbaceum*). — Comme on le voit, cette huitième région de végétation fait transition au *domaine du Sahara* qui sera décrit dans le troisième chapitre.

Au milieu de la steppe s'élèvent par places des hauteurs boisées de type méditerranéen oriental; telle, par exemple, la chaîne du Sindschar ou Sindjar (36° 20' N, entre l'Euphrate et le Tigre) en pleine steppe mésopotamique. Cette chaîne, qui atteint une altitude de 1,000<sup>m</sup> environ, est, d'après M. Sachaus, couverte de Chênes bas et de Figuiers.

9° *Région des forêts et région glaciale des montagnes d'Orient.* — On désigne en Perse sous le nom de *Dschaengael* l'ensemble des formations ligneuses, bois et buissons, et sous le nom de *Saerhadd* les terres froides où, pendant l'été, les nomades conduisent leurs troupeaux. C'est seulement dans les parties où la température est assez douce et l'humidité suffisante que des formations ligneuses peuvent se maintenir, et de toutes ces contrées dont l'ensemble forme ce que nous avons appelé l'Orient, c'est sur les versants montagneux tournés vers la Caspienne, là même où le Hêtre (*Fagus sylvatica*) trouve sa limite orientale, qu'elles sont le plus développées.

Le *Platanus orientalis*, le *Pterocarya caucasica*, le *Juglans regia*, les *Fraxinus* et *Carpinus*, le *Zelkova crenata*, divers *Acer*, *Populus* et *Quercus* caractérisent ces montagnes jusqu'à une altitude assez grande; plus haut, dans les régions où la neige est plus persistante (parfois même en continuité directe avec les formations des steppes) apparaissent les formations de hautes montagnes qui n'ont presque rien de commun avec ce qui, en Europe moyenne, on désigne sous le nom de formations alpines. Sur l'Ararat, la végétation arborescente ne dépasse pas le sommet du cône trachytique du Gorgan, la limite des arbres est constamment 2.552<sup>m</sup>, la limite inférieure des neiges est 4.150<sup>m</sup> sur le flanc nord-ouest, bien loin par conséquent du sommet qui s'élève à 5.163<sup>m</sup> (voir Verh. Ges. Erdkunde, Berlin IX, 64). Déjà à l'époque des recherches d'Abich et de Wagner on avait été frappé des différences entre le Caucase (1) et l'Ararat sous le rapport de la limite altitudinale des arbres, fait d'autant plus intéressant que l'Arménie est une région où les forêts ne jouent qu'un rôle secondaire.

(1) Sur le Caucase la limite des arbres est située beaucoup plus bas (1.800<sup>m</sup>). Voir p. 355.

Les Bouleaux, les Trembles, les Saules, les Chênes (*Quercus Robur*) sont les arbres qui montent le plus haut. Dans ces conditions, la culture des céréales (Orge) est encore rémunératrice dans la région du lac de Vars et sur le Bingel-Dagh jusqu'à 2,300<sup>m</sup> ; sur les hauts plateaux d'Erzeroum le froment est encore cultivé à 2,000<sup>m</sup>. Radde a rapporté d'intéressantes observations sur la végétation de Bingel-Dagh ; à l'altitude la plus grande où cet auteur ait trouvé le Bouleau sous la forme de buissons rabougris, on voyait encore des groupes d'*Astragalus* et d'*Acantholimon* qui, 1,500 mètres plus bas, constituaient toute la végétation pbanérogamique.

Même à 3,000<sup>m</sup>, la force du soleil est encore telle que des gazons continus ne sauraient s'établir et que ce sont les plantes caractéristiques des steppes qui reparaissent avec des espèces spéciales (*Acantholimon glumaceum* et *Astragalus denudatus*). Plus haut, au voisinage de la limite des neiges, ces espèces disparaissent pour faire place à des formations d'herbes vivaces et de plantes bulbeuses ; c'est la formation glaciale avec *Alsine aizoides*, *A. recurva*, *Androsace olympica*, *Centaurea rhizantha* (aux capitules jaune clair sessiles sur les feuilles pennatilobées et fortement tomenteuses), *Viola dichroa*, *Gentiana septemfida* et *gelida*, *Dianthus petræus*, *Myosotis sylvatica*, *Hedysarum obscurum*, *Artemisia splendens*, qui est commun dans les montagnes du Caucase, *Heldreichia rotundifolia*, très caractéristique en certains points, *Gladiolus Raddeanus*.

Sur le Kouh-Daëna, dans le haut bassin de l'Orontes, on retrouve (d'après Kotschy) les mêmes plantes de steppes en haut et en bas des montagnes sans intercalation de zone forestière continue. A 5,000 pieds s'arrête (d'après cet auteur) le *Quercus persica* ; à 6,000 pieds commencent les buissons de *Lonicera persica* ; à 7,000-8,000 pieds une formation de grandes ombellifères (*Ferula erubescens*, *Dorema Aucheri*) ; de 8,000 à 10,000 pieds des Astragales dont la taille va en diminuant à mesure qu'on s'élève ; et enfin près des champs de neiges qui persistent jusqu'en août, on trouve les *Didymophysa*, *Moriera*, *Polygonum radicosum*. — Sur les chaînes du nord de la Perse on observe au même niveau, ou même plus bas, lorsque les pluies sont suffisantes, des types boréaux et aussi des types de l'Europe moyenne. Ainsi dans l'ouest de l'Elbourz, à 2,000 mètres au fond des vallées ombreuses, on trouve *Carex sylvatica*, *Orchis incarnata* et *coriophora*, *Chærophyllum aureum*, *Euphrasia officinalis*.

C'est ici le lieu de rappeler qu'un très grand nombre d'importantes plantes cultivées soit comme plantes alimentaires, comme plantes industrielles ou plantes d'ornement, sont originaires de l'Orient ou tout au moins que leur indigénat n'y est pas douteux. Le Grenadier (*Punica Granatum*) croît à l'état sauvage en Abchasia et en Mingrèlie sur tout le littoral de la Caspienne, dans l'intérieur de la Perse, jusque dans l'est de l'Afghanistan, où il dépasse 2,000<sup>m</sup> mètres d'altitude. Le Figuier commun (*Ficus-Carica*) est en partie originaire de cette contrée ou plutôt c'est là d'après M. Solms-Laubach la patrie de la forme primitive d'où sont issus

tous les Figuiers de la région méditerranéenne orientale. Le Myrte paraît relativement rare en Orient. Dans tout le nord de la Perse on trouve le Mûrier blanc (*Morus alba*) dans les villages et dans les villes et il s'élève sur les montagnes jusqu'à plus de 2,000<sup>m</sup> d'altitude. (Pour les arbres d'Orient, voir Stapf, verh. d. zool. botan. Ges. Wien, 9 février 1887). L'Orge et le Froment et probablement aussi le Lin, qui a été l'objet d'une des cultures les plus importantes de l'antiquité dans le sud de l'Europe, doivent être considérés comme introduits dans ces contrées.

La patrie des céréales de l'ancien monde, autant du moins qu'on peut la préciser à l'heure actuelle, se trouve selon toute vraisemblance dans ces régions de l'Orient et, aussi pour quelques espèces de climats plus froids, dans l'est de l'Europe méridionale.

Une des grandes difficultés de la question tient à l'ignorance où nous sommes de la phylogénie des différentes céréales, surtout du Froment et de l'Orge. Vraisemblablement les trois Froments : le grand épéautre (*Triticum Spelta*), l'épéautre (*Tr dicoccum*) et le petit épéautre (*Tr. monococcum*), ont une origine commune, qui est celle du Froment proprement dit, *Triticum sativum* Lamk, dont on distingue quatre groupes de sous-espèces : *vulgare*, *turgidum*, *durum*, *polonicum*. La méthode linguistique, qui consiste à rechercher dans les différentes langues les dénominations appliquées à une même plante, ne présente pas grande sécurité; aussi bien est-ce l'honneur d'A. de Candolle d'avoir, dans ses recherches sur l'*Origine des plantes cultivées*, fait bon marché de ses vastes connaissances en littératures anciennes pour s'attacher à la méthode des sciences naturelles plutôt que de suivre les voies de Hehn et de tant d'autres, et de demander à la philologie la solution du problème. A cet égard, les données des anciens auteurs sont très vagues; ainsi, par exemple, Diodore considère la Sicile comme la patrie du « Froment sauvage », qui est le nom que l'on donne actuellement encore dans le pays à l'*Ægilops ovata*, qui y croît dans les terrains vagues.

Les seules données de l'antiquité qui semblent avoir quelque valeur sont celles de Bérosee et de Strabon, d'après lesquels le Froment croît à l'état sauvage en Mésopotamie et dans l'ouest de l'Inde. De nos jours, Balansa a trouvé le petit épéautre (*Triticum monococcum*) en Asie mineure sur le Sipyle. Olivier l'a rencontré également sur la rive droite de l'Euphrate dans une région inculte et, là même, dans une gorge de montagne il a trouvé l'Orge et le *Triticum vulgare*. Ce dernier, pour plusieurs raisons, semble être l'espèce sauvage d'où sont sortis les différents froments d'été et d'hiver. Peut-être le petit épéautre est-il également la souche de tous les blés, car seul il a été trouvé à l'état sauvage, depuis la Grèce jusqu'en Asie mineure. Toutes ces cultures sont préhistoriques, ainsi que la prouve la présence dans les palafites de la Suisse occidentale d'une variété à petit grain du *Triticum vulgare*. Pour l'Orge, on n'a trouvé sauvage que la paumelle (*Hordeum distichum*) sur les bords de la mer Caspienne, dans le désert de Schirwan au Sinaï, en Arabie Pétrée, dans

l'ouest de l'Asie mineure et au Turkestan, et ce sont bien là, semble-t-il, des stations primitives.

Dans les palafites on trouve à côté des restes de Paumelle ceux de l'Orge carré (*Hordeum hexastichum*) qui, d'après les découvertes faites dans les tombeaux des Pyramides et les descriptions des anciens auteurs, était dans l'antiquité très généralement cultivé. C'était d'ailleurs la seule céréale cultivée dans l'Inde au siècle dernier, à ce que nous dit Roxburg.

La culture du Seigle (*Secale cereale*), de date beaucoup plus récente, ne paraît avoir pris quelque importance que depuis l'ère chrétienne. Jamais cette plante n'a été trouvée à l'état sauvage. Cependant on rencontre des espèces très voisines (*Secale montanum*, *Secale fragile*) dans le sud de la Russie, en Calabre et en Sicile, et aussi le *Secale dalmaticum* en Dalmatie et en Herzégovine, d'où l'opinion que le Seigle, en tant que céréale annuelle, dérive d'une espèce sauvage du sud-est de l'Europe. On a d'ailleurs émis la même opinion pour l'Avoine (*Avena sativa*), mais sans y apporter jamais de preuves positives, attendu que jusqu'à présent cette plante n'a pas été rencontrée à l'état sauvage.

#### 5° Asie intérieure

Bibliographie. a) Travaux d'ensemble : *Helmersen*, Beitrag z. Kenntnis d. geol. u. physikogeogr. Verh. d. aralo-kaspischen Niederung in Bull. Acad. Imp. de St. Pétersbg., XXV, 5. *Borczow*, Materialien z. aralo-kaspischen Pflanzengeogr. Petersbg. 1865. *Schlagintweit-Sakünlünski*, Topograph. Skizze d. Vegetationsgebiete Hochasiens, Globus T. 31 (1877); Reisen in Indien und Hochasien, ausgef. i. d. J. 1854-58. *Regel, E.*, Allgemeine Bemerkungen über die Flora Centralasiens, in Acta Horti Imp. Petropol. VII, 138 avec carte; (voir aussi Geogr. Mittlgn. 1882, p. 65). *Krassnoff*, Entwickel. d. Pflanzenwelt im Thian-schan, Jahresb. d. Sebles. Ges. f. vaterl. Kultur, 8, Dec. 1887, et Verb. d. Ges. f. Erdk. Berlin 1888, p. 255. *Kanitz*, Bot. Resultate d. Centralasiat. Expedition d. Grafen Bela Szechenyi, Mathem.-naturw. Ber. aus Ungarn III, Budapest 1826. *Maximowicz*, Sur les collections bot. de la Mongolie et du Tibet septentrional (Tangout) recueillies récemment par des voyageurs russes, etc., in. Bulletin du Congrès intern. de bot. et d'horticulture, St. Pétersbg. 1884, p. 135.

b) Comptes-rendus de voyages, flores : Ueber *Schlagintweits* Reisen in Gartenflora 1881 : Verb. d. Ges. f. Erdkunde, Berlin 1880, VII, 208. *Ganzenmüller*, Kaschmirs Klima, Pflanzen-und Tierwelt, in Mittlgn. d. K. geogr. Ges. Wien XXX, 379 (avec les indications bibliographiques). *Fedtschenko* Reise in Turkestan, Botanique par *Bunge* et *Regel*, Moscou 1876-88. *Franchet*, Plantes du Turkestan (Mission Capus). Ann. Sciences natur., Bot. Ser. 6, T. XV-XVI (voir Bot. Jabrb. Syst. VI, Littber. p. 39). *Regel, E.*, Plantae regiones turkestanicas incolentes, etc., in Acta horti Petrop. 1878 et suiv. *Bunge*, Monographia Salsolacearum in Asia centrali, même recueil 1879. *Regel, A.*, Reise von Kuldscba zum Sairamnor, Issyk-kul, Turfan, etc., in Gartenflora, 1877-1878-1881 et Geogr. Mittlgn. 1880, p. 205. *Prshevalski*, De Kouldscha au Lobnor par le Thian-

schan (en russe, voir Verh. Ges. Erdk., Berlin V, 121-144) ; Voyage en Mongolie, dans le Tangout et les déserts du nord du Tibet, 1870/73) ; Vom Saisaan über Hami nach Tibet u. d. Quellgebiet d. Gelben Flusses (allemand, Jena 1884 ; Geogr. Mittlgn. 1883, Taf. 9, 1884, p. 14 et Verh. Ges. f. Erdk., Berlin XI, 158). *Schilbersky*, Földrajzi Közlemények Buda Pest 1891. *Alferaki*, Kouldcha et le Thian Schan, St-Petersbourg 1891, résumé dans le Geog. Mitteil. 1892. *Kanitz*, Plantarum in exp. spec. Bela Szechenyi in Asia Centrali coll. enumeratio Kolozvar 1891. *Bureau et Franchet*, Plantes nouvelles du Thibet et de la Chine occidentale, recueillies pendant le voyage de M. Bonvalot et du prince Henri d'Orléans, en 1890. (*Journal de Botanique*, v. 1891).

Sous le nom d'Asie intérieure, nous comprenons les domaines où, comme l'indique la carte à la fin du volume, la ration annuelle de pluie n'atteint pas 20 centimètres. C'est la région des hautes montagnes sauvages qui s'étend entre le lac Balkasch, le désert Persique et la dépression de l'Asie centrale et qui comprend les hauts plateaux du Pamir, le Thiân-Schan, contrées auxquelles nous rattachons le versant nord de l'Himalaya. La carte des zones géothermiques nous montre que relativement à la latitude qu'elle occupe, c'est la contrée la plus froide de la terre, car c'est seulement depuis le bord sud de la Caspienne jusqu'en Syr-Daria que règne un climat subtropical à été très chaud, et cette partie (région de végétation aralo-asiennne) fait directement suite à la septième région de végétation du groupe de contrées de la Méditerranée et de l'Orient, également comprises par Boissier dans son *Flora orientalis*.

Si ces conditions spéciales déterminent là, sous le 30<sup>e</sup> parallèle, un climat comparable à celui des domaines polaires, ce climat n'est cependant pas compatible avec l'existence de formations arctiques. On y observe, en effet, des formations assez particulières pour qu'on puisse considérer leur ensemble, qui comporte comme toujours l'adjonction d'un certain nombre de types émanés de flores voisines, comme constituant une région autonome à limites florales naturelles. Elle comprend la *Mongolie*, le *Tibet*, le *Turkestan* et les *Steppes Caspiennes*. Toutes ces contrées correspondent à peu près à ce que Grisebach (V. d. G., Tome I, ch. 4), a appelé « *Domaine des steppes* » qui tient à la fois de la flore de l'Orient et des steppes à Graminées de la Région Pontique à faciès nord-méditerranéen, car c'est entre l'Oural et la Caspienne que ce domaine est le mieux caractérisé. D'ailleurs, les différentes parties qui constituent ce Domaine des steppes sont loin d'être semblables les unes aux autres, et l'on peut distinguer, comme expression de cette diversité, trois domaines floraux principaux : les montagnes de Turkestan à

l'ouest, les montagnes entre la Sibérie et la Mongolie à l'est, le versant intérieur de l'Himalaya au sud. La disposition des chaînes de montagnes où l'on trouve des steppes désertiques et des parties peu boisées est telle qu'on peut distinguer dans ces trois domaines floraux six régions de végétation. A l'est, les limites des formations florales de l'Asie intérieure et de l'Asie orientale sont difficiles à préciser, ainsi que le montrent les statistiques comparatives de Maximowics.

Sur 1,296 phanérogames qu'on connaissait en Mongolie en 1884, il y a une proportion de 80,9 % d'espèces endémiques, 35 1/2 % d'espèces « sibériennes », c'est-à-dire répandues à l'ouest dans les steppes jusqu'à l'Oural ; 46 % ont une aire septentrionale très étendue sans toutefois présenter d'affinités spéciales avec le nord de l'Amérique ; 7 % se retrouvent en Chine et en Mandchourie. Au nord, le domaine forestier uniforme de Sibérie oppose une puissante barrière à ces divers éléments de flore. Au sud ils sont arrêtés de même par la chaîne de l'Himalaya tropical ; ils le sont à l'est, en Chine, par cette formation de buissons à feuilles persistantes qui caractérise la végétation du nord du Céleste-Empire. Mais, vers l'ouest, et surtout vers le sud-ouest la voie est ouverte depuis l'époque tertiaire aux émigrations et aux échanges.

L'Himalaya a une importance particulière. Si son axe orographique correspond à une limite florale naturelle, cette chaîne est tellement étendue de l'est à l'ouest qu'on y peut distinguer divers éléments de flores. Ainsi tandis que par ses versants tropicaux elle se rattache à la flore indienne, par son extrémité occidentale à climat tempéré elle tient à la flore de la mer Méditerranée et de l'Orient ; on y trouve, par exemple, à une certaine altitude, le Cèdre Deodara. Dans la partie orientale avec les Ternstrémiacées, les Magnoliacées et les Lauracées, on retrouve la flore de la Chine et du Japon. Les formations alpines présentent des affinités avec les éléments arctiques, c'est-à-dire avec les éléments purement boréaux-alpins, et sur le versant nord on voit apparaître une nouvelle forme, spéciale à l'Asie intérieure, de ce type fondamental arcto-tertiaire du nord de l'ancien monde. A propos de l'Himalaya, on n'étudiera ici que ce dernier élément ; il sera question du versant sud à propos des Indes.

Les *formations végétales* de ce vaste ensemble de régions sont très uniformes, seuls les déserts et les steppes présentent quelque variété (herbes annuelles, herbes vivaces à racines épaisses, sous-arbrisseaux épineux, plantes bulbeuses) ; autrement dans les forêts

on retrouve le type boréal assez appauvri et, dans les hautes chaînes, les formations alpines sont plutôt des adaptations glaciales de la flore des steppes que des plantes arctiques boréales.

Tandis que certains genres caractéristiques des steppes de l'Iran, l'*Acantholimon*, par exemple, sont rares dans ce domaine, d'autres y figurent avec des espèces représentatives. Parmi les familles, la plus remarquable est celle des Salsolacées (voir ci-dessus, *Deuxième partie* ; Flore des déserts subtropicaux).

Un de ses représentants les plus remarquables est l'*Haloxylon Ammodendron* (Saxaoul), un arbre bas, très singulier. Les formes voisines sont d'ordinaire des plantes herbacées ou suffrutescentes, mais ce Saxaoul ressemble à un têtard de Saule. M. Sorokine a très bien décrit et figuré (voir G. J. XI, p. 125) ses formations qui, dans les déserts de Kizil-Koun, se montrent même là où il n'y a pas d'eau. L'ombre que ces arbres répandent est très faible, car ils n'ont pas de feuilles, et leurs branches, à la base desquels se trouvent les fruits roses, portent seulement des écailles. Une autre espèce, l'*Agropyllum gobicum*, est une grande Salsolacée épineuse de deux à trois pieds de haut, dont les petites graines sont comestibles; elle habite les parties orientales des contrées réunies ici sous le nom d'Asie intérieure. Le Saxaoul, par contre, se trouve depuis le domaine de la Caspienne et celui voisin, de la Perse jusqu'au Tibet, où il monte jusqu'à 4,000 mètres, et dans tout le désert de Gobi; il est très commun dans le désert de Tschoungar et fort développé également sur le versant nord de l'Ala-Schan. Sa limite septentrionale correspond probablement au lac d'Ulungar (47° 1/2 N.); il paraît cependant manquer au Lob-Nor. Le *Salsola arbuscula* est une plante qui croit en massifs.

Certaines Polygonées et en particulier les formes frutescentes (*Calligonum Caput-Medusæ*), les *Atraphaxis*, et à l'est de ce domaine les *Rheum* (Rhubarbes), aux rhizomes épais, caractérisent cette région. Les Tamarix se rencontrent encore dans les plaines salées stériles; par exemple sur les chaînes de Burchan-Budda, le *Tamarix Pallasii*, qui forme des buissons de cinq mètres de hauteur.

Un autre arbuste caractéristique, c'est le Charmyk : *Nitraria Schoberi*, une Zygophyllée que l'on trouve en fleur au commencement de juillet sur le Nan-Schan, à 3.300<sup>m</sup> d'altitude.

Ses baies (de même que celles du *Lycium turcomanicum*) servent d'aliment dans le Zaidam. Au point de vue de sa distribution géographique il présente cette particularité intéressante que, manquant aux régions tropicales, on le retrouve en Australie. Les Astragales sont très nombreuses au Turkestan; parmi les plantes bulbeuses, les genres les plus riches en espèces sont les *Allium*,

les *Tulipa*, les *Fritillaria* et surtout le genre caractéristique *Ercmurus* (ne va-t-il que jusqu'au Thian-Schan?) Une grande graminée des steppes, le *Lasiagrostis splendens*, s'étend également depuis les bords de la Caspienne jusqu'à 3,900<sup>m</sup> dans le Tibet, où il s'avance jusqu'au désert de Tschungar, aux montagnes de Koukou-Nor, de Nan-Schan et de Marco-Polo.

Une Conifère, le *Picea Schrenkiana*, qui présente des affinités avec la Pesse du Caucase, est très répandue et constitue de vastes formations, aussi bien dans la troisième que dans la sixième région de végétation. Un Genévrier, le *Juniperus pseudosabina*, arbre robuste, qui se montre surtout entre 2,500 et 3,400<sup>m</sup>, y est également commun. En dehors de ces deux formes, on trouve surtout des Bouleaux et aussi (mais pas partout) des Trembles. Par contre, des plantes frutescentes de l'Europe centrale atteignent un développement considérable dans ces régions, où elles ont une répartition géographique très large; sur le Koukou-Nor, l'*Hippophaë rhamnoides*, qui monte jusqu'à 3,600<sup>m</sup> d'altitude, atteint 20 pieds de haut. Il est souvent associé au *Myricaria germanica*, qui est la plante montant le plus haut dans le haut Tibet. Parmi les régions de végétation, nous distinguerons les suivantes :

1) *Karakoroum et nord-ouest de l'Himalaya*. — Dans le Pamir se rencontrent une série d'éléments floraux différents. En effet, ces hautes chaînes du Sud-Ouest forment le trait d'union de la flore de l'Asie intérieure avec la flore Orientale et la flore Pontique. La végétation arborescente est très variée, entre 1,200 et 1,500<sup>m</sup>; on y trouve des érables, des peupliers, des cerisiers, des noyers et des genévriers. Ceux-ci montent même avec les saules, les houleaux et un *Ephedra* arborescent jusqu'à 3,300<sup>m</sup> (voir *Geogr. Mitteilungen*, 1883, p. 69, et 1884, p. 81). On sait le charme de la luxuriante végétation du Kaschmir. C'est de l'autre côté de la ligne de partage des eaux de l'Indus que l'on retrouve le caractère de la végétation de l'Asie intérieure. Cette contrée a d'ailleurs été décrite par les frères Schlagintweit, qui nous ont fait connaître les limites altitudinales de la végétation (voir G. J., IX, p. 175); les phanérogames s'élèvent sur ces montagnes à 6,038<sup>m</sup>; le *Myricaria* et le *Tamarix indica* montent à 4,000<sup>m</sup> et 5,000<sup>m</sup>; les plantes frutescentes qui montent le plus haut se trouvent isolément encore à 5,181<sup>m</sup>. Ces chiffres se rapportent à la chaîne du Karakoroum. Sur le Kouen-loun, les limites sont beaucoup plus basses et toujours inférieures à 4,000<sup>m</sup>. Les arbres ne montent pas au-dessus de 2,775<sup>m</sup>, et la limite supérieure de culture de l'orge se trouve à 2,950<sup>m</sup>.

2) *Région de végétation des steppes salées aralo-caspienne*, et  
 3) *Région de forêts et de hautes steppes du Turkestan*. — Cet ensemble constitue un riche domaine floral dont la partie la plus intéressante est le Thian-Schan, depuis le Fergana jusqu'au milieu du désert de Gohi. (Pour la limite entre ces deux régions de végétations 2 et 3, voir Regel).

Dans ces chaînes, les tourbières manquent. On n'y rencontre ni *Vaccinium* ni *Rhododendron* ; par contre, les Salsolacées, les *Eremurus*, les *Ferula*, les *Astragalus*, les *Umbilicus* sont très abondants. On y retrouve le genre *Pistacia* et les Légumineuses suivantes : *Sophora Halimodendron* (Orient!), *Colutea*, *Eremosparton*, *Glycyrrhiza*, *Chesneya*, *Sewerzowia*, *Hedysarum frutescens*, *Alhagi*, *Onobrychis*, *Ononis*, *Trifolium Astragalus*. Dans les parties basses, les marais salés alternent avec les marais d'eau douce, les roselières avec les broussailles, les déserts sahlonneux et argileux avec les pâturages ; sur les points où l'eau est suffisamment abondante, les indigènes se livrent à l'horticulture, qui est très prospère ; sur les bords des rivières, croissent des peupliers.

Cette flore est d'âge relativement récent, car M. Krassnoff admet, avec M. Muschketoff, qu'à l'époque tertiaire le Thian-Schan constituait un groupe d'îles dans une mer qui, s'étendant sur la dépression aralo-caspienne, communiquait par les détroits de la Zoungarie et du Fergana avec la mer intérieure qui couvrait le centre de l'Asie. Plus tard, les glaciers envahirent ces montagnes ; mais le climat humide nécessaire à leur entretien ayant fait place au climat sec qui règne à notre époque sur cette région, ces glaciers finirent par disparaître presque complètement. A l'heure actuelle on trouve encore sur la partie nord de la chaîne des herbages alpins à court gazon, du même type que ceux d'Europe, avec cette différence, pourtant, qu'on n'y rencontre ni tourbières, ni saules nains, ni *Dryas*. Dans la partie moyenne de la chaîne on voit des prairies alpines avec *Festuca*, *Pilagrostis*, *Leontopodium*, *Delphinium caucasicum*, *Pulsatilla albana*, etc., toutes plantes couvertes d'un feutrage de poils serrés qui leur donne un aspect grisâtre. Au sud de la chaîne ce sont des « steppes alpines », avec formes naines de *Stipa orientalis* et *St. capillata*, *Artemisia frigida* et *rupestris*, etc. Le sol est sec et pulvérulent et maintes vallées sont absolument dépourvues de végétation. Cependant, dans ce domaine alpin du Thian-Schan oriental, la flore compte, dès à présent, 250 espèces.

4) *Région nivale et désertique du nord du Thibet*. — Elle s'étend entre la partie septentrionale de la ligne de partage des eaux de l'Indus et la série de chaînes du Kouen-loun, de l'Altyn-tag et du Nan-Schan. Entre celles-ci et l'est du Thian-Schan on trouve des déserts torrides semés d'oasis ou absolument désolés, suivant les régions. Celui qui s'étend au sud de Chami a été traversé par l'explorateur russe Prjevalski. « A quatre jours de route au sud de Chami commence une contrée absolument dépourvue de végétation, couverte à perte de vue de cailloux siliceux, de pierres, de sable et de blocs de lœss. Le sol, dont la température peut dépasser 61° centigrades pendant le jour, se refroidit à peine la nuit. Des tempêtes formidables, accompagnées de trombes de sable, sévissent dans ces contrées sinistres ». Quand on a dépassé les chaînes qui s'étendent vers le sud et qu'on arrive dans le haut Thibet, le caractère change en raison de l'altitude considérable de la contrée où les plantes des steppes désertiques ont peine à se maintenir. Sur le plateau d'une hauteur moyenne de 4,000<sup>m</sup> à 4,500<sup>m</sup> et que domine des sommets atteignant 7,000<sup>m</sup> et dont quelques-uns sont toujours couverts de neige, les pluies sont abondantes en été, mais les autres saisons sont très sèches.

On n'y trouve pas d'arbres mais seulement des arbrisseaux rabougris : des *Hippophae*, des *Potentilla*, des *Reaumuria*. Dans les localités mieux favorisées, ce sont des plaines à graminées avec *Allium*, *Iris*, *Astragalus*. Sur les montagnes, le *Kobresia tibetica*, une grande cypédacée aux tiges filiformes, qui atteint 1/2 à 1 pied de haut, forme des tourbières étendues. Parmi les plantes vivaces alpines, citons les *Werneria*, les *Saussurea* et les *Anaphalis* (plante pubescente), le *Prjevalskia tangutica*, des *Artemisia*, etc.

5) *Les steppes mongoles*, et

6) *La région des steppes et des forêts du Tibet oriental* se trouvent respectivement au nord-est et à l'est de la précédente. La première s'étend jusqu'à l'Altai, la région du Baïkal et de la Daourie sibérienne; la seconde jusqu'aux terres chinoises couvertes de buissons à feuilles persistantes. La flore des steppes mongoles est très pauvre, même en espèces endémiques, dont nous avons cité quelques-unes (voir plus haut, *Flore des déserts subtropicaux*); par contre, celle de la région de steppes et de forêts du Tibet oriental est riche et variée, surtout dans le Koukou-Nor et le Nan-Schan, qui, contrairement à ce que j'avais cru jadis, se rapprochent bien plus du Tibet septentrional que du sud de la Mongolie. On y trouve des forêts de Pesses et de Bouleaux jusqu'à 3,000<sup>m</sup> d'altitude; de nombreux arbustes, des Rhododendrons et des formations de graminées alpines s'y montrent de 3,600 à 4,000<sup>m</sup>.

## 6° Sibérie.

*Bibliographie.* — a) Flores d'ensemble : *Ledebour*, Flora Rossica, 4 vol.; Flora Altaïca et Icones ad Fl. Altaïcam. *Turczaninow*, Flora baïcalensidaburica, 2 vol. *Regel* et *Herder*, Plantae Raddeanae (baïcalenses, amurenses, etc.) in Bull. Soc. Imp. des naturalistes de Moscou et Acta Horti Petrop.

b) Flores spéciales et géographie botanique : *Ledebourg*, Wissenschaft. Reise durch das Altaïgebirge, 1829. *Teplouchow*, Vegetation des Altaï in *Cotta*, Altaïgeb. *Middendorff*, Die Barahá in Mém. de l'Acad. imp. de St. Pétersbg. VII, Tome 14, N° 9. *Radde*, Berichte üb. Reisen im Süden von Ostsibirien 1855/59, in Beiträgen z. Kenntn. d. russ. Reiches, Tome XXIII. *Middendorff*, Die Gewächse Nord und Ostsibiriens, Petersbg. 1864 (voyage dans l'extrême nord et l'est de la Sibérie). *Finsch-Brehm Waldburg-Zeil*, Reise nach Westsibirien 1876. *Kurtz*, Aufzählung der von Graf Waldburg-Zeil gesamm. Pflanzen, 1879. *Herder*, Bericht über die Arbeiten von *Martjanow*, Flora d. Minussinskischen Landes. *Preinus*, Catalog. Plantar. in gubern. Enisseyensi collect. *Krassnoff*, Altaï, in Bot. Jahrb. Syst. IX, Litt. p. 38—67. *Golde*, Aufzähl. d. Pflanzen in der Umgebung v. Omsk in d. Scripta botanica horti Universitatis imp. Petropol., II, 41. *Glehn*, Verzeichniss d. im Wilim-Olekma-Lande ges. Pflanzen, Acta horti Petropol., IV, 3. *Meinshausen*, Nachrichten üb d. Wiluigebiet in Ostsibirien. in Beitr. z. Kenntn. d. russ. Reiches XXVI; *Maack*, Der

Wilui'sche Bezirk d. Gubern. Jakulsk, 3 vol. *Trautvetter et Meyer*, Flora ohotensis phanerogama, 1833 (*Middendorffs Sibir. Reise*, t. 1). *Regel et Tiling*, Flora Ajanensis (1838). *Kittlitz*, 24. Vegetationsansichten v. Küstenländern, etc.; Pl. 17—22 : Kamtschatka.

*Ssolowzow*. Contribution à l'étude phytographique du gouvernement de Tobolsk (en russe). Mémoires de la Société sibérienne de géographie, t. XII, p. 236, 1891. — *Klemenç*. Excursion dans le baut Abakan (en russe). Même recueil, XI, 1891. — *Kryloff*. Le Tilleul dans les montagnes de Kouznetzki-Alataou (en russe). (Annales de l'Université de Tomsk, t. III, 1891). — Pour les travaux relatifs à la Sibérie, voir le recueil périodique publié par l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg, et dont l'édition allemande a pour titre : *Uebersicht d. Leistungen auf dem Gebiet der Botanik in Russland*. — *Sommier*. Un estate in Siberia. Florence, 1883; *id.* Risultati botanici di un viaggio al Ob inferiore, in Nuovo giornale botanico italiano, tome XXIV

Toute la partie nord de cette vaste contrée de même que la partie de la presqu'île de Behring située au nord-est des monts Stanovoï se rattachent, nous l'avons vu p. 326, à la flore arctique. Il nous faut étudier maintenant le reste de ce territoire, savoir : les plaines basses de l'Obi et du Yenisseï jusqu'à la ligne de faite des montagnes où ces fleuves prennent leur source et qui forment la limite entre les steppes de l'Asie intérieure et le domaine forestier sibérien ; puis la contrée au relief plus accusé qui, commençant à l'est du Yenisseï, comprend les bassins secondaires des affluents de ce fleuve et le bassin de la Léna jusqu'aux Monts Jablonoi et aux Monts Kenteï, petite apophyse sibérienne qui s'avance dans la steppe Mongole. A cet ensemble il convient encore de rattacher les côtes de la mer d'Okotsck. Quant à la province de l'Amour, à la province maritime de Vladivostock et à l'île de Sakhaline, il en sera question dans le chapitre suivant, consacré à l'Asie orientale.

Comme on peut s'en convaincre à première vue en regardant la carte qui figure à la fin du volume, le climat de la Sibérie est presque constamment tempéré froid.

Seules, les steppes sibériennes jouissent d'un été plus chaud et de plus longue durée. La ligne bleue qui marque sur notre carte la limite approximative où le sol ne dégèle plus à partir d'une certaine profondeur va en s'infléchissant vers le sud quand on s'approche des longitudes orientales ; inflexion qui témoigne d'une moyenne de température annuelle très basse et qui tient à la rigueur exceptionnelle de l'hiver dans ces contrées. C'est en effet au nord-est de la Sibérie, dans la région de Jakoutsk et de Verchojansk, que se trouve le *pôle du froid*.

Toutefois, M. Woijskof (*Zeitschr. d. deutsch. meteorol. Gesellsch.* 1884, T. I, p. 443) assure que nos cartes d'isothermes nous donnent une idée exagérée du froid dans la Sibérie orientale, attendu que les observations ont été faites dans des vallées où les hivers sont probablement plus froids que dans la région plus septentrionale des toundras. En tous cas, l'absence de froids trop précoces à la fin de l'été ou trop tardifs au printemps rend encore l'agriculture possible.

D'après le climat, M. Supan partage l'ensemble de ce domaine en 3 parties ; ce sont : la Sibérie occidentale, la Sibérie orientale et le Kamtschatka. La partie la plus froide en hiver et la plus chaude en été est la Sibérie orientale, car, dans le Kamtschatka, l'influence de l'Océan se fait sentir et vient adoucir le climat. Le versant sibérien de l'ouest est soumis à des températures plus extrêmes que le versant européen.

Si l'on en excepte quelques districts, par exemple le cours supérieur de l'Obi, où se montrent les formations les plus septentrionales des plantes des steppes de la région aralo-caspienne, d'une manière générale on peut dire que l'ensemble de la flore sibérienne porte ce cachet un peu monotone de la *Région florale du Nord*. Dans l'est, au voisinage de la région de végétation de Mandchourie, l'influence du domaine floral de l'Asie orientale commence à se faire sentir. Les formations sont les suivantes : des forêts de Conifères avec les plantes boréales qui les accompagnent habituellement ; des bosquets de Bouleaux, Trembles, Aulnes et Saules ; les Chênes et les Hêtres et leurs plantes compagnes font absolument défaut.

Les Conifères sont les Mélèzes de Sibérie (*Larix sibirica* et *L. davurica*), ce dernier dans la région du Baïkal et du Wiloui ; l'Arole (*Pinus Cembra*), des Pesses (*Picea obovata*, et dans l'est le *Picea ajanensis*) ; au sud de ce domaine le sapin de Sibérie (*Abies Pichta* ou *sibirica*), le *Pinus silvestris* accompagné des mêmes *Vaccinium* qu'en Europe et de beaucoup d'herbes vivaces des régions circumpolaires. De nombreuses plantes de cette dernière catégorie se montrent à la fois en Sibérie, dans le nord de l'Europe, et dans les montagnes de l'Europe moyenne. Dans un travail récent, M. Kiesenkauff a fait remarquer que ce sont dans tous les cas des sous-espèces d'âge géologique relativement récent, et que celles de la région du Baïkal diffèrent des formes européennes par leur taille plus petite et leurs fruits moins gros et plus acidulés. La flore des districts forestiers les plus septentrionaux est assez pauvre ; ainsi on ne compte que 352 phanérogames dans celui de Wiloui. Les limites septentrionales des principales essences que

ous venons de citer peuvent servir à partager la Sibérie en zones de richesse très inégale du sud au nord où, avec la flore arctique, le nombre des plantes devient de nouveau beaucoup plus considérable.

Eu dehors de la région septentrionale dont il a été question plus haut, on peut distinguer en Sibérie (voir p. 79), quatre régions : la région forestière du nord, à laquelle font suite au sud trois régions bien distinctes qui sont, en allant de l'ouest à l'est, la région des steppes à bouleaux de la Sibérie occidentale, la région forestière de l'Altai et des hautes montagnes qui séparent la Sibérie de la Mongolie, la région forestière de la Transbaikalie. On peut distinguer une cinquième région pour le Kamtchatka ou mieux pour tout le territoire situé entre les Monts Stanovoi et la Mer d'Okotsk. Toutes ces régions se rattachent à la première ou à la troisième division de la zone II (voir plus haut, p. 85).

1° *Région forestière du nord de la Sibérie.* — Elle est couverte de forêts de Mélèzes avec Bouleaux, Pins, Pesses (*Picea obovata*) ; ces dernières moins abondantes. Elle s'étend au sud jusqu'aux latitudes où les Sapins commencent à devenir plus nombreux.

Cà et là s'étendent de grandes taches de toundras avec les plantes arctiques des contrées circumpolaires, telles que *Ledum palustre*, *Linnaea borealis* dans les marais à mousses, des bois de Mélèzes ; *Betula nana*, *Lyonia (Andromda) calyculata*, *Rhododendron parviflorum*, *Pedicularis Sceptum*, etc., se montrent dans les marécages. Il est intéressant de constater dans les parties les plus méridionales de cette région, par exemple aux environs de Jakoutsk, de Kirensk et d'Oleminsk sur la Léna, la présence de Labiées telles que *Dracocephalum Ruyschianum*, *D. nutans*, *Phlomis tuberosa* et de Salsolacées comme *Axyris*, *Teloxis*, *Schoberia*, dont on ne peut pas dire qu'elles sont des plantes circumpolaires. Parmi les grandes plantes herbacées, vivaces, caractéristiques, citons : les *Delphinium*, les *Aconitum*, les *Geranium erianthum* et *pseudo-sibiricum*, le *Conioselinum univittatum*, le *Pleurospermum uralense*, etc.

2° *Région forestière de l'Altai et région des hautes montagnes du sud de la Sibérie.* — Au nord de la limite des steppes, le lac Baikal ou, mieux encore, la chaîne des Jablonoi constitue une ligne de démarcation bien tranchée entre l'est et l'ouest de la Sibérie. La limite entre la région forestière de l'Altai et la région de l'est de la Sibérie peut être représentée par une ligne qui, partant de l'ouest des Monts Kentei et des Monts Jablonoi, suit le

plateau de Witim jusqu'au cours moyen du Viloui. Maximowics a fait remarquer que le maximum de richesse de la flore sibérienne correspond à la partie de ce vaste hémicycle de montagnes, séparant la Sibérie de la Mongolie, située au Nord de la ligne allant de Kouldja dans le Thiān-Schan aux Monts Kentei.

Mais dans ces montagnes la végétation forestière de la Sibérie vient se mêler à celles des steppes Mongoles et des steppes du Turkestan; le versant sud de ces chaînes est presque entièrement couvert par la flore des steppes qui pénètre par les vallées jusque au cœur de la région forestière. La forêt commence où finit la steppe; sur le versant nord dans l'Altai oriental et déjà même dans le Sajan elle s'étend sans interruption, semble-t-il, des pentes montagneuses jusque dans les plaines.

M. Krassnoff a montré que, dans l'Altai, la limite altitudinale des arbres devait, conformément aux données de Teplouchoff admises par Grisebach dans ses publications plus récentes (Abh. p. 416), être reportée beaucoup plus bas que cet auteur ne l'avait dit dans la *Végétation du Globe*. En raison du climat humide et de l'été très pluvieux de ces contrées durant lequel le ciel reste presque constamment couvert de nuages, ces limites ne sont pas, en effet, très élevées dans l'Altai; elles le sont davantage dans le Sajan. La zone forestière la plus inférieure (300-800<sup>m</sup>), qui fait immédiatement suite aux steppes, est peuplée de Pins, de Bouleaux et de Trembles; au-dessus l'arbre le plus fréquent est le Mélèze, puis, par ordre de fréquence, la Pesse, le Sapin de Sibérie et l'Arole. Ce dernier ne se montre pas en-dessous de 850<sup>m</sup> et marque les limites supérieures des formations forestières qui sont à 1,360<sup>m</sup> sur le versant nord, à 1,700<sup>m</sup> sur le versant sud. Parmi les plantes vivaces caractéristiques, il faut citer: des Aconits (*Aconitum septentrionale*, *pallidum*, *barbatum*, *Napellus*, *Anthora* et *volubile*), l'*Atragene alpina*, le *Pœonia intermedia*, l'*Epilobium unguifolium*, le *Geranium sibiricum*, le *Bupleurum aureum*, le *Pleurospermum uralense*, l'*Heracleum barbatum*, le *Pedicularis proboscidea*, le *Senecio Fuchsii* et le *Veratrum album*. Des formations de plantes vivaces alternent avec les derniers bois d'Aroles: plus haut ce sont des prairies de montagnes avec *Trollius usiaticus* et *Aquilegia glandulosa*, *Anemone narcissiflora*, *Viola altaica*, des Geutianes bleues et jaunes; plus haut encore des tapis de *Dryas* avec *Papaver nudicaule*, *Claytonia angustifolia* et *Saxifraga sibirica*. Tout près de la limite des neiges qui oscille entre 2,100 et 2,300<sup>m</sup> on cueille encore le *Sibbaldia procumbens* et le *Ranunculus frigidus*. — Sur le versant nord du Mounkoo-Sardik, dans la chaîne de Sajan, Radde a noté la présence du *Larix* à 2,200<sup>m</sup>, celle du *Betula nana* et des *Rhododendron* à 2,680<sup>m</sup>; à 3,000<sup>m</sup> environ, il a encore trouvé 51 Phanérogames, et le *Drabu ochroleuca* monte jusqu'à 3,200<sup>m</sup>. Sur ce versant, l'arbre dominant est encore le Mélèze, mais sur le versant sud on ne le rencontre guère au-dessous de 1,800<sup>m</sup>.

3° *La région des steppes à bouleaux de l'ouest de la Sibirie.* — Elle présente beaucoup d'analogies avec ce qu'on trouve dans le sud-est de la Russie et s'étend jusqu'aux steppes aralo-caspiennes, dont elle est loin de présenter le caractère de sécheresse torride. Ce sont, au contraire, des plaines marécageuses comme la « steppe de Baraba », qui occupe une grande partie de l'espace compris entre l'Obi à l'est, l'Irtich à l'ouest et l'Om au nord : « c'est une immense plaine très fertile, couverte d'un tapis continu de graminées et de très grandes herbes vivaces, entrecoupée de marécages et parsemée de bosquets. »

La variété des paysages y est très grande et cependant les seuls éléments en sont les massifs de Bouleaux, les herbes et les fleurs de la prairie où les *Heracleum* viennent étaler leurs gigantesques ombelles. Entre Tomsk, Barnaoul et Bijsk, la steppe alterne avec la forêt; plus à l'est, la première a disparu et l'on est en pleine région forestière. Le sol de la steppe est formé soit de terre noire (*Tchernoizem*), soit de sable argileux, soit de terrains salés.

Les formes les plus frappantes sont : *Stipa pennata*, différents *Peucedanum*, *Origanum vulgare*, *Pulsatilla patens* et *Lilium Martagon*, avec de nombreuses herbes vivaces du domaine forestier de l'Altai. Dans les stations humides croissent les puissants *Heracleum barbatum*, le bel *Hemerocallis fulca*, les *Populus nigra*, *alba* et *suaveolens* qui se montrent, associés aux saules, le long des cours d'eau; des Bouleaux et des Trembles qui ne forment pas de grands bois, mais sont d'autant plus nombreux qu'on s'éloigne davantage des steppes aralo-caspiennes.

4° *Région des forêts du Baikal.* — Elle fait suite à l'est à la région de l'Altai et s'étend jusqu'aux monts Jablonoi. Les formations principales sont les mêmes et les formations alpines sont assez peu différentes; toutefois et c'est là une différence avec l'Altai, on trouve, au milieu de ces dernières, des types arctiques des côtes de la mer de Behring et de la mer d'Okotschk.

Les arbres qui montent le plus haut sont l'*Abies sibirica* et le *Pinus Cembra* (Radde). Dans les monts Kentei et les monts Jablonoi, le *Caragana jubata* est caractéristique des régions alpines. Sur le versant méridional, le *Betula alba* monte jusqu'à 1600<sup>m</sup> et le *Pinus silvestris* jusqu'à 990<sup>m</sup>. Le genre Mélèze est représenté par le *Larix dahurica*, épithète qui s'applique d'ailleurs à un nombre très notable d'espèces de cette région. Dès l'année 1842, Turczaninoff avait noté 160 espèces qui ne dépassent pas le Baikal dans l'ouest et parmi elles 3 *Caragana*, 10 *Oxytropis* et 5 *Astragalus*.

La limite orientale de la Transbaikalie correspond à peu près à la rivière Séja dans le haut bassin de l'Amour. Le bassin de la rivière Oud, tributaire de la mer d'Okotschk, se rattache également à cette région.

5° *La région des forêts et des arbres nains du Kamtchatka.* — De toutes les régions forestières de l'ancien monde, c'est celle qui occupe au nord-est la situation la plus extrême, s'étendant depuis les monts Stanovoi jusqu'au littoral de la mer d'Okhotsk et comprenant toute la région montagneuse qui limite cette mer au nord. Si le fond même de cette flore est celui du nord de l'Europe et de la Sibérie, cependant l'influence de la région nord-ouest de l'Amérique septentrionale commence à se faire sentir. D'après von Kittlitz, c'est dans la partie nord-est de la presqu'île du Kamtschatka, qu'on trouve les plus beaux paysages. Les dentelures aiguës des longues chaînes de montagne qui parcourent la péninsule, restent l'année durant revêtues d'une épaisse couche de neige, mais les parties basses sont couvertes de forêts majestueuses ou de prairies verdoyantes. La côte ouest est en grande partie plate, marécageuse, mais tout l'intérieur de la contrée est occupé par de hautes montagnes aux pieds desquelles s'étendent de vastes plaines couvertes de prairies ou de forêts comme celles où se trouvent Kamtchatka, Avatscha et Balchaia Reka, et selon toute vraisemblance, ces formations s'étendent beaucoup plus qu'on ne l'a indiqué dans les cartes des flores de l'Asie de l'Atlas physique de Berghaus. Par contre, la côte d'Ajan, sur la mer d'Okotsk, soumise à un climat très âpre et où l'hiver est très rigoureux, est beaucoup plus pauvre comme flore et comme végétation ; toutefois la présence de *Betula Ermani* nous fait la rattacher au Kamtchatka.

Ce Bouleau aux troncs recouverts d'une écorce grise, crevassée et dont le port rappelle nos Chênes européens, est beaucoup plus commun dans ces contrées que le *Betula alba* ; c'est un des arbres caractéristiques de cette région de végétation. Avec lui, citons pour les essences dicotylédones les Aulnes, les Saules et les Peupliers. Les Conifères sont représentés par le *Larix dahurica* et par une forme du *Picea obovata* connue sous le nom de *Picea ajanensis* ; tous ces arbres sont de type sibérien, mais se trouvent dans le Kamtchatka (et là seulement). Les Conifères du nord-ouest de l'Amérique septentrionale sont représentés par le *Picea sitchensis* et par un *Tsuga*. Parmi les herbes vivaces il nous faut citer le grand *Spiraea kamtchatica* qui, en quelques semaines, atteint trois mètres de hauteur et forme d'épais fourrés ; l'*Epilobium angustifolium*, le *Senecio cannabifolius*, le *Cacalia hastata*, des Lys aux grandes fleurs orangées et surtout de gigantesques Ombellifères appartenant aux genres *Heracleum* et *Angelica* et dont Kittlitz a figuré le port.

A une altitude d'environ 300<sup>m</sup> au-dessus du niveau de la mer, la végétation forestière touffue et les buissons qui l'accompagnent, de même que les herbages de plantes vivaces et de graminées, sont remplacés par

des *arbres nains* qui caractérisent là une région. La forme dominante est une intéressante variété d'Arole, le *Pinus Cembra*  $\alpha$  *pumila* associée à des buissons d'*Alnus incana* et *A. fruticosa*, de *Juniperus dahurica* et qui est tout-à-fait caractéristique des vastes plateaux et des pentes des Monts Stanovoi au nord du 61° parallèle. C'est la également le centre des Rhododendrons du nord-est de l'Asie: *Rh. Kamtschaticum* et *Rh. chrysanthum*, auxquels vient s'associer l'élément arctique descendu du pays des Tchouktsches (presqu'île de Bering) et qui, de là, a la route ouverte vers le sud-ouest de l'Asie.

Les conditions de la Sibérie orientale sont des plus défavorables aux *plantes cultivées*. La raison en est, comme l'ont déjà fait remarquer Middendoff, Erman, Grisebach et autres, que la ligne qui marque la limite au nord de laquelle le sol est toujours gelé, s'infléchit très fortement vers le sud au delà du Jenissei et se maintient à des latitudes relativement basses jusqu'à la côte du Pacifique pour se relever un peu vers le nord dans la presqu'île du Kamtschatka (voir la carte de la fin du volume).

Dans le bassin du Wiloui, la rigueur du climat ne permet pas partout de cultiver des céréales; dans les endroits un peu abrités, à Nourba et à Vilouisk, par exemple, le rendement de culture de l'orge atteint dix fois le poids de la semence; par contre, le seigle n'y est pas cultivable. Dans la plupart des cas, les insuccès en agriculture sont dus à ce que le froid tue les germinations. Jakoustsk, qui est situé un peu plus au sud, peut être considéré comme la limite septentrionale de culture des céréales; c'est d'ailleurs à peu près sous ces latitudes que passe cette limite en Amérique dans la région du Mackensie; toutefois la différence, c'est que là, au cœur de l'été, le sol dégèle jusqu'à 11 pieds de profondeur tandis qu'à Jakoustsk il ne dégèle que jusqu'à 3 pieds. Sur la côte orientale, la limite de culture des légumes et des céréales s'élève jusqu'au parallèle de Nicolaïeff (53°, 30' N.), où, en raison de la qualité du sol, ces cultures donnent encore d'excellents résultats.

### 7° L'Asie orientale

(Mandchourie — Chine — Japon).

*Bibliographie.* — a) Coup d'œil d'ensemble sur les flores et généralités: *Fritsche*, Das Klima Ostasiens, in *Schrencks Reisen und Forschungen im Amurlande 1854—56*, Tome IV (1877). *Woijeikoff*, Klima von Japan, voir Geogr. Mittlgn. 1878, p. 114 et 176. *Hann*, Temperatur und Regenverhältnisse d. Japan. Inseln, Geogr. Mittlgn. 1888, p. 289, Pl. 17.

*Maximowicz*, Florae Asiae orientalis fragmenta, und Diagnoses plantarum novar. asiaticarum, in Mélanges biolog. de l'Acad. imp. de St.-Pétersbg., voir depuis 1866. *Franchet et Savatier*, Enumeratio plantarum in Japonia sponte crescentium, 2 vol., Paris 1872—78. *Forbes et Hemsley*, Index Florae Sinensis (Enumeration of all the plants known from China proper, Formosa, Hainan, Corea, etc.) in Journal Linn. Soc. of London, Botany, t. 23 et 26, en publication.

b) Flores spéciales et géographie botanique : *Schmidt*, Reisen im Amurlande u. auf Sachalin 1868 (Mémoires de l'Acad. St.-Pétersbourg, Ser. VIII, tome XII). *Maximowicz*, Primitiae Florae Amurensis, 1859 (même recueil, IX). Pour les Kouriles voir *Miyabe*, Mém. Boston, Soc. Nat. hist. IV, 1890 et G. J. XV. *Regel*, Tentamen Florae Ussuriensis, 1861 (même recueil, Ser. 7, t. IV). *Id.*, Acta horti petropolitani XI, 1. (Plantes de l'expédition Potanin).

*Möllendorf*, Reisen in der nordchines. Prov. Dschy-li, in Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. Berlin, XVI, 91. *David*, Voyage dans l'Empire chinois, voir *Griseb. Abhandl.* p. 471 et 528. *Franchet*, Plantae Davidianae ex Sinarum imperio (Plantes de Mongolie, du nord et du centre de la Chine), in Nouv. Archives du Museum d'Hist. nat., Paris 183—87. *Franchet*, Plantae Delavayanae (Flore du Yunnan, etc.), Paris 1889 (en publication).

*Rein*, Japan nach Reisen und Studien, tome I, chapitre 7; dans le tome II les plantes cultivées et ce qui est relatif aux forêts. *Jo Tanaka*, Untersuchungen über d. Pflanzenzonen Japans in Geogr. Mittlgn., 1887, p. 161. *Yaroku Nakamura*, Die Japanische Waldflora, in Unters. aus dem forstbot. Institut München, III, 17. *Brauns*, Die Insel Yezo, Verh. Ges. Erdk., Berlin, X, 43. *Engler*, Beitr. z. Flora des südl. Japan u. der Liukiu-Inseln, in Bot. Jahrb. Syst. IV, 353, et VI, 49.

Limitées au nord et à l'est par les contrées que nous venons d'étudier, c'est-à-dire la Sibérie et le groupe de pays que nous avons rangés sous la dénomination générale d'Asie intérieure (voir p. 375), ces contrées sont bornées au sud, par la Région florale Indienne. C'est à cette dernière que se rattache toute la côte de l'Asie orientale, depuis l'embouchure du Mékong, jusqu'au voisinage de Hong-Kong et de Canton et cette flore indienne, caractérisée par des formations se rapportant à des familles et à des genres des tropiques, absolument différents de ce que nous avons vu jusqu'ici, s'avance à l'intérieur des terres, jusque vers la limite de la Birmanie et du Yunnan. L'Himalaya oriental, du moins pour les altitudes moyennes, et le versant sud de cette chaîne, tourné vers l'Assam et le Boutan, se rattache comme flore à l'Asie orientale, au Yunnan, et d'une manière plus générale à la Région de végétation du sud de la Chine. Toutefois, les parties basses de ces montagnes, où règne un climat humide et chaud, sont encore occupées par la végétation tropicale.

On pourrait peut être comparer cette série de régions de végétation de l'Asie orientale, à celle qui, dans la flore atlantique, s'étend vers le sud depuis la Grande Bretagne jusqu'en Espagne, avec cette différence qu'en Asie le domaine tropical qui fait suite au sud, est incomparablement plus riche que le domaine correspondant dans la Région atlantique. Les climats frais avec hivers très rigoureux des contrées les plus septentrionales passent plus au sud aux climats tempérés chauds, très favorables au développement des buissons à feuilles persistantes. Les contrées les plus méridionales de ce groupe sont donc comprises entre le trait bleu et le trait rouge de la carte de Köppen, reproduite à la fin du volume, c'est-à-dire entre l'isothermie de 10° pour le mois le plus froid et l'isochimène correspondant à 4 mois de températures inférieures 20° C. ; elles sont donc intermédiaires entre la II<sup>e</sup> et la III<sup>e</sup> zone de végétation. Il en résulte que les contrées les plus septentrionales de cette série offrent pour l'ensemble de la végétation le caractère de la Région florale du nord ; aussi bien le cours inférieur de l'Amour, de même que le bassin de l'Amgoun, doivent-ils être rattachés à la Transbaikalie. En effet, comme le remarque M. Fritsche, la rigueur de l'hiver à l'intérieur du continent asiatique a pour résultat de rafraîchir singulièrement la température sur toute la partie orientale de ce continent, jusqu'au sud du 20<sup>e</sup> parallèle, si bien que la limite méridionale du sol gelé atteint l'embouchure de l'Amour, où le réveil de la végétation correspond à la fin de mai. Plus en amont sur ce fleuve, ce phénomène plus précoce se produit dès la fin d'avril. A partir du 40<sup>e</sup> parallèle l'hiver est beaucoup moins rigoureux et au nord de ces latitudes les changements thermiques sont si rapides le long des méridiens que, si on examine la carte des isothermes de janvier où l'équidistance entre les différentes courbes est de 2° C., on voit qu'il n'y a pas moins de 11 de ces courbes entre le 40<sup>e</sup> et le 50<sup>e</sup> parallèle.

Ce sont donc là des contrées où l'acclimatation des types de l'Asie orientale aux hivers froids se fait tout naturellement et c'est en même temps ce qui nous explique comment les plantes de la Mandchourie, très résistantes aux températures basses, ont fourni un si fort contingent aux cultures de nos jardins d'Europe.

La connaissance très imparfaite où nous sommes de la flore de beaucoup de ces domaines s'oppose, quant à présent, à la délimitation exacte des *régions de végétation* : un examen plus approfondi et des données plus récemment acquises, m'obligent à apporter

quelques modifications aux limites que j'avais tracées sur la carte 48 de l'*Atlas physique* de Berghaus consacrée aux flores de l'Asie.

La région du *Betula dahurica* et du *Larix dahurica*, qui s'étend dans l'ouest jusqu'au-delà des monts Jablonoi paraît devoir être réunie à celle du *Quercus mongolica* et du *Pinus mandshurica* et rattachée à la région forestière de la Transbaikalie. Celle qui la suit immédiatement au sud-est est celle du nord de la Mandchourie, caractérisée par le *Juglans mandshurica*, et à laquelle la majeure partie de l'île japonaise de Jesso paraît devoir être réunie. Cette région est limitée au sud par les montagnes qui séparent le bassin du fleuve Zoungari du versant de la mer Jaune. Entre cette région mandchoue et celle du sud caractérisée par ces buissons à feuilles persistantes, s'étend au nord de la Chine une région intermédiaire limitée au nord par les monts Chan-Alin et au sud par le Tsinglinchan, au-dessus du coude le plus méridional du Hoang-ho et à laquelle la Corée, dont la flore est encore peu connue, paraît devoir être rattachée. A celle-ci fait suite la région montagneuse de l'ouest du Céleste-Empire qui s'étend jusqu'aux steppes et qui est caractérisée par les buissons de Noyers nains (*Ostryopsis Davidiana*), région dont la limite sud est peut-être le 34<sup>e</sup> parallèle. La plus grande partie de la Chine appartient à une quatrième région, celle des Maquis (beaucoup moins vaste que celle définie dans l'*Atlas physique* par le *Thea* et le *Celtis sinensis*) et qui s'étend jusqu'à la limite nord de la région florale de l'Inde tropicale. La contrée montagneuse du Yunnan au sud-ouest constitue une région bien distincte faisant suite à l'Himalaya, auquel la partie sud de cette province caractérisée sur la carte 48 de l'*Atlas physique* par l'*Ostryopsis Davidiana* doit plutôt être rattachée.

Nous terminerons ce résumé des caractères botaniques de l'Asie orientale en consacrant quelques lignes aux régions de végétation du Japon qui ont été l'objet, dans ces dernières années, d'études assez nombreuses et qui nous sont bien mieux connues. Le premier catalogue des plantes de Chine dressé d'après tout ce que possède l'herbier de Kew est actuellement en cours de publication. L'ancienneté des cultures en Asie orientale complique beaucoup les études relatives à l'origine des plantes cultivées de ces régions. Le Pinseng, *Panax Pinseng* a été trouvé à l'état sauvage par Schmidt sur la rivière Souifoun aux environs de Vladivostock.

1<sup>o</sup> Région de végétation du nord de la Mandchourie. — En raison même de sa condition de premier représentant sur le chemin de l'Orient de ce

remarquable groupe arcto-tertiaire qui compte tant d'espèces en Amérique du Nord, le *Juglans Mandshurica* doit être cité comme caractéristique de cette région. Il est commun dans toutes les forêts d'arbres dicotylédones des collines et des montagnes du district Ousouri, se montre jusqu'à la Boureïa; il atteint l'Amour par 50°, 12' ; sa limite méridionale n'est pas connue. La ligne de végétation de *Pinus mandshurica* est un peu plus septentrionale ; celle du *Pinus ussuriensis* passe au contraire plus au sud. Dans la partie la plus orientale de leur trajet, toutes ces lignes de végétation font un coude brusque vers le sud, passant du 50° au 46° parallèle. En général le *Corylus heterophylla* n'atteint pas la côte du Pacifique sous ces latitudes et s'arrête à l'ouest du district d'Ousouri ; sur l'Amour par 53° N, cet arbuste se rencontre avec le *Quercus mongolica*, une des plantes les plus connues de la Mandchourie, qui monte beaucoup plus haut vers le nord que toutes celles que nous venons de nommer. « Sur le bas Argoun, dit Maximowics, les Cosaques doivent acheter leurs noisettes aux marchands et aux Chinois qui les apportent du haut fleuve. » Un autre petit arbre intéressant et très caractéristique, c'est le *Dimorphantus mandshuricus*, qui est commun sur la Boureïa. Citons encore parmi les plantes frutescentes *Maximowiczia sinensis*, *Actinidia Kolomikta*, *Berberis* et *Vitis amurensis*. Deux Erables, *Acer spicatum* et *A. Mono* se montrent par 54° N. et par 52° 1/2 ; plus au sud le nombre de ces plantes va en augmentant. Maximowics a donné, d'après ses observations personnelles, de remarquables descriptions des formations de Conifères et d'arbres dicotylédones, des prairies, des steppes et des marécages de la province de l'Amour.

2° Région de végétation du nord de la Chine. — Pékin occupe le centre de cette région qui est intermédiaire entre la flore boréale représentée encore par quelques genres et la flore de l'Asie orientale, où figurent surtout des genres d'arbres non circumpolaires. Les maquis d'arbrustes à feuilles persistantes font complètement défaut, du moins en tant que formations spéciales, ce qui constitue une différence capitale avec le sud de la Chine. Les collines arides sont couvertes de broussailles et de gazons raides de *Zizyphus Kampferi* avec *Vitex incisa* et *Lycium chinense*.

Dans les plaines croissent, à l'état sauvage ou cultivés, les arbres caractéristiques : *Paulownia imperialis*, *Gleditschia chinensis*, *Catalpa Bungei*, *Ailanthus glandulosa*, *Sophora japonica*, *Microptelea chinensis* et l'important Mûrier à papier *Broussonetia papyrifera*. Les zones supérieures des hautes montagnes qui se dressent dans l'ouest se rattachent à la région Mandchoue ou à celle de la Transbaikalie et sont couvertes jusqu'à une altitude de 2.000<sup>m</sup> d'épais bois de Bouleaux et de Noisetiers.

3° Région de végétation du sud de la Chine. — D'après les relations de la plupart des voyageurs et en particulier d'après celles de M. l'abbé Armand David, les forêts qui paraissent avoir couvert autrefois les contrées montagneuses de la Chine ont été refoulées dans les vallées et remplacées par des maquis au milieu desquels croissent isolément quelques petits arbres. C'est là qu'on trouve ces arbrisseaux à feuilles

persistantes de la famille des Ternstrémiacées qui constituent le genre *Camellia* (14 espèces) et dont le *Camellia Thea* ou *Thea chinensis* (Thé) est l'espèce la plus célèbre.

D'après les récents travaux de MM. Hemsley et Forbes sur la flore de la Chine, on ne sait pas encore exactement la patrie du Thé, s'il vient de Chine, de Formose, de quelque point du Japon ou même du domaine voisin d'Assam.

Un autre genre caractéristique de cette famille c'est le genre *Eurya* (*E. chinensis*, *japonica*, etc.), dont certaines espèces ont une distribution géographique très large de Ceylan au Japon et en Mélanésie.

Le Camprier se montre à l'état sauvage presque jusqu'à la limite septentrionale de cette région de végétation et la culture lui permet de s'avancer sensiblement plus au nord. En dehors de ce représentant la famille des Lauracées compte encore ici neuf genres d'arbres à feuilles caduques, parmi lesquels les *Lindera*. Un Palmier, le beau *Trachycarpus excelsa* (qui, d'après l'abbé David, s'avance au nord jusque dans la haute vallée du Ilan), figure dans les buissons à feuilles persistantes. Le *Rhus vernicifera* et le *Stillingia sebifera*, bien connus par la matière grasse et la laque qu'ils produisent, croissent également dans ces contrées où des Araliacées, par exemple des *Panax* (*P. quinquefolia*, Ginseng), occupent une place importante à côté d'Abiétinées et de Cupressées (*Gingko*, *Cunninghamia*, *Biotia*, etc.).

4. Région des montagnes couvertes de forêts et formations des hautes chaînes du Yunnan et du Setchouan. — Les provinces du sud-ouest de la Chine, dont l'exploration date seulement de ces dernières années, constituent une région de végétation spéciale, très riche, et qui, nous l'avons déjà dit, présente des connexions multiples avec l'Himalaya. Lorsque l'abbé Armand David (dont les précieuses collections, complétées depuis par le R. P. Delavay, sont conservées au Muséum d'Histoire naturelle de Paris), partant de Tching-Ton (31° N.) dans la direction de l'ouest, eut franchi dans la chaîne qui borde le haut Tibet des cols d'une altitude de 3,000<sup>m</sup>, il trouva des pics de 5,000<sup>m</sup> et vit dans le lointain des sommités encore plus hautes, où la limite des arbres atteint 3,000 et 3,500 mètres. Ce sont principalement des Conifères (5 espèces) qui forment les forêts de ces montagnes où l'*Alnus setchuanensis* monte jusqu'à 2,000<sup>m</sup> d'altitude. Ces régions montagneuses sont humides, et, dans les bois comme dans l'Himalaya, les *Rhododendron* abondent et plusieurs de leurs espèces croissent en épiphytes sur des Pesses, à la manière des plantes tropicales. Les régions basses fournissent des Magnoliacées, des Lauracées, des *Quercus*, et, jusqu'à 3,100<sup>m</sup> d'altitude, on trouve des Bambous associés aux *Rhus*, *Rosa*, *Corylus*, etc. Sur les montagnes basses les *Wistaria* grimpent aux troncs des Pins et des Palmiers (*Trachycarpus excelsa* et autres ?); le vernis à huile de Chine (*Elaeococca verrucosa*) (voir Griseb. *Abh.* p. 533) y est souvent cultivé. Nous voyons donc ici dans les montagnes, une riche flore qui, par son caractère, se rattache à l'Asie orientale et qui est nettement subtropicale, et nous retrouvons sur les hauts sommets les genres boréaux, mais représentés par un nombre d'espèces beaucoup plus considérables que sur notre conti-

ment. C'est ainsi qu'on trouve 20 Primevères, dont 16 espèces nouvelles, 12 Gentianes, dont 10 nouvelles. D'une manière générale, les récoltes du P. Delavay au Yunuan fournissent 40 pour cent d'espèces endémiques. Ainsi l'*Index floræ sinensis* de MM. Forbes et Hemsley s'est accru d'un nombre considérable d'espèces ; si bien que, pour ne citer qu'une seule famille sur 141 Renonculacées que compte la flore de Chine, il y en a 49 endémiques dans le Yunnan, où l'on trouve même des types de sous-familles nouveaux.

B. *Iles comprises entre le 30<sup>e</sup> et le 50<sup>e</sup> parallèle.*

La longue série d'îles qui s'étend dans l'Asie orientale depuis Sachalin au nord jusqu'à Kioussiou et au petit îlot de Yakou-Shîma au sud, présente toutes les transitions de la flore purement boréale à la flore déjà tropicale. On peut y établir sommairement les subdivisions suivantes : 1<sup>o</sup>) L'île de Sachalin au N. du 50<sup>e</sup> parallèle se rattache à la flore des côtes de la mer d'Okotschk et du Kamtschatka ; on trouve là le *Pinus Cembra*  $\alpha$  *pumila* qui est une petite forme d'arbre très caractéristique des plaines marécageuses et des parties basses des montagnes. — 2<sup>o</sup>) Le sud de Sachalin et le nord de Yeddo avec les montagnes de l'intérieur de ces îles se rattachent à la région de végétation du nord de la Mandchourie. D'après M. Braun (*Verh. Ges. Erdk. Berlin X, 43*), c'est dans la partie sud de cette dernière île que la flore commence à présenter le caractère japonais. — 3<sup>o</sup>) La partie sud de Jesso et de Nippon jusqu'au lac Biwa, c'est-à-dire jusqu'au 35<sup>e</sup> parallèle environ, constitue une autre grande Région de végétation dont le caractère endémique est très fortement accentué, principalement dans les arbres à feuilles persistantes et les Conifères des climats froids. — 4<sup>o</sup>) Le sud de Nippon, Sikokou et la plus grande partie de Kioussiou forment une autre région de végétation plus riche encore que la précédente, où dominent surtout les arbres et les arbrisseaux à feuilles persistantes ; sa limite nord correspond à peu près à l'isotherme de 2° en janvier et à l'isotherme annuel de 14°. — 5<sup>o</sup>) L'extrême sud de Kioussiou avec les petits îlots du sud du Japon correspond à une autre région de végétation où le caractère tropical commence déjà à apparaître dans une flore se rapprochant de celle du sud de la Chine ; parmi les plantes les plus remarquables citons *Livistona chinensis*, *Ficus Wightiana*, *Podocarpus Nageia*. L'isotherme de 6° pour janvier et l'isotherme annuel de 16° limitent la région au nord. D'autre part, grâce à la présence de hautes montagnes des espèces septentrionales peuvent descendre assez bas vers le sud.

5° La région de végétation du nord du Japon est caractérisée, d'après Tanaka, par le *Fagus silvatica* et le *F. Sieboldii* et concorde assez bien avec ce que Rein a appelé zone moyenne des forêts d'arbres dicotylédones (l. c. I, 179; *G. J.*, IX, 181). Au sud elle monte jusqu'à 2,000<sup>m</sup> (partie moyenne de Nippon), ou seulement jusqu'à 1,000<sup>m</sup> (nord de Nippon) et s'étend en moyenne sur un déplacement altitudinal de 1,270<sup>m</sup>. Parmi les espèces dont on trouvera la liste dans les *Geogr. Mitteilungen* pour 1887 (p. 165), on compte 7 érables, le *Thuopsis dolabrata*, 1 *Pterocarya*, 2 *Juglans* et 2 Frênes.

6° La région de montagnes boisées du nord du Japon, où croissent l'*Abies Veitchii* et l'*A. trachyphylla*, de même que la région de hautes montagnes à *Pinus Cembra* (var ?; d'après Rein, il y aurait aussi une espèce voisine, le *P. parviflora*), est représentée par un ensemble de petits massifs montagneux isolés qui descendent jusqu'au 34° N. Pour les listes de plantes, voir 4 et 5, in *G. J.*, IX, 181.

7° La région de végétation du sud du Japon, où dominent les formes à feuilles persistantes, est caractérisée par 2 Pins : *Pinus Thunbergii* et *P. densiflora* et un peu plus haut (au-dessus de 400<sup>m</sup>), par l'abondance des Magnoliacées, Ternstroemiacées, Lauracées, etc. Voir la liste des espèces dans les *Geogr. Mitteil.*, 1887, p. 164, et *G. J.*, IX, 181. (Ce sont les Rég. 1 et 2).

## 8. Amérique anglaise. — 9. États-Unis et nord du Mexique.

Bibliographie voir surtout : a) flores et travaux de systématique généraux : *Hooker*, Flora boreali-americana, 2 vol. 1840. *Macoun*, Catalogue of Canadian Plants (Geolog. and Nat. hist. Survey of Canada), 1883 et suivantes ; voir *G. J.*, XI, 130 XIII, 335, XV 384. *Asa Gray*, Synoptical Flora of North America (en publication). *Michaux*, Histoire des arbres forestiers de l'Amérique septentr. 1810—13, 3 vol. Geological Survey of California : Botany by *Sereno Watson*, 2 vol., 1880. *Coulter*, Manual of Rocky Mts. Botany from New Mexiko to the British Boundary, 1885. *Asa Gray*, Manual of the Botany of the Northern United States (nombreuses éditions). *Chapman*, Flora of the Southern United States, 1883. *Gray et Watson*, Contributions to North Amer. Botany, in Proceed. Amer. Acad. Arts and Sc., T. XVII et suiv. Contributions from the V. S. National Herbarium Washington, 1890 et suiv. (Department of Agriculture).

b) Géographie botanique générale ; statistique florale et climatologie : *Physical Atlas of the Dominion of Canada*, Ottawa 1880. *Scott*, Tables, distribution and variations of the atmosph. temperature, in the United States, *Smithson. Contrib.* T. 21, 1876. *Hooker*, Distribution of the North American Flora, Royal Institution of Great Britain, 12 Avril 1878. *Asa Gray*, Characteristics of the North Amer. Flora, *Amer. Journ. of Science* T. 28 (*G. J.*, XI, 131). *Sargent*, Catalogue of the Forest-Trees of N. Amer., Washington 1880 ; voir *Geogr. Mitteilgn.*

1886, p. 238, avec 12 planches; Report on the Forests of N. Amer. excl. of Mexico, Washington 1884, Department of the Interior (excellent travail accompagné de nombreuses cartes de répartition des forêts dans les États-Unis). *Mayr*, Die Waldungen von Nordamerika, 1890. *Sargent*, The Silva of North America, a description of the trees that grow in N. Am. exclusive of Mexico Tome I. (Magnoliacées-Ilicinées). Boston et New-York 1891.

c) Relations de voyages et géographie botanique spéciale dans l'ordre des régions de végétation (I—14) : *Elliott*, An arctic Province, Alaska and the Seal-Is., 1886 (Geogr. Mittlgn. 1887, Littber. N° 311). *Krause*, Reisen im südl. Alaska, Verh. Ges. Erdk. Berlin, X, 284, Zeitschr. Ges. f. Erdk. Berlin 1883, Pl. 9. *Dall*, Pacific Coast Pilot, Alaska, Washington 1879. — *Drummond*, Canadian timber tress, their distribution and preservation, Montreal 1879, avec carte. *Selwyn*, Report of Progress of geol. und natur. history Survey of Canada; on y trouvera une carte des forêts avec les lignes de végétation de 30 espèces d'arbres, 1881. *Bell*, Reports of the Forests of Canada, 1885 (Geogr. Mittlgn. 1885, Litt. No. 342). *Koch*, Die Küste Lahradors und ihre Bewohner (Deutsche geogr. Blätter 1884, p. 151). *Matthew*, Occurrence of arctic a. western plants in continental Acadia (Nat. Hist. Soc. of New Brunswick, avril 1869).

*Bruhln*, Vergleichende Flora Wisconsins, in Verh. KK. zool.-botan. Ges. Wien 1876, p. 229; Beobachtungen über die Erscheinungen im Tier-und Pflanzenleben zu Milwaukee, même recueil, XXV, 811. Geological Survey of Minnesota, T. I, 1886 (carte des limites des forêts et des prairies); voir aussi *G. J.*, XIII, 337, No. 283, *Garrison*, in Ninth annual Report for 1880, p. 201. — *Macoun* in *Selwyn's* Rapport des opérations de l'Exploration géologique du Canada, 1875—76, p. 30 et suivantes : Flora vom Fraser und Peace-R. (*G. J.*, VII, 341). *Dawson*, Distribution of some trees of British Columbia, Canadian Naturalist IX, No. 6 et Report of Progress of Geolog. Survey of Canada for 1879—80, avec carte. *Dawson*, Der Queen Charlotte Archipel, voir Geogr. Mittlgn. 1881, p. 331 avec 16 planches. *Newberry* (Cascade Mts.) in Annals of the New York Acad. of Sciences, III, 242 (1884) et Amer. Journ. of Science, voir Geogr. Mittlgn. 1886, Litteraturb. No. 158.

*Gray et Hooker*, The vegetation of the Rocky Mountain Region a. compar. with other parts of the world, im Bulletin U. S. Geolog. and geogr. Survey, VI, No. 1, p. 1—77, 1881, et un extrait in Botan. Jahrb. Syst. II, 256. *Sargent*, Forest of Central-Nevada in Amer. Journal of Science and Arts, 3 ser., T. XVII, 417 (Botan. Jahrb. Syst. I, 70). *Meehan*, Timber-line of High Mountains, in Proceed. Acad. nat. sc. Philadelphia, 14 Sept. 1880. — *Macoun*, Manitoba and the Great Northwest. 1883. *Christy*, Notes on the Bot. of Manitoba in Journ. of Bot. XXV, 271. — *Vasey*, Report of an investigation of the arid districts of Kansas, Nebraska and Colorado, Washington 1886. Grasses of south west. Washington 1890. (Étude sur les graminées des prairies). *Wied*, Prinz Maximilian zu, Reise in das innere Nordamer. 2 vol. 1841. *Frémont*, Report of the exploring expedition to the Rocky Mts. 1842. Oregon and N. California 1843; Washington 1845. *Loew*, Das westlich

der Rocky Mts. gelegene Gebiet der Verein Staaten, in Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. Berlin, XII, 89 (plantes cultivées).

*Reports of Explorations and Surveys for a railroad from the Mississipi R. to the Pacific Ocean*; T. II; *Torrey & Gray*, p. 113; T. V (1856): *Torrey*, Gila-Flora, und *Durand & Hilgard*, botanical Report; T. VI (1857): *Newberry*, Geogr. botany, Forest-Trees of north California and Oregon; T. VII (1857): *Torrey*, botan. Report Los Angeles — Rio Grande. *Sereno Watson*, Botany in Un. St. Geolog. Exploration of the fortieth parallel, 1871 (Géographie botanique et Catalogue des plantes avec indication des espèces et des genres qui ne dépassent pas le Mississipi dans l'est, Great Basin, Wahsatch & Uintas Mts., Nevada — Utab), *Rothrock*, *Engelmann*, etc., Botany in Lieut. *Wheeler's* Report upon Un. St. geograph. Surveys west of the 100<sup>th</sup> meridian, T. VI, 1878 (*G. J.*, VIII, 270).

*Porter & Coulter*, Synopsis of the Flora of Colorado, 1874. *Vasey*, Charact. veget. of N. Amer. desert, Botan. Gazette XIII, 258. *Tweedy*, Flora of the Yellowstone national park, 1886. *Sargent*, Ber. nordamer. Forstexpedition in Californien und Oregon, Deutscher Garten 1881, p. 420 (*G. J.*, IX, 183). *Le Conte*, The flora of the Coast-Islands of California, in Americ. Journ. Science and arts XXXIV, 457. *Greene*, Notes on Guadalupe Island in Bull. Calif. Acad. I, 214, *Semler*, Die Veränderungen, welche d. Mensch in der Flora Kaliforniens bewirkt hat, in Geogr. Mittlgn. 1888, p. 239. — *Brendel*, Flora Peoriana, 2<sup>e</sup> Edition anglaise 1887 (*G. J.*, XIII, 337). *Arthur*, On some characteristics of the vegetation of Iowa, in Proceed. Amer. Assoc. for the advancement of Science, August 1878. — *Wood & Mac Carthy*, Wilmington Flora. *Curtiss*, Vegetation of the Shell Islands of Florida, in Botan. Gazette 1879.

*Loew*, Lieutenant *Wheeler's* Expedition durch das südliche Kalifornien i, J. 1875, in Geogr. Mittlgn. 1876, p. 327, pl. 18. *Report on the Un. St. and Mexican Boundary-Survey*, by *W. Enory*; in T. II. *Torrey*, Botany of the Mexican Bound. Territory, 1858; *Grisebach*, Bericht über die Leistungen in der geogr. und syst. Botanik 1848, p. 36 (Nouveau-Mexique). — *Engelmann*, On the character of the Vegetation of southwestern Texas in Proceed. Amer. Assoc., V Meet. 1851. *Asa Gray*, Plantae Wrightianae (1852) recueillies au Texas. *Engelmann & A. Gray*, Plantae Lindheimerianae (Texas) in Boston Journ. of Nat. History T. V (1845). *Watson*, Plants collect. in southw. Texas, etc. voir *G. J.*, X, 177. *Bandelier*, Die Grenzgebiete der Verein. St. und Mexikos, in Verh. Ges. Erdk. Berlin, XII, 258.

*Hart Merriam*, Results of a Biological Survey of the San Francisco Mountain Region and desert of the Little Colorado Arizona. (North American Fauna. N° 3. Washington 1890. U. S. Department of agriculture. *Hart Merriam*, The Death Valley expedition, a Biological Survey of parts of California, Nevada, Arizona and Utab. Report on desert trees and shrubs, p. 285. North American Fauna, N° 7, 1893. Report on cactuses and yuccas, p. 345.

*Climat et limites des flores.* — L'Amérique du Nord, qui fait suite au sud au domaine arctique et embrasse quatre zones géothermiques et l'ensemble de nos deuxième et troisième zones de végé-

tation, s'étendant au sud jusqu'aux régions tropicales du Mexique et à l'extrême pointe méridionale de la Floride. Sur cette immense étendue, les forêts alternent avec les steppes et l'on rencontre même quelques petits districts désertiques. Sous le rapport des pluies, deux régions sont particulièrement favorisées : une large bande côtière le long de l'Atlantique et une, généralement très étroite, le long du Grand-Océan. Depuis la Floride jusqu'au cours inférieur du Mississippi, la chute annuelle de pluie est de 1<sup>m</sup>30 à 2<sup>m</sup>; sous les mêmes latitudes, au voisinage du Pacifique, on trouve par contre une région très sèche où la ration annuelle de pluie indiquée sur la carte de la fin du volume est « inférieure à 20 centimètres ». Cette région, qui s'étend jusqu'à la mer, est occupée par des déserts qui contrastent vivement avec les forêts luxuriantes du voisinage de l'Atlantique. Mais, plus au nord, la côte du Pacifique est soumise à un régime beaucoup plus humide, si bien qu'entre le 43° et le 60° parallèle, c'est-à-dire là où les forêts côtières de la Colombie succèdent à celles de la Californie, les pluies dépassent 2 mètres par an.

La grande ligne de partage des eaux de l'Amérique du Nord est caractérisée du 30° au 60° N. par une série de hautes et puissantes chaînes de montagnes où les pluies sont moins abondantes : ce sont les Montagnes-Rocheuses. Par rapport à celles-ci, les autres chaînes n'ont, au point de vue de la division et du développement des flores, qu'une importance très secondaire. Les Montagnes-Rocheuses séparent nettement les domaines floraux atlantiques de ceux du Pacifique; en revanche, il n'y a pas de séparation entre les éléments de la région florale du Nord et les éléments arcto-tertiaires qui peuplent aujourd'hui les parties subtropicales de l'Amérique. Là, bien plus encore qu'en Asie orientale, on voit la transition graduelle d'un type à un autre, depuis les forêts de chênes à feuilles persistantes, où figurent les Lauracées, jusqu'aux forêts de Pesses et de Bouleaux du Nord. L'élément arcto-tertiaire est plus richement représenté dans le nord de l'Amérique que partout ailleurs, et il s'y est adapté à des températures hivernales très basses, car, sur le versant de l'Atlantique, même dans la région forestière, le froid est très rigoureux.

La limite de température correspondant à la séparation des deux régions florales de l'Amérique du Nord et de l'Amérique moyenne est donc rien moins que précise. Car les espèces se comportent très différemment d'une part à l'égard du froid, d'autre part dans la lutte qu'elles ont à soutenir avec les formations subtropicales.

On ne saurait par conséquent tracer de limites qu'entre les deux régions à étés très chauds et à étés tempérés, limites qui correspondraient à peu près à la ligne de Köppen, passant au sud des Grands Lacs. Cette limite n'existe pas dans la partie plus fraîche de la Californie subtropicale. On peut plutôt établir des distinctions entre ces contrées en se fondant sur la valeur des moyennes de température de janvier et de juillet et le trajet des isochimènes et des isothermes : l'isotherme de 20° C. pour juillet, montant dans le Nord jusqu'au 54° parallèle, pour s'infléchir brusquement au sud vers la Californie, et l'isotherme de 0° pour janvier, traversant les États situés au bord de l'Atlantique. Ces courbes isothermiques, auxquelles correspondent des lignes de végétation de parcours très divers, ont été tracées par Hann dans l'Atlas physique de Berghaus (carte 29). Dans bien des cas, les lignes de températures correspondent exactement aux lignes de végétation : par exemple, l'isotherme annuelle de 15°5 C., et l'isochimène de 7° C., et l'isothère de 25° marqueut la limite septentrionale des Palmiers dans les États du Sud de l'Atlantique (G. J., VII, 237).

Les observations phénologiques relatives à l'Amérique du Nord sont encore assez peu nombreuses. Il est certain toutefois qu'en raison des froids rigoureux, le printemps est beaucoup plus tardif qu'en Europe. M. Bruhin a fait pendant six années des observations dans le Wisconsin, à Milwaukee, par 43° N. Habituellement, la neige n'y fond pas avant la seconde moitié de mars, et c'est vers la fin du mois de mai que les buissons se couvrent de feuilles; le *Fragaria virginica* mûrit ses fruits à la mi-juin; les seigles sont mûrs à la mi-juillet. Les fleurs printanières (*Caltha*, *Anemone nemorosa*, *Prunus cerasus*) apparaissent un mois plus tard qu'en Belgique et en France, une à deux semaines plus tard que dans le nord-est de l'Allemagne et quelques jours seulement plus tôt qu'à Pétersbourg et à Moscou. Ce sont ces phénomènes qui caractérisent la partie méridionale de la région florale du Nord vis-à-vis de la région des prairies du Missouri.

*Formations. — Espèces caractéristiques. — Lignes de végétation.* — Dans les formations végétales, on doit distinguer deux grandes catégories. A) Celles de la région florale du Nord. B) Celles de l'Amérique moyenne.

La première ne comprend que deux domaines, celui du Pacifique et celui du Canada, au voisinage de la baie d'Hudson; le second

renferme le domaine californien, celui qui s'étend de la Virginie à la Floride, et deux domaines intérieurs peuplés de xérophytes. Le plus riche, celui du sud, comprend le nord du Mexique et le Texas, celui du nord, comprend les steppes du Missouri et des Montagnes-Rocheuses et s'étend jusqu'au Canada.

A : Les formations arctiques des toundras descendent jusque dans les fjords du Labrador. Plus au sud on trouve une large zone de forêts que domineut de hautes chaînes neigeuses et dont le caractère septentrional est bien accusé depuis le Youkon et la Colombie jusqu'au-delà des Grands Lacs. La Pesse blanche (*Picea alba*) marque la limite septentrionale des forêts de Conifères, un Bouleau (*Betula papyracea*) celle des essences feuillées du nord ; le *Larix americana* commence un peu plus au sud que le *Picea alba*. Sous des latitudes plus basses on observe de nombreuses lignes de végétation d'arbres du Canada. Un Sapin (*Abies balsamea*), qui donne le Baume du Canada, aussi résistant au froid que le Sapin de Sibérie. Avec le *Thuia occidentalis* et les chênes (voir plus haut *Les Cupulifères*), on atteint la limite méridionale de ces formations et des arbres dicotylédones très variés alteruent avec des Conifères comme le *Pinus Strobus* des bords de l'Atlantique. Parmi les lignes de végétation importante citons celles du *Fagus ferruginea* (Nouvelle-Ecosse, — Nouveau-Brunswick, — Québec, — Ontario) et celle du *Juglans cinerea*.

Dans la région forestière du nord du Pacifique la ligne de végétation la plus importante est celle du *Pseudotsuga Douglasii* (voir dans mon *Atlas de la distribution géographique des Plantes* la carte n° VII des flores de l'Amérique; Berghaus, *Atlas physique*, carte n° 50), puis celle du *Thuia gigantea* et celle du *Quercus Garryana*, qui rappelle les Chênes d'Allemagne.

Ces forêts de l'Amérique du Nord sont entrecoupées de prairies, de marais et de landes de sous-arbrisseaux, comme dans le nord de l'Europe, mais il va de soi que la majeure partie des espèces qui y figurent ne sont que représentatives de celles que nous avons chez nous. Ici, rappelant le *Panax* de l'Asie orientale, nous retrouvons de gigantesques Araliacées, en particulier un arbuste social, le *Fatsia horrida*, dont Grisebach a déjà parlé (voir *Végétation du Globe*, Tome II, p. 376). Les Ericacées (voir plus haut, p. 170), sont représentées par les 4 espèces de Vacciniées de l'Europe moyenne et par un plus grand nombre d'espèces spéciales à l'Amérique ; les plus largement répandues sont l'*Andromeda polifolia*, le *Lyonia calyculata*, les *Cassiope* et

autres arbrisseaux circumpolaires. Le *Betula nana*, le *Linnaea* et les *Empetrum* habitent les tourbières des bois et les hautes montagnes. Comme on pouvait s'y attendre les Montagnes-Roebeuses fournissent le plus fort contingent d'espèces alpines, auxquelles viennent se mêler de nombreuses espèces arctiques, et les mêmes associations se retrouvent sur les Monts-White, dans le New-Hampshire, près de l'Océan Atlantique.

Sur cette petite chaîne, les formations glaciales apparaissent déjà à 1,200<sup>m</sup> et se montrent jusqu'aux sommets; le *Picea alba* et l'*Abies balsamea* marquent la limite des arbres; les essences feuillées montent jusqu'à 600<sup>m</sup> d'altitude. Dans la chaîne des Alleghanys, les choses sont bien différentes et les sommets eux-mêmes sont boisés.

B. La moitié sud du domaine de l'Amérique moyenne est caractérisée par des forêts où les Conifères se rencontrent avec les arbres à feuillaison estivale. La famille des Lauracées est représentée ici par des arbres à feuilles caduques, le Sassafras et le Benjoin (*Fever-bush*), qui, en dehors des stations de l'Asie orientale dont nous avons déjà parlé, ne se rencontrent guère que sur les bords de l'Atlantique. Même, une Lauracée à feuilles persistantes, le *Persea Carolinensis*, s'avance jusque dans les marais de la Delaware, mais les flores l'indiquent comme rare et en tous cas cet arbre ne forme pas de massifs dans ces forêts où les hivers sont rigoureux (voir plus haut, p. 242). Des lignes de végétation fort intéressantes sont également celles de ces arbres à feuilles caduques qui, comme les *Gymnocladus*, les *Gleditschia*, les *Pavia* et les *Liriodendron*, se rattachent à des formes des contrées subtropicales plus chaudes, se montrant déjà avec les Magnoliacées à feuilles persistantes dans les parties les plus méridionales de la contrée qui nous occupe; là de grandes Ericacées (*Andromeda*, *Leucothoë*, *Oxydendron arboreum*!) offrent tous les passages des végétaux à feuilles persistantes aux végétaux à feuilles caduques et tous, relativement aux trajectoires des isochimènes montent très haut vers le nord. Au point de vue de la limite des arbres, il est encore intéressant de remarquer que la catégorie des essences à feuilles persistantes ne sort pas des climats subtropicaux à hivers doux; le « Chêne de vie de Virginie » *Quercus virens*, qui rappelle nos chênes-rouvres (*Q. sessiliflora*) du sud de l'Europe, est avec l'*Olea americana*, l'espèce qui s'avance le plus loin; puis viennent le *Pinus australis*, qui constitue dans les *Pine-barrens* des for-

mations importantes, des *Magnolia* et des *Gordonia*, enfin les Palmiers avec le genre *Sabal* et en particulier le *Sabal Palmetto*, qui est le représentant le plus septentrional de la famille.

Toutes ces plantes montent sur la côte atlantique jusqu'au cap Hatteras et à la baie de Chesapeake et toutes leurs lignes de végétations courent nord-est sud-ouest parallèlement à l'axe des Alleghany qu'elles contournent au sud vers le 33° ou le 34° parallèle pour se diriger est-ouest vers le Mississipi où elles s'arrêtent; parfois même elles se prolongent jusqu'au sud-est du Texas.

La bande cotière du Pacifique, plus pauvre, ne possède pas ces groupes d'origine arcto-tertiaire qui se trouvent à la fois, nous l'avons dit, en Asie orientale et sur la côte atlantique de l'Amérique du nord.

L'arbre à feuilles persistantes caractéristique est ici le *Castanopsis chrysophylla* qui joue un rôle très important au-dessous du 45° parallèle. Cette Cupulifère monte donc très haut dans le nord. Le « Chêne de vie » californien est le *Quercus chrysolepis*, bel arbre du Coast-Range et de la Sierra-Nevada. On le voit, les espèces caractéristiques sont toutes différentes à l'est et à l'ouest du continent américain.

Les *Pritchardia* (*Washingtonia*), Palmiers flabelliformes comme les *Sabal palmetto*, remplacent ces derniers du côté du Pacifique. Quant aux Conifères, nous en avons parlé plus haut (voir III<sup>e</sup> Partie).

D'immenses régions de steppes, de déserts et de plaines à graminées viennent interrompre les forêts. C'est ce qu'on voit entre les Montagnes-Rocheuses dans l'ouest et le Missouri dans l'est, et ces formations montent au nord jusque dans le Canada. Elles offrent donc des rapports comparables à ceux de la flore Pontique, avec le domaine forestier de la Russie moyenne et les Balkans. Au-dessous du 35° ou du 37° parallèle, on voit apparaître des formes de végétation que nous n'avions pas encore rencontrées. Ce sont : le *Cereus giganteus*, dont M. Wheeler, dans son travail sur l'Arizona, a figuré les formations; de nombreuses espèces de *Yucca* (voir Grisebach, V d. G., II, p. 419); l'Arbre à Créosote (*Larrea mexicana*) (voir plus haut, p. 263), et les Mezquites (*Prosopis*). Toutes les lignes de végétation de ces plantes spéciales mériteraient d'être étudiées. Une étude analogue serait également bien désirable pour les formations de steppes désertiques du bassin des Montagnes-Rocheuses, toutes couvertes d'herbes vivaces grissâtres, telles que le *Sage-brush* (*Artemisia tridentata*), des Salsolacées, par exemple la *White-Sage* (*Eurotia lanata*) toute feutrée de

poils blancs, le Greasewood (*Sarcobatus vermiculatus*), des *Atriplex* et des *Suaeda*. Jusqu'à la Saskatchewan au nord ces plantes jouent dans les formations des steppes un rôle très considérable.

On a prétendu que les prairies du nord-est des États-Unis n'étaient pas spontanées et on a voulu attribuer ces vastes formations de graminées à l'action combinée des troupeaux de buffles, si nombreux dans la région, et des incendies allumés par les Indiens. Je crois, avec Mayr (l. c., p. 223), qu'à l'origine ces prairies étaient spontanées sur un espace relativement restreint, et qu'effectivement les incendies ont beaucoup favorisé leur extension vers l'est. Le fait est d'autant plus probable que c'est précisément au moment de grande sécheresse, en septembre et en octobre, c'est-à-dire au moment où le feu se propage le plus facilement, que les vents d'ouest prédominent. D'ailleurs la présence de la terre noire, qui témoigne de l'existence d'anciennes formations herbacées à la place desséchée d'anciens bassins lacustres, entraîne presque forcément la présence de ces vastes plaines à graminées. Ainsi ces prairies résulteraient de successions normales de formations, et devraient occuper cette région, alors même que la ration annuelle de pluie ne tomberait pas, comme ici, au-dessous d'une certaine valeur, laquelle n'est d'ailleurs pas incompatible avec l'existence de la végétation arborescente.

D'autre part il ne faut pas oublier que les grandes formations déterminent toujours un ensemble de conditions favorables à leur maintien, conditions que la culture peut toutefois modifier très vite.

Les *plantes cultivées* en Amérique du nord proviennent de l'ancien continent, et les plantes indigènes ne fournissent aux cultures qu'un très petit nombre d'éléments, du moins pour les usages européens, car les indiens utilisent un grand nombre de plantes américaines (voir G. J. XIII, 337(1)). Le Riz d'eau (*Zizania aquatica*) constitue encore, à l'occasion, l'aliment principal des races sauvages. Il en est de même des glands et des fruits de pin, au moins dans les États-Unis et le nord du Mexique. Peu de plantes de cette région sont l'objet de cultures tant soit peu importantes, la majeure partie des plantes cultivées étant originaires de l'Europe et de l'Orient. Il sera question plus loin du Maïs qui est indigène de contrées très voisines de la partie sud de cette région. L'origine de quelques espèces de Haricots (*Phaseolus*), employés aujourd'hui, doit

(1) H. Semler, Die Veränderungen welche der Mensch in der Flora Kaliforniens bewirkt hat (Geogr. Mitteil, 1880, p. 239, t. 34.

probablement être cherchée dans ces contrées (G. J. XIII, 314 (1) ; il en est de même du Topinambour (*Helianthus tuberosus*).

On peut distinguer pour les plantes cultivées de l'ancien monde et pour le maïs, comme pour les formations spontanées, différentes aires géographiques. Encore qu'elles ne soient pas localisées au domaine des steppes à graminées, c'est dans ce domaine qu'elles montent le plus au nord, et le maximum d'extension septentrionale des cultures aussi bien que des steppes à graminées se trouve à l'est des Montagnes-Rocheuses. Sur la côte occidentale, de même qu'en approchant de la baie d'Hudson, la ligne qui marque la limite de ces cultures subit une inflexion notable. Ainsi la grande culture du Maïs s'arrête déjà sur la côte ouest au-dessous du 45<sup>e</sup> parallèle et d'une manière générale dans les autres parties vers le 51<sup>e</sup> degré ; dans l'est sur la Saskatchewan les cultures de cette plante montent au nord du 53<sup>e</sup> parallèle.

Le Froment est cultivé au pied des Montagnes-Rocheuses jusqu'au fort Liard par 60° N. sur un affluent du Mackensie ; l'orge et les pommes de terre montent le long de ces méridiens jusqu'au 63<sup>e</sup> degré et les raves jusqu'au 67<sup>e</sup>. Le cercle polaire marque donc au Canada la limite septentrionale des cultures.

*Régions de végétations.* — En tenant compte des différences de résistance au froid des espèces qui constituent les formations des différentes catégories : forêts, steppes ou plaines à graminées, aussi bien que des écarts que nous montrent les côtes des deux océans sous le rapport de la distribution des plantes en latitude entre le 50<sup>e</sup> et le 30<sup>e</sup> parallèle, on peut distinguer dans cet ensemble de contrées 14 régions de végétation. Ces divisions concordent en général avec celles indiquées sur la carte des flores de l'Amérique du Nord dans l'*Atlas physique* de Berghaus (carte n<sup>o</sup> 50) ; cependant j'introduis ici une modification importante en intercalant, d'après les travaux de M. Sargent, une *Région atlantique d'arbres à feuillaison estivale*, entre les Grands Lacs au nord et les formations d'arbres verts des États du sud. Le travail de ce savant botaniste, inséré dans les *Geographische Mitteilungen* pour 1886, caractérise si bien les formations forestières de l'Amérique du Nord que je ne saurais mieux faire que d'y renvoyer le lecteur.

Les 3 premières régions de végétation du Nord appartiennent strictement à la Région florale septentrionale.

(1) Wittmack, Unsere jetzige Kenntniss vorgeschichtlicher Samen Ber. deutsch Bot. Ges., 1886 ; *id.*, Die Heimath der Bohnen und der Kürbisse, *ibid.*, 1888.

Celle qui suit établit le passage des éléments de la flore des steppes de l'Amérique du Nord aux prairies septentrionales. L'ensemble des 7 dernières régions (de 7 à 14) constitue une région florale spéciale, celle de l'Amérique moyenne.

1. *Région de glaciers, de forêts et de buissons de l'Alaska*, avec flore glaciale arctique (l'extrémité sud atteint la côte un peu au-dessous du 60<sup>e</sup> parallèle N.). — La végétation de l'Alaska est très peu développée; la carte qui a été publiée en 1886 dans les *Geographische Mitteilungen* (pl. 12) peut faire illusion à cet égard, car elle en donne une idée exagérée. La haute chaîne de montagnes dont fait partie le Mont Saint-Élie et qui borde cette presque île au sud n'est qu'un immense massif de glaciers, dans lequel la côte presque toute entière paraît entaillée. En quelques points seulement, le long des torrents qui mugissent, de pauvres forêts isolées peuvent s'établir sur le limon ou les éboulis. Les nouvelles explorations de MM. Elliot et Seton-Karr nous ont révélé l'existence d'arbres dicotylédones et de Conifères sur les gigantesques moraines de ces glaciers jusqu'à une altitude assez grande. Au nord des monts Alaska, on trouve des forêts le long du Youkon; mais, comme dans le Kamtschatka, en beaucoup de points, ces forêts ne vont pas jusqu'à la côte qui, au point de vue botanique, se rattache, nous l'avons vu, à la flore arctique et à la région de la mer de Behring; et, en tout cas, passé le cercle polaire, la forêt ne tarde pas à disparaître.

Dans la puissante chaîne du Mont S<sup>t</sup>-Élie les terrains sont, d'après M. Elliot, couverts de *Picea sitchensis*, qui est une des Conifères caractéristiques des contrées de la mer de Behring. Dans le majestueux panorama de la baie du Prince William, les Conifères en forêts épaisses couvrent les pentes des montagnes, dont les sommets atteignent 3,000<sup>m</sup> depuis le niveau de la mer jusqu'à 300<sup>m</sup> d'altitude. Vers l'ouest, la limite occidentale des arbres coupe l'île Kadiak; aux Aléoutiennes la végétation ligneuse n'est plus représentée que par des buissons, des saules et des Ericacés arctiques qui, comme de raison, figurent partout dans la flore forestière de l'Alaska. Ce qu'il y a de plus caractéristique dans cette presque île, c'est qu'elle est le rendez-vous d'arbres et d'herbes vivaces du domaine de la baie d'Hudson et du domaine de la mer de Behring. De plus l'arbre le plus septentrional, le *Picea nigra* (?), qui arrive des côtes de l'Océan Atlantique à travers tout le nord de l'Amérique anglaise, et le *Betula papyracea* marquent la limite de la végétation arborescente dans le bassin de Youkon. Ces deux espèces sont les plus importantes; à côté d'elles il faut citer le *Populus balsamifera* et le *Populus tremuloides*; cette dernière espèce descend au sud jusqu'à la limite des steppes à graminées, et s'avance vers l'est jusqu'à Terre-Neuve.

2. *Région forestière du Canada.* — Elle commence à l'Alaska et dans le nord des Montagnes-Rocheuses, comprend le bassin du Mackensie, le territoire situé au sud et au sud-est de la baie d'Hudson jusqu'au Labrador et à Terre-Neuve, ne dépassant au sud le 50° parallèle que dans la partie orientale. Ainsi le sud du Canada n'en fait pas partie. La toundra la limite au nord. La côte du Labrador est couverte d'une riche flore arctique présentant beaucoup d'affinités avec celle du Groenland, tandis que le tronçon septentrional des Montagnes-Rocheuses depuis l'Alaska possède d'autres espèces arctiques. Ce qui domine là ce sont des forêts monotones de Conifères et les quelques espèces dicotylédones précitées.

Le *Picea alba* (*White Spruce*) est encore ici une des espèces principales, mais il paraît être souvent remplacé par le *P. nigra*; c'est un arbre des forêts sèches, où il s'associe aux peupliers et aux bouleaux. D'après Macoun, de toutes les Pesses orientales et occidentales jusqu'au Youkon, ce ne serait pas celle qui monte le plus haut au nord, car elle s'arrête peut-être aux Montagnes-Rocheuses. Le *Picea nigra* (*Black Spruce*) est, depuis Terre-Neuve jusqu'au nord de la Colombie et aux côtes de la mer Glaciale, l'arbre qui recouvre la plus grande superficie dans les terrains humides. Sous le 65° parallèle, on le retrouve encore associé au *Betula papyracea*. Le *Picea rubra* constitue une troisième espèce (ou variété). Un Pin, le *Pinus Banksiana*, forme d'importantes forêts jusqu'à l'embouchure du Mackensie; les autres espèces du même genre se tiennent sous des latitudes moins septentrionales. Le *Rubus chamaemorus* est une des plantes les plus habituelles des tourbières.

3. *Région des Lacs.* — Limitée au nord par la région du Canada (vers le 50° parallèle), elle comprend à l'ouest toute la côte atlantique, depuis le Nouveau-Brunswick (d'après M. Sargent déjà depuis le sud de Terre-Neuve) jusqu'à Philadelphie, envoie une apophyse le long de la partie N. des Alleghanys, du 40° au 37° parallèle, et, embrassant les grands lacs, s'étend au nord-ouest jusqu'au lac Winnipeg. M. Sargent rattache déjà les alentours du lac Erié aux forêts à feuillaison estivale du Mississipi. Cet ensemble représente donc la plus grande moitié de la région forestière du nord de l'Amérique, définie sur la carte VII de l'*Atlas physique* par la présence du *Tsuga canadensis*, de l'*Ulmus americana* et du *Juglans nigra*. Les deux premières de ces espèces appartiennent surtout à cette région de végétation limitée, dont le principal caractère serait, d'après M. Sargent, la présence de vastes forêts de *Pinus Strobus*. C'est dans les forêts du Mississipi que les noyers sont le plus développés; toutefois les lignes de végétation, tant septentrionales que

méridionales, de ces diverses essences, empiètent sur les domaines voisins, de telle sorte que la Région des Lacs offre, au point de vue botanique, une très grande variété.

Le *Tsuga canadensis* est l'arbre dominant en Nouvelle-Écosse et au Nouveau-Brunswick, à Québec et à Ontario. Sa limite septentrionale coupe le Saint-Laurent au-dessous de Québec et, traversant l'extrémité nord du lac Temiscamang, la rivière Ottawa, atteint la rive orientale du lac Supérieur et Agawa, au sud de la rivière Michipicoten (R. Bell). L'Orme d'Amérique (*White Elm*) paraît avoir une distribution analogue, mais il s'enfonce plus avant dans les terres, se montrant à l'ouest de Toronto et dans tous les districts des lacs Erié et Huron, où il est extraordinairement développé, comme nombre d'individus et aussi comme taille, puisque, après le *Pinus Strobus*, c'est le plus grand et le plus gros des arbres du Canada. Il s'avance sur le Saskatchewan jusqu'à Cumberlandhouse par 54° 1/2 N. (Macoun.)

Étant donnée sa distribution à l'intérieur de la région forestière des Lacs et que c'est un type boréal, j'inclinerai à ranger les districts où il se montre plutôt dans cette région que dans celle (n° 10) du Mississipi. Deux Frênes sont encore, avec le *Tilia americana*, caractéristiques de cette région, qui, comparée à l'Europe, offre une richesse et une variété de forêts vraiment extraordinaires (voir, par exemple, Asa Gray, in G. J., XI, 131-133). M. Macoun a donné une liste des principales espèces où il a ajouté les espèces occidentales représentatives (voir G. J., XI, 130, et XIII, 335). Il y a à peu près 14 Conifères : 5 *Pinus*, 4 *Picea* ou *Abies*, 1 *Larix*, le *Thuja occidentalis*, 1 grand *Juniperus* et 2 petits, 1 *Taxus*; parmi les Cupulifères, il faut citer 8 *Quercus* (*Q. alba*, *macrocarpa*, *bicolor rubra*, etc.), 1 *Castanea* (encore abondant à Toronto), 6 *Betula*, 2 *Alnus*, le *Fagus ferruginea*, 2 *Corylus*, l'*Ostrya virginica* et le *Carpinus caroliniana*, 2 *Corylus*. Les Salicinées sont représentées par 14 Saules et 5 Peupliers, toutes formes boréales auxquelles viennent s'ajouter 2 *Juglans*, 4 *Carya* (ces deux genres représentés par leur forme la plus septentrionale) et le Platane d'Amérique, *Platanus occidentalis*.

D'après M. Macoun ce dernier paraît avoir sa limite orientale au Canada dans la vallée du Don, près de Toronto, mais il est encore fréquent et de très belle venue dans l'ouest d'Ontario.

Ici encore, par conséquent, les groupes arcto-tertiaires atteignent des latitudes plus élevées à l'intérieur du continent.

4. *Région côtière des forêts de la Colombie.* -- Il a déjà été question plus haut des lignes de végétation de trois arbres qui caractérisent cette région, et aussi de la limite septentrionale très importante du *Castanopsis chrysophylla*. Cette dernière espèce seule délimite très nettement deux régions, car elle marque la frontière septentrionale de la région côtière de Californie. Le *Pseudotsuga Douglasii* (Pin de Douglas) ou *Douglasia* des forestiers s'enfonce à l'intérieur du continent et se montre à la fois dans le sud de la quatrième région et dans le nord de la neuvième. C'est proba-

blement sur ce fait que M. Sargent, dans son travail sur les forêts américaines souvent cité ici, s'appuie pour n'établir aucune subdivision dans les formations forestières de la côte Pacifique entre le 39<sup>e</sup> et le 35<sup>e</sup> parallèle. En tous cas ce mode de division ne serait pas acceptable pour une classification des régions établie d'après l'ensemble de la flore.

Les observations de M. Krause sur le bassin du Chicalt (39° N.), nous ont fait connaître l'extrême nord de cette région colombienne si différente de ce qu'on observe sur le versant atlantique sous des latitudes correspondantes. Là les hivers sont encore très rigoureux puisqu'on a noté le 23 janvier 1882 — 23° C; la neige fond en avril et c'est au milieu de ce mois que les saules épanouissent leurs chatons. C'est la patrie des gigantesques Araliacées auxquelles on a donné le nom de *Devils Walking sticks* (cannes du diable). Les seules conifères sont : le *Thuia excelsa* = *Chamaecyparis mulkaensis*, le *Thuia gigantea* et le *Picea sitchensis*, car le Sapin du Pacifique (*Tsuga Mertensiana*) ne dépasse pas 54° 1/2 N; c'est également la limite approximative du *Douglasia*. Ajoutons que des recherches récentes tendraient à prouver que sous le même nom on confondrait deux *Douglasia* que rien ne distingue extérieurement, sinon leur inégalité de résistance au froid.

L'île de Sitcha et celle de Vancouver sont bien connues; de la première nous possédons les belles descriptions de Kittlitz publiées dans son voyage au Kamtschatka. Cet auteur a fait remarquer que c'est seulement à l'ouest qu'on trouve une végétation luxuriante s'élevant à une grande hauteur sur les pentes des montagnes, mais l'arête montagnaise de l'île correspond à une ligne de séparation bien tranchée, à l'est de laquelle on ne trouve plus de forêts de belle venue, où manquent les puissants fourrés de *Rubus*, *Heracleum* et *Fatsia*, et où le sol rocheux n'est plus recouvert que par des mousses. A Vancouver croissent les *Douglasia* qui manquent encore à l'île de la Reine-Charlotte; le *Quercus Garryana*, l'*Acer macrophyllum* et l'*A. cirrinatum* représentent les arbres feuillés dont le nombre est assez peu considérable. Sur les deux îles on trouve le *Tsuga Mertensiana*, le *Thuja gigantea*, le *Picea sitchensis* et le *Pinus contorta* (commun surtout dans le nord des Montagnes-Rocheuses). — La Chaîne des Cascades marque l'extrémité sud de cette région et renferme déjà le *Castanopsis chrysophylla*; d'après M. Newberry (voir *Newberry, Notes on the Geology and Botany of the Country bordering the northern Pacific Railroad. Ann. of the New York Acad. of Sc., III, n° 8*), les *Douglasia* sont encore les plus grands arbres du versant occidental où l'on retrouve le *Picea sitchensis*, le *Tsuga Mertensiana* et le *Tsuga Pattoniana* avec de majestueux Sapins, dits Sapins argentés : *Abies grandis*, *nobilis*, *amabilis*. Par contre le versant oriental et les cimes sont couverts de Pins : *Pinus ponderosa*, *Lambertiana* (le plus grand de tous) *monticola*, *contorta*, *albicaulis*, qui, avec le *Juniperus occidentalis*, caractérisent les forêts des montagnes de la région suivante.

5. *Région forestière et région de hautes montagnes du nord des Montagnes-Rocheuses.* — Pour les arbres, les espèces principales sont celles de la partie septentrionale de la côte du Pacifique. Ceci ne peut s'expliquer que par des échanges réciproques entre ces deux domaines, car, d'un côté de nombreuses espèces occidentales ne franchissent pas la chaîne des Cascades, et d'autre part, c'est seulement dans l'est de cette chaîne que les espèces des Montagnes-Rocheuses commencent à prédominer ; parmi elles le Pin jaune, *Pinus ponderosa*, tient la première place. Au-dessous du 43<sup>e</sup> parallèle ce caractère des forêts côtières change, car le Pin à sucre, *Pinus Lambertiana* et le genre de Lauracées *Umbellularia* associés aux *Castanopsis* sont des formations californiennes, qui manquent totalement aux Montagnes-Rocheuses. Celles-ci possèdent une Rosacée spéciale le *Cercocarpus ledifolius* « l'Acajou de montagne » dont le bois très dense est bien connu.

La flore des Montagnes-Rocheuses de Coulter mentionne parmi les arbres les plus remarquables les suivants : comme Conifères, le *Juniperus virginiana* et le *J. occidentalis*, l'*Abies concolor* et l'*A. subalpina*, le *Pseudotsuga Douglasii* (moins caractéristique que dans l'Ouest), les *Picea Engelmanni* et *P. pungens*, les *Pinus ponderosa*, *contorta*, *flexilis*, *edulis* et *Balfouriana*; les *Tsuga* et les *Larix* manquent totalement; comme Cupulifères, on trouve : le *Betula occidentalis*, l'*Alnus incana*; 2 espèces de chênes seulement ; le *Quercus macrocarpa* et le *Q. undulata*, qui est extraordinairement variable ; le *Populus tremuloides*, *angulata*, *balsamifera*, *angustifolia*, et de nombreux saules ; les *Acer grandidentatum* et *Negundo*; l'*Ulmus americana*, qui croît dans l'est ; le *Celtis occidentalis*, les *Fraxinus pubescens* et *viridis*. — La liste publiée par Hooker et Gray mentionne la présence du *Larix occidentalis* dans la partie canadienne des Montagnes-Rocheuses. Avec le *Pinus ponderosa*, ce *Larix* est le meilleur et le plus estimé des arbres du bassin de la Colombie.

Les forêts des environs d'Helena dans l'État de Montana sont principalement formées de Peupliers et de Saules ; les buissons de *Buffaloberry* (*Shepherdia argentea*), une Elæagnée aux feuilles brillantes se montrent le long des cours d'eau ; les parties basses des montagnes sont couvertes de *Pinus ponderosa* ; les Trembles (*P. tremuloides*), des Pesses et quelques Sapins se montrent plus haut sur les flancs, tandis que les sommets eux-mêmes sont occupés par le *Pinus contorta* et le *P. flexilis*. Dans le Colorado, la limite altitudinale des arbres dépasse 4,000<sup>m</sup>. A ces hauteurs, on retrouve une zone d'arbres nains constituée par les mêmes Conifères, qui sont de grands arbres aux niveaux plus inférieurs (Meehan, The timber line of High Mountains; Proceed. of the academy of natur. sc. of

Philadelphia, 1880); de riches formations alpines se montrent dans les régions supérieures. Gray et Hook estiment à 184 le nombre de ces espèces alpines, parmi lesquelles il en est 86 dont le caractère endémique n'est pas douteux. Il y a là des genres spéciaux à l'Amérique du Nord, par exemple les *Eriogonum*.

Voir dans le *Bot. Jahrb. Syst.*, II, 258 à 265, la liste de ces plantes.

6. *Région septentrionale des prairies et des forêts.* — Elle occupe l'angle nord des grandes steppes à graminées qui s'étendent entre la Région des lacs et les Montagnes-Rocheuses dans la partie nord du Manitoba, de la rivière d'Assiniboine, de la Saskatchewan et de la rivière Athabasca. Tous les arbres de l'est atteignent là, l'un après l'autre, leur limite occidentale, et le mélange des flores qu'on y observe est comparable à celui que nous avons signalé entre l'Altai et le sud de l'Oural. Notons toutefois l'absence complète d'espèces du Pacifique.

M. Macoun a fait observer combien les arbres sont peu nombreux sur la rivière Assiniboine, et surtout sur la Saskatchewan; les Chênes et les Frênes ne se montrent que par places, et les essences les plus répandues sont les Peupliers, les Ormes et les Saules. L'*Ulmus americana* suit l'Assiniboine dans l'ouest jusqu'à sa source, se montre sur la rivière Red Deer jusqu'au lac du même nom, où il s'arrête à la hauteur du 53° parallèle; il atteint la Saskatchewan par 54° 30' N. Le *Betula papyracea* et le *Pinus Murrayana* (ce dernier bien différent du *Pinus contorta* de la côte occidentale de Colombie) fournissent les bois de charpente de la région. Le *Pinus Murrayana*, qui couvre le versant oriental des Montagnes-Rocheuses, croît dans toute la contrée comprise entre la rivière Athabasca et le petit lac de l'Esclave; mais son centre principal, c'est le plateau intérieur de la Colombie britannique, où ses massifs occupent de grandes étendues. Au nord, il ne dépasse pas le Youkon, et sa station la plus septentrionale est le fort Selkirk, par 62° N. Le *Rosa blanda* et le *Viburnum Lentago* forment là des fourrés impénétrables; le Houblon et l'*Ampelopsis quinquefolia* et le *Vitis riparia* sont les lianes de la contrée.

7. *La région des prairies du Missouri* reproduit en l'accentuant le caractère de la région précédente. C'est un pays de steppe à graminées soumis à un climat excessif, puisque d'après Mayr chaque hiver le thermomètre y descend à — 25° C. et que les froids de — 40° C. n'y sont même pas rares. Les pluies qui n'y sont pas très abondantes, nous l'avons déjà dit, sont cependant suffisantes, étant donné la fertilité du sol, pour permettre la culture des céréales sur de grandes étendues. C'est seulement à l'ouest des Montagnes-Rocheuses que le climat devient plus sec, et que dans la steppe

plus triste les Armoises et les Salsolacées viennent remplacer les Graminées. Cette dernière région est donc, au point de vue de la flore, absolument différente. Vers l'est les bois devenant plus nombreux, ces prairies passent graduellement aux forêts du Mississipi et à celles du sud de la Région des Lacs; vers le sud dans le domaine du Texas l'introduction graduelle d'éléments subtropicaux les mènent insensiblement aux contrées à Chaparals. Leur limite méridionale paraît correspondre au 35<sup>e</sup> parallèle N. C'est-à-dire qu'elles ne dépassent guère l'embouchure de l'Arkansas.

Le fait que de l'est à l'ouest la limite altitudinale de ces formations de prairies s'élève environ de 400<sup>m</sup> à 1000<sup>m</sup>, niveau où on les trouve encore sur les flancs des Montagnes-Rocheuses, est au point de vue floristique d'une importance considérable: sur les montagnes, des arbres, Pins rabougris, arbrisseaux alpestres et herbes vivaces, portant le caractère de la 5<sup>e</sup> région, se montrent au milieu de ces formations; dans les vallées larges, la prairie ou la steppe reparait dans leur intégrité.

Les Graminées les plus habituelles des prairies sont le *Bouteloua oligostachya* et le *Buchloe dactyloides* qui, dans les bons pâturages, arrivent à constituer 75 à 90 % de la prairie. Ces deux espèces ne sont pas toujours associées. D'après une note du Professeur Scriber sur les graminées de l'État de Montana, le *Bouteloua* connu sous le nom d'*herbe aux buffles* est une plante sociale des pentes, entre 900 et 1400<sup>m</sup>, où elle constitue un des pâturages les plus estimés, tandis que le *Buchloe* manque complètement à ces stations. Le domaine principal de la première espèce (qui est bien le *Mesquite*), s'étend des États de Montana et de Dakota jusqu'au Texas. Les chaumes de 1 pied à 1 pied 1/2 de hauteur sont pourvus de feuilles délicates et portent un épi qui rappelle un peu nos *Cynosurus* indigènes. Le *Buchloe* au contraire, se rapprocherait plutôt par ses caractères extérieurs d'un chétif *Anthoxanthum*. C'est généralement une plante basse stolonifère qui, sur les collines des prairies méridionales, continue à végéter pendant l'hiver et peut alors servir de pâture. De toutes les Graminées de ces régions c'est celle qui a l'aire la plus vaste. Son nom vulgaire est *Buffalo grass*. M. Vasey admet que l'introduction d'autres herbes à fourrages pourrait encore augmenter la valeur de la prairie, car celles qui y croissent naturellement ne fournissent qu'une végétation peu serrée, ce en quoi la prairie rappelle la steppe. Parmi les autres espèces caractéristiques nous citerons l'*Agropyrum glaucum*, les *Andropogon virginicus* et *macrurus*, l'*Eriocoma cuspidata*, les *Stipa viridula* et *setigera*, etc. — Dans l'Est les bouquets d'arbres sont fréquents (région 10); ils sont de moins en moins nombreux à mesure qu'on s'avance dans l'Ouest, et vers le 96<sup>e</sup> ou 98<sup>e</sup> degré de longitude occidentale ils ont entièrement disparu de la prairie couverte de fleurs. « Durant le printemps et tout l'été, c'est une succession ininterrompue de floraisons. En avril paraissent quelques plantes vernaies; en mai et en juin la prairie est

couverte à perte de vue de fleurs d'*Amorpha canescens*, de *Batschia*, de *Castilleja*, de *Pentstemon*, de *Cypripedium candidum*, etc. ; plus tard fleurissent de grandes herbes vivaces : *Petalostemon*, *Haptisia*, *Phlox aristata*, *Asclepias tuberosa*, *Lilium canadense*, *Melanthium virginicum* ; et à la fin de l'été, il n'y a presque plus que des Composées, depuis les grands *Helianthus* jusqu'aux humbles *Aster sericeus*. » (Geyer, in *Griseb. Ber.*, 1843).

8. *Région de steppes et de déserts salés des Montagnes Rocheuses.*  
Entre la chaîne des Montagnes Rocheuses d'une part et la chaîne des Cascades et la Sierra-Nevada, d'autre part, dans les États de Montana, Wyoming, Colorado, Washington, Océgon, et en Californie, s'étend une région désertique dont le grand Lac Salé occupe à peu près le centre. Elle se prolonge au sud en contournant les monts Wahsatch dont certaines vallées doivent lui être rattachées, et se montre toute sillonnée de courtes Sierras dirigées Nord-Sud, qui dominent de 300 à 2,000 m. les hauts plateaux. Toute la partie intérieure circonscrite par les hautes chaînes précitées présente une altitude voisine de 1,200 m. au-dessus du niveau de la mer. — On a voulu réunir cette région à celle de l'Arizona sous le nom de « désert de l'Amérique du Nord », mais elle n'est pas exclusivement désertique, le désert ne s'étendant pas très loin et la végétation de sa partie méridionale que vient couper le plateau du Colorado, et qui embrasse le cours inférieur du fleuve de ce nom entre le sud-est de la Californie et l'Arizona jusqu'au Nouveau Mexique, présente des caractères tout différents de ceux de la partie Nord.

Nous avons indiqué plus haut (p. 124-125) quelques-unes des principales espèces caractéristiques. La contrée doit sa physionomie à la présence des plantes cotonneuses halophytes ou xérophiles qui y croissent en groupes ou isolément : d'ailleurs, à l'exception des terrains salés qui ne couvrent pas une très grande surface, le pays n'est jamais absolument dépourvu de végétation, même aux périodes les plus sèches de l'année. Dans ces terrains salés si arides des *Sarcobatus* ou des *Holostachys* forment çà et là de petits massifs. Quand le sol est meilleur on trouve réunis des *Suaeda*, le *Salicornia herbacea*, le *Kochia prostrata*, l'*Eurotia lanata*, le *Grayia polygaloides*, le *Schoberia occidentalis*, des *Atriplex*, etc., et surtout des Sal-solacées représentées ici par des formes spéciales. Parmi les Graminées il faut citer le *Distichlis maritima*, qui est commun, le *Spartina gracilis* et le *Sporobolus asperifolius* ; les Astragales qu'on y trouve sont spéciales au continent américain. Les arbres ne sont représentés que par des Saules qui croissent le long des cours d'eau, et par les *Populus monilifera* et *P. trichocarpa* qui forment çà et là de grands massifs dans la vallée du Humboldt-River. Parmi les éléments des buissons et des broussailles il faut citer avec l'*Artemisia tridentata* (*Everlasting sage-brush*) qui fait le

fond même de la végétation et dont la taille varie entre 1-12 pieds, d'autres espèces plus humbles du même genre, par exemple l'*Artemisia trifida* qui atteint 1 à 2 pieds seulement. L'ensemble des *Artemisia* de la région constitue un total de 23 espèces. Citons encore parmi les plantes caractéristiques, le *Broom-sage* (*Bigelovia graccolens* et le *Tetradymia canescens*. Cette flore désertique compte plus de 300 espèces parmi lesquelles 1/3 sont endémiques.

9. *Dépression californienne et région des montagnes boisées et des hautes chaînes de la Californie.* — Faisant suite au sud aux forêts de la côte de Colombie, cette région extrêmement variée qui comprend le versant pacifique de la chaîne des Cascades et la Sierra-Nevada, se distingue par la richesse de sa flore et le nombre considérable des espèces et même des genres endémiques qui y figurent. M. Sargent la caractérise comme il suit : « Au sud du 40<sup>e</sup> parallèle les forêts de la côte du Pacifique changent de caractère. Le *Picea sitchensis*, le *Tsuga Mertensiana* et le *Thuia gigantea* sont peu à peu remplacés par des espèces plus méridionales. Le Pin à sucre, (*Pinus Lambertiana*), fait ici son apparition ; une Lauracée, l'*Umbellularia californica*, revêt de sa magnifique végétation les larges vallées des fleuves. Là s'arrêtent le *Libocedrus*, différents Chênes et le *Castanopsis chrysophylla*. Le *Chamæcyparis Lawsoniana* marque la limite des deux régions. Il y a également des parties à Graminées. Entre le Sierra-Nevada et la chaîne côtière (Coast Range) s'étendent jusqu'aux steppes à buissons, des prairies à Graminées très fertiles, de caractère subtropical, où l'on trouve çà et là le *Cupressus macrocarpa*, aux troncs bizarres rappelant ceux du chêne ou du cèdre et qui atteint de 10 à 20 mètres ; cet arbre manque au nord de la Californie.

Pour les nombreux arbres caractéristiques de Californie, le lecteur pourra se reporter à la liste que j'ai donnée dans le *Geographisches Jahrbuch* (T. IX, p. 184), d'après le *Botany of California* (Geological Survey of California, 1880).

Les arbres les plus célèbres sont l'arbre Mammoth, *Sequoia* (*Wellingtonia*) *gigantea*, et l'Arbre au bois rouge [Redwood] (*Sequoia sempervirens*), une espèce voisine dont le tronc gigantesque atteint 200 à 300 pieds anglais (65 m. et 98 m.) de hauteur, tandis que le *Sequoia gigantea* peut atteindre 325 pieds. L'aire du Redwood est plus vaste que celle du Mammoth. Dans la région des hautes montagnes, riche en formes alpines endémiques, se montrent également des espèces arctiques telles que *Saxifraga nivalis*, *S. cæspitosa*, *S. oppositifolia* ; les espèces endémiques appartiennent aux genres *Cymopterus*, *Eriogonum*, *Ivesia*.

10. *Région de forêts à feuillaison estivale du bassin du Mississipi.* — Elle est intermédiaire entre les forêts nettement boréales du domaine atlantique des lacs et les forêts et buissons à feuilles persistantes des États du Sud avoisinant l'Atlantique. Nous avons dit plus haut quelles limites lui assigne M. Sargent. Elle s'étend à l'est, au sud, et à l'ouest des Alleghany dans les parties de l'Ohio et du Mississipi comprises entre le 42<sup>e</sup> parallèle au Nord et la limite septentrionale du *Quercus virens* et de l'*Olea americana*, au Sud.

Loin de manquer, les Conifères sont, comme dans toutes les forêts de l'Amérique du Nord, représentés par de nombreuses espèces. Mais la caractéristique de cette région est fournie par des arbres dicotylédones à feuilles larges dont la plupart montent encore jusque dans la région des lacs. Les Hickorys, *Juglans* et *Carya* jouent là le rôle principal ; les *Juglans nigra* et *cinerea* ont une très grande extension ; le genre *Carya* est représenté par 7 espèces dont les plus importantes sont : *Carya alba*, *C. tomentosa*, *C. amara*, *C. glabra*. On y compte environ 18 espèces de Chênes : *Quercus nigra*, *rubra*, *palustris*, *macrocarpa*, *alba*, *Prinus*, etc. (Les Chênes à feuillage persistant, *Quercus virens* et *Q. cinerea*, arrivent jusque dans la partie méridionale de cette région sous la forme d'arbrisseaux rabougris).

Le Quercitron, *Maclura aurantiaca*, est originaire de ces contrées. Le *Magnolia acuminata* et quelques autres espèces avec le *Liriodendron tulipifera* donnent aux forêts de la région un cachet tout nouveau.

11. *Région de végétation des États du Sud avoisinant l'Atlantique, caractérisée par des arbres et des arbustes à feuilles persistantes.* — Elle comprend le sud-est des États-Unis et à l'exception de sa partie la plus méridionale, dans laquelle de nombreuses espèces des Antilles commencent à marquer le caractère tropical de la presqu'île de la Floride. Par ses Éricacées à feuilles persistantes Andromédées et Rhododendrons (*Rh. maximum*), cette région se rapproche des forêts de Mississipi. Parmi les arbres caractéristiques nous citerons le *Quercus virens*, le *Sabal Palmetto* et le *Pinus austrahs*.

Les Magnoliacées sont représentées par le genre *Ilicium*, 7 espèces de *Magnolia* et le *Liriodendron* qui se retrouve ici. Le genre *Asimina* représente les Anonacées. Une espèce de *Clethra* se montre au nord de la Floride. En dehors des Éricacées précitées il faut mentionner 4 *Gay-Lusaccia*, le *Vaccinium arboreum* un petit arbre de 3 à 5 m. de haut, des *Leucothoe* et *Andromeda* et l'*Oxydendrum arboreum* (Sorrel Tree). Les Styracées rappellent encore ce qu'on trouve en Asie orientale. Dans la région tropicale du sud de la Floride, apparaissent un certain nombre de représentants de la flore des Antilles tels que le *Canella flava*, une Clusiacée, le *Simaruba glauca*, le *Bursera gummifera*.

## 12. Régions des steppes et des déserts de l'Arizona.

13. Régions des Chaparals, du Texas et du Nord du Mexique. — Il convient d'opposer l'ensemble de ces deux régions qui ont certains traits communs, d'une part, aux Prairies qui les avoisinent au Nord, d'autre part aux steppes des Montagnes-Rocheuses.

Des plantes des steppes subtropicales, des plantes grasses de cachet américain comme les *Dasyliion*, les *Agave* et les *Yucca*, en sont les formes les plus caractéristiques; des Légumineuses frutescentes comme les Mesquites (*Prosopis juliflora* = P [*Algarobia*] *glandulosa*, voir p. 262-263), sont communes aux deux régions. Mais tandis que le Texas est surtout couvert de prairies et de ces buissons épineux connus sous le nom de Chaparals, l'Arizona et le Nouveau-Mexique ont plutôt la physionomie des steppes qui, au sud-est de la Californie, est si marquée dans les tristes solitudes des déserts de Mohawe et de Gila.

La plante la plus caractéristique de cette dernière région est un arbuste, le Créosotier *Larrea mexicana*, une Zygophyllée qui sécrète une résine d'un rouge-brunâtre répandant dans l'air une insupportable odeur de créosote. Citons encore : le *Cereus giganteus*, une Cactée de 6 à 15 mètres de hauteur qui vit jusqu'à 50 ans et dont la tige indivise ou bien portant tout au plus de 2-9 grosses branches dressées est terminée par des fleurs; les fruits sont comestibles; les *Fouquieria*, les *Agave Palmeri* et *Parryi*; les genres *Canotia* (Rosacées), *Acacia*, *Mimosa*, *Astragalus*, *Galea* (Légumineuses), parmi les Composées frutescentes des *Baccharis*, et le *Pluchea borealis*; le *Yucca brevifolia*, une Liliacée de 5 à 10 mètres de hauteur qui forme de petits bouquets de bois épars d'aspect très remarquable; ses feuilles dures servent à la confection d'un papier.

Les Chaparals du Texas ont des espèces analogues, mais les buissons y sont plus variés et moins épineux. Parmi les plantes de cette contrée on peut citer les suivantes : *Juglans nana*, *Morus parvifolia*, *Æsculus discolor*, *Prunus rivularis*, *Cercis occidentalis*. Les Cactées sont représentées à la fois par des *Opuntia* buissonnants, des *Echinocactus* et des *Mamillaria*. Dans l'est du Texas on observe dans les prairies de vieux arbres de caractère atlantique; l'élégant *Yucca canaliculata* y atteint un grand développement.

14. Région des forêts monticoles du nord du Mexique et des hautes chaînes. — Ses différentes formations, Chênes verts sur les pentes des montagnes, Cyprès dans les vallées, Pins à des altitudes supérieures (1800<sup>m</sup> et plus), remplacent dans les peuplements forestiers les arbres à feuillaison estivale qui n'ont plus ici qu'une place secondaire; tout cela a bien le caractère subtropical.

C'est à cette région que se rattachent la sierra Madia et les montagnes de Chihuahua et de Durango; mais dans les provinces du

Mexique situées au-dessous du tropique du Cancer elle semble changer de caractère sans que les Chênes (*Quercus crassifolia* et *reticulata*), les Sapins (*Abies religiosa*) et les Pins (*Pinus Montezumæ*) perdent rien de leur importance; seulement l'élément tropical fait ici son apparition.

De tous les Chênes de cette région dont aucun n'a les feuilles caduques, le Chêne noir du Mexique, *Quercus Emoryi*, est le plus remarquable tant par sa fréquence que par la grandeur de son aire qui va du Nouveau-Mexique aux provinces du centre de cet État. Après lui il faut citer le Chêne blanc, *Quercus grisea*, puis le *Quercus hypoleuca*, qui est l'espèce s'élevant le plus haut en altitude et dont les fruits mettent 2 ans à mûrir. Les Conifères sont principalement représentés dans les régions basses par le *Cupressus guadelupensis* et le *Juniperus pachyphloea* et à des altitudes supérieures par des Pins surtout par le *Pinus Chihuahuana*. « Assez rare dans le domaine de l'Union, le Pin est l'arbre de construction le plus employé dans les provinces du nord du Mexique; il croît dans les hautes régions en massifs peu serrés entremêlés de buissons et de Graminées ou bien, comme c'est le cas sur les montagnes de Santa-Rita, entre 1500 et 2000 m, en compagnie d'arbres à feuillaison estivale comme le *Juglans rupestris*, le *Fraxinus pistaciæfolia*, le *Platanus Whightii* et le *Populus Fremontii* ». (Mayr).

### CHAPITRE III

#### Des régions florales, tropicales et australes

##### GÉNÉRALITÉS

La majeure partie des contrées que nous réunissons sous ce titre sont les deux régions très chaudes, marquées en rouge sur notre carte de la fin du volume. Comme on peut voir, ce n'est pas partout que des limites climatériques bien nettes correspondent aux limites des régions de végétations boréales et tropicales de l'hémisphère nord : dans le nord de l'Afrique, en Arabie, en Chine et tout autour du golfe du Mexique, ces limites s'avancent alternativement vers le nord et vers le sud, sans que l'on puisse dire exactement pourquoi. On doit cependant penser que cela tient à la fois aux différences de régimes de la température et de l'humidité de l'atmosphère ou du sol.

D'ailleurs, dans cette lutte engagée entre les premiers occupants et les nouveaux venus (ce serait dans ce cas les éléments descendus du Nord) la moindre circonstance peut influencer le résultat et

décider de la victoire de l'un ou de l'autre des deux partis. Lorsque dans l'hémisphère sud à la hauteur du trentième parallèle, et beaucoup plus près de l'équateur, dans les montagnes on entre dans la zone tempérée, l'aspect général des contrées est notablement différent de ce qu'on observe dans l'hémisphère nord, et les analogies sont bien plutôt avec les formes tropicales qu'avec les formes boréales des latitudes correspondantes. Ici on ne retrouve plus les vastes étendues continentales soumises à un climat tempéré froid ou à des hivers rigoureux, qui ont un rôle si décisif sur le développement des flores boréales. Partout où l'on peut noter des analogies avec l'hémisphère nord, — en Amérique du sud, en Tasmanie, dans la partie fraîche de la Nouvelle Zélande et sur les îles antarctiques, — c'est dans quelques groupes *isolés* des montagnes, des continents ou des îles qu'on les observe; et là, une évolution spéciale de la flore pourrait plutôt être expliquée par l'isolement géographique.

Il est donc beaucoup plus difficile d'exposer les *caractères généraux* du type austral que ceux du type boréal, chaque continent ayant malgré les différences de climat qu'il présente, un caractère spécial bien mieux marqué que dans le Nord, comme notre carte n° I permet de s'en rendre compte. Le type austral et le type boréal sont d'ailleurs absolument différents. Nous avons retrouvé avec des espèces spéciales les formes boréales (*Quercus*, *Pinus*, *Abies*, *Platanus*, *Fraxinus*) dans la région forestière du Mexique; ce caractère de généralité fait défaut aux flores tropicales australes, où ce sont plutôt les familles que les genres qui sont représentatives. Sans doute on peut comparer les *Araucaria* aux Sapins de l'hémisphère nord; toutefois, sur les huit régions tropicales que nous distinguons dans l'hémisphère sud, on ne trouve d'*Araucaria* que dans trois, et ils manquent complètement en Afrique. On pourrait multiplier les exemples, qui ont, du reste, été indiqués dans la Troisième Partie.

Ainsi nous sommes amenés à établir dans l'hémisphère sud, une seule catégorie pour l'ensemble des flores tropicales et australes et à les subdiviser d'après les continents. Sur ces continents les limites entre les flores australes et les flores tropicales sont plus difficiles à tracer que dans le nord, car il n'existe pas dans les régions australes de types nettement différenciés par rapport aux types tropicaux; par conséquent, rien de comparable à ces types « *circumpolaires* », si distincts dans l'hémisphère nord.

**Il y a deux flores xérophiles dans les régions tropicales  
de l'hémisphère nord**

Sans doute les régions florales avoisinant le domaine du tropique du Cancer et celles des contrées australes, qui font suite au sud aux riches domaines de la flore tropicale, présentent entre elles des différences profondes (les genres, et même les familles isolées, sont bien plus nombreux dans les secondes que dans les premières); cependant il y a dans l'hémisphère nord deux centres de développement dont l'indépendance vis-à-vis des contrées voisines rappelle ce qui existe dans le sud. Ces contrées, qui ont été le théâtre d'une évolution spéciale, celle des plantes xérophiles, nous les avons marquées par des étoiles rouges sur la carte de la fin du volume; ce sont : dans l'Ancien Monde, le pays des Somalis et le sud de l'Arabie, auxquels se rattachent le Sahara dans l'ouest et le désert indien du Thar dans l'est; dans le Nouveau Monde : le domaine des steppes du Mexique, à la hauteur du tropique du Cancer, — domaine dont le caractère, qui réapparaît au nord dans l'Arizona, se retrouve encore dans la partie moyenne des steppes des États-Unis, — et, au-dessous de l'équateur, dans les Cordilières la région de végétation de la Puna (voir chap. 20). Au point de vue de la Géographie Botanique, ces régions de xérophytes à éléments tropicaux doivent être complètement détachées des domaines forestiers adjacents, aussi bien de ceux du nord que de ceux du sud; car les familles qui y prédominent, de même que les formations, ne sont pas, à proprement parler, tropicales. Elles ne sont pas plus boréales-subtropicales si l'on prend ce terme dans l'acception que nous lui connaissons, c'est-à-dire comme synonyme d'éléments arcto-tertiaires. De plus, au point de vue systématique, les domaines en question diffèrent autant l'un de l'autre que peuvent différer la flore du Chili de celle d'Australie ou de l'Afrique australe; et si, dans les divisions des flores, on n'a pas jusqu'ici mieux fait ressortir leur indépendance, cela tient aux difficultés de les délimiter exactement et aussi à leurs affinités tropicales. En effet, ces domaines sont bordés : au Nord, dans l'Ancien Monde, par la région de la Méditerranée et de l'Orient; dans le Nouveau, par la région florale de l'Amérique moyenne; au Sud, dans les deux Mondes, par les flores tropicales; et ils sont en liaison intime avec ces deux séries de flores adjacentes. Provisoirement, nous rattacherons ces contrées à xérophytes aux flores tropicales à titre de

domaines floraux et de régions de végétation spéciales, ce qui est très suffisant pour la classification assez large que nous avons adoptée ici.

### Il y a trois flores xérophiles subtropicales

Nous retrouvons les mêmes difficultés pour la délimitation des domaines situés au sud de l'équateur, où les pluies sont rares et où se montre une végétation xérophile absolument différente de celle que nous avons vue jusqu'ici. Si on y voit également quelques représentants des familles tropicales, comme par exemple dans l'Amérique du Sud, des Broméliacés, du moins la majeure partie des familles caractéristiques des tropiques, les Palmiers, les Pandanées, les Muçacées, les Aracées, les Clusiacées, etc., y font-elles complètement défaut. En dehors de ce caractère important : l'absence presque absolue de familles tropicales, nous voyons que c'est sur les côtes occidentales des continents que les flores australes montent le plus haut vers le nord. Nous avons dit dans la Quatrième Partie de ce livre (à propos des Lianes, des Épiphytes, des Arbres dicotylédones à feuillage persistant, qui accompagnent les formations forestières, des Savanes, etc.), quelles sont les formations tropicales caractéristiques, les familles qui les composent et les diverses formes biologiques qui se montrent dans ces contrées.

Malheureusement les grands traits de l'évolution au cours des temps géologiques des flores tropicales et australes nous sont encore trop peu connus pour qu'il soit possible de faire ici ce qu'on a fait pour l'hémisphère nord où l'on a suivi les migrations de la flore tertiaire depuis le haut nord jusque dans les régions subtropicales. M. d'Ettingshausen affirme qu'à l'époque tertiaire ces régions possédaient de nombreuses formes boréales, dont les Hêtres antarctiques actuellement vivants ne seraient qu'un reste ; mais ces assertions qui reposent sur des études d'empreintes de feuilles sont très problématiques, attendu que les conclusions beaucoup plus sûres, auxquelles conduit l'examen de la faune, ne concordent pas du tout avec celles du savant paléontologiste.

Dans les régions tropicales, les flores tertiaires montrent souvent, — par exemple dans les îles de la Sonde et aux Antilles, — de grandes ressemblances avec les flores actuelles ; elles ont donc moins varié que les flores septentrionales. Jusqu'ici c'est en Aus-

tralie et en Nouvelle-Zélande que les recherches sur les flores tertiaires ont été poussées le plus loin, et là même, elles sont encore trop limitées et trop superficielles.

Nous avons fait les mêmes réserves relativement à la présence de Protéacées australes dans les terrains tertiaires d'Europe (voir Troisième Partie, *Les Protéacées*).

Dans son dernier travail sur le tertiaire des Nouvelles Galles du Sud, M. d'Ettingshausen a déterminé 128 espèces; elles appartiennent à 36 familles, parmi lesquelles 35 sont européennes; sur les 72 genres trouvés, 52 se rencontrent dans l'éocène inférieur d'Europe.

On y compte 20 espèces de Protéacées (*Persoonia Grevillea, Hakea, Roufala, Lomatia, Banksia, Dyandra*); 14 Cupulifères, Chênes (ce genre manque à l'époque actuelle en Australie !) ou Hêtres; 11 Conifères; 10 Myrtacées (parmi lesquelles 4 *Eucalyptus*); 7 Lauracées (avec le genre *Sassafras* de l'Amérique du Nord). Ces exemples nous montrent que si un certain nombre de types de la flore tertiaire d'Australie se sont maintenus dans ces régions jusqu'à nos jours, il en est d'autres (les éléments boréaux) qui ont disparu sans qu'on puisse indiquer la cause de leur disparition et il est bien singulier que parmi eux, il se trouve des genres comme les Chênes, qui possèdent une extraordinaire faculté d'acclimatation, tant au nord de l'équateur que dans les régions tropicales indiennes.

D'autre part, M. Schenk a fait remarquer que les *Aracaurias* ou une forme voisine, ont eu, à l'époque crétacée et à l'époque tertiaire, une aire très étendue, comprenant le nord et le sud de l'Afrique, l'île Kerguelen et Punta-Arenas, la Tasmanie, l'Angleterre et la France, bien différente par conséquent de l'aire actuelle de ce genre.

### Classification des régions florales

Ainsi chaque masse continentale et les îles qui s'y rattachent peut être considérée comme ayant donné naissance à une grande flore tropicale, à une flore australe plus restreinte et entre les deux, à un domaine à xérophytes.

a) La carte des *Flores tropicales* montre leur maximum d'extension du nord-ouest au sud-est, sur la côte orientale de tous les continents ces flores descendent beaucoup plus vers le sud que sur les côtes occidentales correspondantes. Dans ces flores on peut distinguer 3 régions florales, une africaine, une asiatique et une américaine. Malgré la différence de la faune des Antilles avec celle du continent américain, l'ensemble des flores tropicales du Nouveau Monde présente une unité incontestable, ce qui n'est pas le cas dans l'Ancien Monde, où la différenciation est plus grande, la flore paléotropicale se distinguant nettement, par de nombreuses

familles et tribus et par la majorité des genres de la flore néotropicale. D'abord, les îles situées à l'est de l'Afrique doivent être, au point de vue botanique, séparées du continent africain, car elles possèdent même des familles endémiques comme les Brexiacées et les Chlœnacées qui les en éloignent pour les rapprocher des régions tropicales indiennes. D'ailleurs l'unité de cette région florale insulaire n'est pas très grande, les Seychelles, Maurice, Bourbon, Madagascar ayant, comme toutes les îles océaniques, chacune leurs particularités, conséquence naturelle de l'isolement géographique ainsi qu'on l'a dit plus haut (voir p. 98).

La flore tropicale de l'Asie descend des sources du Gange à travers la Malaisie, le nord et l'est de l'Australie et se retrouve parfois dans les parties plus chaudes de la Nouvelle-Zélande. La disposition géographique de ces contrées séparées par de vastes espaces maritimes, la discontinuité des terres depuis le sud-est de l'Asie jusqu'au nord de l'Australie sont cause de la grande variété de la flore de ces régions. J'ai essayé autrefois d'établir que la Nouvelle-Zélande doit être considérée comme une petite région florale spéciale, dont les relations multiples tiennent à la position géographique.

Voir le petit schéma que j'ai donné dans le *Traité de Botanique* de Schenk (Tome III, 2<sup>e</sup> partie, p. 449) pour faire saisir les relations de la flore néo-zélandaise.

Je crois aujourd'hui que la Nouvelle-Zélande doit être considérée comme le domaine le plus austral d'une flore beaucoup plus étendue, domaine où le climat plus humide et plus frais que celui des régions tropicales, tend à modifier le développement de la flore et à la rapprocher des flores australes dont elle contient déjà des éléments.

Cette flore, qu'on peut appeler *mélanésienne*, s'étend au nord et au nord-ouest sur les îles voisines dans la direction de l'Australie tropicale, de la Nouvelle-Guinée, et ses limites qui passeraient par les détroits de Bali, de Lombok et de Macassar correspondraient assez exactement à celles des faunes telles qu'elles résultent des beaux travaux de Wallace.

Les Philippines appartiennent ainsi encore à la flore *indienne*.

Qu'entre ces *deux* régions florales auxquelles on peut rapporter toutes les contrées de l'Asie tropicale, les échanges de genres voisins aient été nombreux, la facilité des migrations des plantes sous les climats qui leur conviennent suffit très bien à l'expliquer; et

d'ailleurs, le peu de netteté des lignes de séparation des flores (voir p. 128-129), indique clairement combien les mélanges ont été faciles.

Ici, le contraste des limites des flores et des limites des faunes est très frappant, car ces dernières sont de premier ordre. Je crois que les noyaux primitifs des flores mélanésienne et indienne ont été distincts, mais que, depuis l'origine, des échanges entre les deux régions n'ont cessé de se produire.

b) Les *flores australes* se sont développées en Afrique, en Australie et dans le sud de l'Amérique en autant de régions florales spéciales.

Dans ces régions australes, les formes systématiques, qui sont généralement plus variées et dont le caractère endémique est plus fortement marqué que dans les régions tropicales, sont souvent accumulées sur un espace très restreint. Les caractères généraux, encore si nombreux et si nets dans les régions boréales subtropicales, sont ici limités à la réapparition des Conifères (la tribu des Actinostrobées) et à la présence de Protéacées.

Beaucoup de familles ont des tribus représentatives dans deux de ces régions australes, par exemple au Cap et en Australie, ou bien au Cap et sur la côte Pacifique de l'Amérique du Sud. On peut citer, entre autres, les Rutacées, les Géraniacées, avec les genres *Tropaeolum* et *Oxalis*, certains groupes de Composées et de Légumineuses, les Éricacées, avec la famille voisine des Épacridées.

Il n'y a pas, à proprement parler, de formes australes de Palmiers. Si quelques espèces s'avancent au loin, vers le sud (*Phoenix*, *Livistona*, *Kentia*, *Cocos*), ce sont des espèces se rattachant intimement aux formes des régions tropicales du même continent, et qui se sont adaptées au climat austral.

c) C'est seulement au sud des latitudes considérées d'ordinaire comme marquant le domaine des formations subtropicales, c'est-à-dire environ à la hauteur du 40<sup>e</sup> parallèle S., que commence à se développer, à la faveur d'un climat où les pluies sont plus abondantes, une nouvelle flore qui correspondrait à celle du domaine floral du nord si la disposition géographique des continents n'y mettait obstacle.

En effet, nous ne trouvons pas là les vastes étendues qui forment dans l'hémisphère nord une ceinture à très peu près continue, et les terres australes sont très restreintes et très espacées; la *flore antarctique* est donc toute fragmentaire. Elle se trouve dans les contrées occidentales de l'Amérique du Sud au dessous du 40<sup>e</sup> paral-

lèle, plus au nord dans les Andes, au sud et sur les montagnes de la Nouvelle-Zélande, en Tasmanie, dans les Alpes du sud-est de l'Australie et dans les îles situées sous ces mêmes latitudes. On voit ici, comme dans le nord, apparaître de nouvelles formes de Renouculacées, de Crucifères, de Caryophyllées, d'Ombellifères. Toutefois les plantes ligneuses (à l'exception des Conifères et des Hêtres) appartiennent exclusivement à des familles australes. M. Engler a donné à cet élément floral disséminé le nom de *palæoocéanique*; et l'on peut se demander si c'est une flore résiduelle de « l'Antarctide », ou bien si c'est une flore d'origine différente et qui se serait adaptée au climat ?

Dans la description des régions de végétation, nous suivrons toujours le même ordre, c'est-à-dire que nous commencerons par le domaine à xérophytes qui relie l'Afrique aux côtes méditerranéennes.

#### 10. Sahara et Arabie

*Bibliographie.* — *Ascherson et Schweinfurth*, Illustration de la Flore d'Égypte, in Mém. de l'Inst. égyptien. T II, 1887 (*G. J.*, XIII, 338). *Klunzinger*, Vegetationsbilder d. ägyptisch-arab. Wüste, in Zeitschr. Ges. f. Erdk. Berlin T. XIII. *Volkens*, Die Flora d. ägyptisch-arabischen Wüste auf Grundlage anatomisch-physiolog. Forschungen dargestellt, 1887, et note préliminaire in Sitzungsber. d. K. preuss. Akad. d. Wiss., Berlin, 28 janv. 1886. *Ascherson*, Pflanzen d. mittleren Nordafrika, in *Rohlf's* « Kufra » 1881; in Bot. Zeitg. 1864, p. 609; Ueber Pfl. d. Nord. u. Centralafrika Expedition v. Nachtigal, in Sitzungsber. d. Ges. naturforsch. Freunde Berlin, 20 juin 1876. *Tristram*, The great Sahara. *Nachtigal*, Sahara und Sudan, 2 volumes. 1879. In *Geogr. Mittlgn.* 1882, p. 143. *Duveyrier*, Expedit. in das Tuaregland. in Geogr. Mittlgn. 1860. *Cosson*, Voyage botan. en Algérie, in Ann. Sc. natur., Bot. sér. IV. t. IV. 279; Considérations sur le Sahara algérien. *Bary*, Reisebriefe aus Nordafrika, in Zeitschr. d. Ges. Erdk. Berlin XII, 161. *Güssfeldt*, Reise durch die arab. Wüste, in Geogr. Mittlgn. 1877 p. 252. Bericht über Neuere Reisen in Arabien, in *Geogr. Mittlgn.* 1881, p. 213. *Hart*, Some account of the Fauna and Flora of Sinai. Londres, 1891. *Schirmer*, Le Sahara, Paris, 1893. *Bonnet*, Géographie botanique de la Tunisie (*Journal de Botanique*, 1893-96).

Le grand domaine désertique du nord de l'Afrique et de l'intérieur de l'Arabie est assez bien délimité par la ligne d'excessive sécheresse qui correspond à une ration annuelle de pluie inférieure à 20 centimètres. Pendant 4 mois, la moyenne de température n'atteint pas 20° C. et les variations sont plus accusées que dans l'Afrique tropicale qui vient immédiatement au sud. Ce domaine

est compris en effet entre les isothermes de juillet de 28° et 36° C. et les isothermes de janvier de + 10° C. dans le nord et + 20° et + 22° dans le sud. Il fait suite à la région des Dattiers de Mésopotamie (voir ci-dessus p. 371) et appartient à la seconde subdivision de la Troisième zone de végétation et s'avance jusqu'à la limite nord de la Quatrième.

Depuis longtemps on ne considère plus le Sahara comme une mer de sable, située à un niveau inférieur à celui de l'Océan. « En réalité, dit Nachtigall, le Sahara, considéré dans son ensemble, est situé sensiblement au-dessus du niveau de la mer; le sable recouvre un sous-sol rocheux ou constitué par des grès durs, le terrain n'est pas uniformément plat, mais entrecoupé de vallées et de montagnes dont autrefois on ne soupçonnait pas l'existence. Les montagnes qui bordent la côte forment des terrasses qui se prolongent en vastes plaines traversées elles-mêmes de montagnes et entrecoupées de vallées. Dans ces immenses étendues, qu'aucun fleuve ne vient rafraîchir, il est des contrées sablonneuses, où le sable qui s'accumule en montagnes ou s'étale en plaines, résulte de la désagrégation météorique des roches et du sol ».

Le Sahara renferme des parties désertiques où le voyageur peut marcher une journée entière sans trouver de végétation : le *Séris*, au sol rocheux et caillouteux ; le *Hammada*, situé à une altitude supérieure et encore plus couvert de cailloux que le précédent, l'*Areg* ou désert de sable, et enfin les déserts salés, dans les plus favorisés desquels croissent des plantes halophytes.

Partout les plantes sont éparses et clairsemées, et les formations toujours constituées par des espèces très différentes dépendent partout de la nature du sol et du relief. C'est dans ces lits desséchés de rivières connus sous le nom de *Oued* et dans les oasis où coulent des sources qu'on trouve le plus de végétation. C'est dans les oasis qu'on trouve le *Phœnix dactylifera*; qui, comme l'olivier dans le bassin de la Méditerranée, est tantôt cultivé, tantôt sauvage.

La limite sud du Dattier marque à peu près la ligne méridionale du Sahara. D'après Grisebach, ce serait le seul arbre originaire de ces contrées (*Végét. du Globe*, Tome II, p. 122), mais étant donné la présence dans les dépôts tertiaires du sud de l'Europe, de feuilles de Palmiers, très analogues à celles du *Phœnix dactylifera*, il se pourrait fort bien que le Sahara ne fût pas la « patrie primitive de cet arbre »; en tous cas c'est là qu'il s'est maintenu.

En dehors du Dattier, les Palmiers sont représentés par le genre africain *Hyphæne* avec l'*Hyphæne Argoun* qui croit dans la partie moyenne du

désert, principalement dans les oueds nubiens, entre la Mer Rouge et le Nil, par 21° N.

Pour les particularités biologiques et phénologiques du Sahara, voir plus haut, p. 298.

L'ensemble de ce domaine dont il a déjà été précédemment question (voir p. 125), possède actuellement une flore spéciale, caractérisée par certains genres monotypes et par un grand nombre d'espèces endémiques. Ces formes endémiques se rattachent, partie à la flore de la Méditerranée et de l'Orient, partie à celle du nord du Soudan; c'est à cette dernière qu'on doit rapporter les deux Palmiers (le Dattier et l'Argoun), une Asclépiadée frutescente, l'Oscur (*Calotropis procera*), l'*Acacia*, etc.; à la première, se rattachent les Pistachiers du désert (*Pistacia atlantica*), les Tamarix, le *Retama Rœtam*, les *Calligonum comosum*, les *Traganum*, les *Astragalus*, les *Artemisia*, le *Populus euphratica*, dont les stations sont sporadiques, etc. La contrée qui nous occupe est donc le rendez-vous de plantes appartenant à deux régions florales très différentes, de plantes des steppes de la Méditerranée et de l'Orient et de formes xérophi les indo-africaines.

Mais ces questions d'origine ne sont que secondaires pour la distinction des régions naturelles de ces vastes étendues, que nous diviserons de l'Ouest à l'Est, en trois Régions de végétation où l'on pourra établir des subdivisions en allant du nord au sud. Ce sont :

1° La Région de végétation du Sahara occidental qui va de l'Atlantique jusqu'au 15° degré de longitude orientale; 500-600 espèces.

2° La Région de végétation du Sahara oriental qui va du 15° degré de longitude jusqu'aux montagnes qui bordent la Mer Rouge; 600 à 700 espèces présentant beaucoup d'affinités avec les plantes de la région suivante :

3° La Région de végétation de l'Arabie intérieure; c'est la plus orientale de ce domaine; elle s'étend par delà le tropique du Cancer, jusqu'aux côtes de la Mer Rouge qui ont le caractère tropical.

La physionomie de ces trois régions peut être très semblable, car bien des plantes importantes se trouvent à la fois dans chacune d'elles; mais les mélanges des espèces sont fort différents, comme on peut s'en assurer en comparant les statistiques florales des districts les mieux connus, le Sahara algérien par exemple, avec le désert lybien, ou avec les montagnes cotières de la Mer Rouge.

Cosson estime que plus d'un tiers des espèces du Sahara algérien sont endémiques.

Dans les listes publiées par M. Ascherson dans le « *Kufra* », et qui présentent la plus grande garantie, je trouve sur 428 plantes vasculaires de Tripolitaine environ 80 espèces qui ont là leur limite orientale ou occidentale; un nombre double d'espèces méditerranéennes atteignent leur limite sud, et, parmi elles, beaucoup ne dépassent pas la Tripolitaine dans l'ouest ou dans l'est.

Pour la délimitation du domaine atlantique et du domaine du Sahara occidental, on trouvera dans les *Geographische Mitteilungen* pour 1882 (p. 149) un résumé des résultats acquis relativement au Maroc, à l'Algérie et à la Tunisie. La Cyrénaïque possède les végétaux à feuilles persistantes de la Région Méditerranéenne. Quant à l'Égypte, la côte se rattache, comme la Syrie, à la flore méditerranéenne; dans le sud de ce pays, les pluies devenant plus abondantes, les nombreux types de l'Afrique tropicale peuvent remonter très haut vers le nord, et la vallée du Nil peut être comparée à une longue oasis. L'*Hyphaene thebaica* (Palmier Doum), qui y est fréquent, n'appartient pas à la région sabarienne. Le plateau montagneux d'Abaggar, situé bien au sud de l'Algérie, à la hauteur du tropique du Cancer et habité par la peuplade inhospitalière des Touaregs, porte à nouveau, en plein Sahara, le caractère méditerranéen. Les bois de Conifères qui le couvrent font un remarquable contraste avec la région environnante. (Voir Grisebach, *Végét. du Globe*, t. II, p. 111.)

Les oasis offrent souvent une végétation luxuriante. E. de Bary a observé, aux environs de Ghat, des *Tamarix* (vraisemblablement les *Tamarix articulata* ou *gallica*) dont les branches dépassaient de beaucoup la tête des chameliers (voir G. J., VII, 221). Entre Ghat et Tisersine, le fond même de la végétation était formé par une Composée aux fleurs jaunes, et par l'*Arthraterum pungens*, associé à de forts exemplaires de *Calotropis procera*, à de grands buissons verdoyants de *Salvadora persica* avec Etl et Lauriers roses. Le *Salvadora persica* ou Souak caractérise toute la contrée intermédiaire entre le Sabara et le Soudan; c'est dans l'Ouest du pays des Touaregs, dans la région de dunes qui s'étend entre ce pays et le Sabara algérien, qu'il atteint sa limite septentrionale. Plus à l'Est, il est encore commun à Tibesti; sa station la plus septentrionale observée par Ascherson est dans le Djebel-Gharrib, près de la mer Rouge, par 28° N.; en Palestine, il croît près de la mer Morte (voir Kufra, p. 482). M. Ascherson (*Bot. Zeitung*, 1875, p. 710) a relevé l'erreur de Grisebach qui donne comme type de buissons à feuillage raide caduc, le Souak, sous le nom de Sodada. Les deux plantes sont bien différentes; le Sodada est le *Capparis Sodada*, le Souak nous l'avons dit, le *Salvadora persica*.

M. Volkens a décrit la flore du bord de certaines des plus riches vallées où les espèces sont très nombreuses et la végétation très dense. « Rarement, dit-il, on trouve réunis en grands groupes des représentants de la même espèce; mais, entre les fourrés de plantes frutescentes, où un *Nitraria* se mêle à un *Lycium*, et les broussailles, où les *Deverra* (Ombellifères semi-frutescentes) s'associent aux Astragales et aux Zillas, s'étendent des touffes

de *Panicum* et de *Pennisetum* atteignant la moitié de la hauteur d'un homme. Il en est de même au milieu des vallées.... Malgré cette grande variété qui se manifeste sur des espaces très peu étendus, l'extrême abondance d'une seule espèce donne à chaque vallée un peu importante un faciès tout particulier, qu'on ne retrouve pas dans les autres.

Les modes d'adaptation des plantes à la vie dans ces déserts torrides offrent le plus grand intérêt. Un des traits les plus saillants de leur biologie est la rapidité du développement pendant les périodes moins sèches (février, mars), où, à la suite d'une pluie, les buissons se mettent à feuiller et à épanouir leurs fleurs.

Une autre disposition très remarquable est celle qui permet aux végétaux de ces contrées d'aller chercher très profondément dans le sol l'eau nécessaire à leur entretien (les racines de ces plantes offrent donc un grand développement). De plus, ces végétaux peuvent absorber l'eau qui leur parvient sous forme de rosée; enfin, ils sont très fortement protégés contre la sécheresse estivale. Toutes ces particularités ont été, de la part de M. Volkens, l'objet de recherches très suivies, consignées dans un Mémoire où l'on trouve les indications bibliographiques. Nous avons donné dans la partie biologique de ce volume (p. 23) et aussi plus loin, à propos des formations désertiques (p. 298), des exemples empruntés aux travaux de ce botaniste. — Certaines des plantes de cette contrée, qui, en se desséchant, se pelotonnent en boule, sont, après leur mort, arrachées du sol par le vent et roulées par lui sur le sable. C'est ce qu'on observe dans les deux « Roses de Jéricho », l'*Anastatica hierochuntica* (Crucifère) et l'*Asteriscus pygmaeus* (Composée). Chez cette dernière plante, répandue depuis l'Algérie jusqu'en Palestine, dans le désert du Sinaï et en Arabie, les bractées de l'involucre se resserrent par la sécheresse pour s'étaler brusquement en un corps astériforme dès qu'elles viennent à être humectées. (Schweinfurth).

### 11. Afrique tropicale et Sud de l'Arabie

*Bibliographie.* — a), Flores systématiques générales et indications de sources floristiques. *Oliver*, Flora of tropical Africa, 1868 et suiv. (inachevé). *Hooker*, Niger Flora, London 1849 (on y trouve un catalogue des plantes des îles du Cap Vert et p. (22-72), le journal de voyage du D<sup>r</sup> Vogel, qui faisait partie de l'expédition du Niger). *Kotschy & Peyritsch*, Plantae Tinneanae (Coll. ad flum. Bahr-el-Ghasal), Vienne 1867. *Schweinfurth*, Reliquiae Kotschyanae aus Kordofan; Berlin 1868. *Richard*, Ten-

tamen florae Abyssinicae, Paris 1847. *Grant et Oliver*, Botany of the Speke and Grant-Expedition 1860; London Linn. Transact. 1872/73. *V. d. Deckens* Reisen: Botanique de l'Afrique orientale, par *Ascherson, Böckeler, Klatt, Kuhn, Lorentz, Sonder*, 1879. *Palisot de Beauvais*, Flore d'Oware et de Benin, Paris 1804/15. *Welwitsch*, Sertum Angolense, Londres 1869.

b). Relations de voyage et géographie botanique (rangées par ordre de régions): *Schweinfurth*, Pflanzengeogr. Skizze d. Nilgebiets, etc., in Geogr. Mittlgn. 1868, avec 9 planches. *Menges*, Vegetationscharakter am Mareh und oheren Chor-Baraka, in Geogr. Mittlgn. 1884, pl. 8. *Roth*, Schilderung d. Naturverhältnisse in Südahessynien, München 1851. *Heuglin*, Reise nach Abessynien 1868 (avec les observations de Steudner). *Botta*, Reise im glückl. Arabien, in Arch. Mus. d'histoire nat. V, II, 63 (1843). *Maltzan*, Reise nach Hadramaut, in Geogr. Mittlgn. 1872, p. 168.

*Schweinfurth*, Allgem. Betracht. üb. d. Flora von Socotra, in Bot. Jahrb. Syst. V. 40. *Balfour*, Botany of Socotra, in Transactions R. Soc. Edimburgh, Tome 31, 1888; The island of Socotra and its recent revelations, in Proceed. Roy. Inst. Great Britain 1883.

*Hildebrandt*, Ausflug nach d. Wer-Singelli-Somalen u. Ahl-Geb., in Zeitschr. d. Ges. Erdk., Berlin, X, 266, 1875. *Paulitschke*, Harar (Botan. Ergebnisse p. 450) 1888. *Franchet*, Sertulum Somalense, Paris 1882. *Menges*, Somaliland, in Geogr. Mittlgn. 1884, p. 401. *Hooker*, On the plants of the temperate regions of the Cameroons Mts., in Journ. Linn. Soc. Botan. VII, 171 (1864). *C. v. d. Deckens*. Reisen in Ostafrika 1859/65, I: Kilimandscharo. *Johnston*, The Kilima-njaro Expedition, in Proceed. Roy. Geogr. Soc. 1885, p. 137, et sous le même titre, Londres 1886; Botany in Transact. Linn. Soc. London, Bot. ser. 2, Tome II. *Oliver*, List of the plants coll. by Thomson on the Mountains of east. equat. Africa, in Journ. Linn. Soc. 1885, Bot. XXI, 392. *Meyer*, Kilimandscharo, in Verh. Ges. Erdk., Berlin, XIV, 450.

*Schweinfurth*, in Herseu von Afrika, 1874. *Grant*, Lake region of equatorial Afrika, in Journ. Geogr. Soc. London 1872. *Pruyssenaeeres* Reisen und Erforschungen im Gebiete d. Weissen u. Blauen Nils, Geogr. Mittlgn. Ergänzungsheft 50 u. 51. *Marno*, Reise in der Aegypt. Aequatorialprovinz u. Kordofan 1874/76. *Emin-Bey*, Reisen zwischen Viktoria- und Albert-Nyanza 1878, in Geogr. Mittlgn. 1880, p. 21; Im Osten des Bahr-el-Djebel 1882, p. 259.

*Engler*, Flora d. deutschen Schutzländer in Westafrika (depuis le Sud jusqu'à l'Equateur), in Gartenflora 1885. *Die Loango-Expedition* 1873/76; 3<sup>e</sup> Partie: la Végétation, par Pechuël-Loesche, 1882. *Album* der deutschen Ges. z. Erforschg. Aequatorial-Afrikas, Berlin 1876, Description de la région. *Falkenstein*, Die Loangoküste in 72 Original-Photographien, Berlin 1876. *Johnston*, The river Congo, London 1884. *Krause*, Reiseerinnerungen I. Camerun, in Abb. naturw. Verein, Bremen IX. 385. *Pechuël-Loesche*, Vegetation am Congo, in Ausland 1886. *Hartert*, Reise im westl. Sudan, in Geogr. Mittlgn. 1887, p. 172. *Peters*, Naturw. Reise nach Mossambique; Botanique, par *Klotzsch*, etc., Berlin 1862/64.

Addition: *Schmidt*, Beitr. z. Flora d. Cap Verdischen Inseln, Heidelberg 1852. *Mellis*, St. Helena: physic. histor. a topogr. descript. of the

island (Flora!), London 1875. *Du Petit Thouars*, Flore de Tristan d'Acugna, Paris 1811. *Challenger Report* on Insular Floras.

*Engler*, Beiträge z. Flora von Afrika (Botan. Jahrb. f. Syst. Tome XIV, 1891 et suivantes).

*Krause*, Flora d. Insel S. Vincent in d. Kapverdengruppe (Engler, Botan. Jahrb. f. Syst. Tome XIV, 1891).

*Engler*, Ueber die Hochgebirgsflora d. tropischen Afrika (Abhandl. d. Kgl. Preuss. Akad. d. Wiss. Berlin, 1891).

*Schinz*, Beiträge z. Kenntniss d. Afrikanischen von Deutsch. Sudwest Afrika u. der angrenzenden Gebiete (Verhandl. d. botan. Vereins Brandenburg XXIX-XXXI).

*Schwein furth*, Einige Mitteilungen über seinen diesjährigen Besuch in der Colonie Eritrea (Nord-Abessinien) (Verhandl. d. ges. f. Erdkunde in Berlin XIX, 1892).

*G.-F. Scott Elliot*, Report on the district traversed by the Anglo-French Boundary commission. Sierra Leone (Colonial Reports, 1893).

*Deflers*, Voyage au Yemen (Paris, 1889).

*Faurot*, Voyage au golfe de Tadjourah (Revue de l'Afrique française, 1886). *Franchet*, Plantes du voyage au golfe de Tadjourah (Journal de Botanique, 1887). *Hart*, Some account of the Fauna of Sinai, etc; Londres, 1891. Pour l'origine des plantes cultivées en Égypte (voir *Schwein furth*, Verh. Berlin anthropol. Ges. Juillet 1891 et Botan. Jahrb. f. Syst. XV, Littb., p. 51-55).

Entre les deux tropiques, mais resserrée au nord et au sud (sur la côte occidentale) par deux bandes de steppes et de déserts, s'étend, en Afrique, une flore tropicale très variée. Le vaste territoire qu'elle couvre et qui se rattache aux deux subdivisions de notre IV<sup>e</sup> zone (voir p. 74-75) peut être partagé en un certain nombre de Régions de végétation. Si nous cherchons à la définir par les formations caractéristiques ci-dessus mentionnées, nous voyons que la limite méridionale de cette flore correspond assez bien à la grosse ligne rouge de la carte de Köppen reproduite à la fin du volume. Partant de Benguela, dans l'ouest, cette ligne descend vers le sud-est jusqu'à la rencontre du tropique du Capricorne, qu'elle atteint dans le voisinage de la côte de l'Océan Indien. Il faut encore rattacher à cette flore tropicale une région située sur la côte orientale depuis le tropique du Capricorne jusqu'à la baie d'Algoa. En Australie nous trouvons, sous ces mêmes latitudes, quelque chose de comparable. La carte de Köppen montre bien que, depuis le tropique du Capricorne jusqu'à la ligne de partage des eaux du Congo, la majeure partie du continent africain est soumise au climat subtropical. De plus le trait climatologique le plus frappant de l'Afrique est que l'isotherme de 30° C., pour janvier, y forme, sous l'équateur, une courbe

fermée, une sorte d'ovale, dont le plus petit diamètre s'étend sur un espace de 15 degrés en latitude. C'est là une différence notable avec ce qu'on observe dans les régions tropicales indiennes et en Amérique, qui ne dépassent guère l'isotherme de 26° C. pour janvier. En dehors de quelques districts, — le Haut Nil, au nord de Lado, l'embouchure du Niger et Mourouvia sur la côte des Graines — où la chute annuelle de pluie dépasse 200 cent., les pluies sont peu abondantes. L'Afrique n'est donc pas seulement un continent très chaud, c'est aussi un continent très sec; à tout prendre, des trois Régions tropicales des continents, c'est la Région africaine qui en est la plus pauvre sous le rapport du développement des formes caractéristiques.

Au point de vue botanique, les montagnes d'Afrique jouent un rôle considérable. Commencant à la mer Rouge, elles s'étendent une première fois en Abyssinie, en un large massif d'où part, dans la direction du sud, une longue chaîne qui, franchissant l'équateur, se prolonge jusqu'au delà du lac Nyassa. Bien loin d'être une barrière, ces montagnes constituent, au contraire, une voie d'échange entre les flores (voir ci-dessus page 412). Les plateaux montagneux situés sous des latitudes plus méridionales, présentent, à un degré moindre, quelque chose d'analogue et, grâce à eux, des plantes du sud de l'Afrique peuvent remonter vers l'équateur jusqu'au 10° parallèle sud. Tel est, par exemple, le *Leucadendron argenteum*, cette célèbre Protéacée du Cap, qui se montre dans le haut Zambèze, sur les montagnes d'où sort la Liba, par 1200 mètres d'altitude.

*Régions de végétation et aires de plantes caractéristiques.* — Bien que ces dernières années aient apporté beaucoup à nos connaissances relativement à la flore de l'Afrique tropicale, pourtant on ne sait encore trop par quelles espèces caractériser les grandes divisions. La raison en est qu'il n'y a pas, à l'heure actuelle, en dehors du travail de M. Oliver trop ancien ou trop peu documenté, un ouvrage d'ensemble sur la flore systématique de ce continent. Quant aux descriptions des voyageurs, qui semblent calquées les unes sur les autres, elles n'ont, au point de vue systématique, qu'une valeur très relative, eu égard au manque absolu de déterminations ou au peu de certitude qu'elles présentent; par contre, les données sur les limites des aires pour des espèces très répandues, comme l'*Adansonia*, l'*Elæis*, le *Sterculia (Cola) acuminata*, l'*Herminiera*, etc., sont parfois contradictoires, car elles

reposent souvent sur des déterminations hasardeuses. Pour les renseignements sur les principales Graminées caractéristiques des Savanes, ils font quelquefois complètement défaut; même pour les Palmiers, qui sont les végétaux le plus volontiers mentionnés dans les descriptions des voyageurs, on trouve des remarques qui témoignent d'erreurs manifestes. Il reste donc encore beaucoup à faire (1).

Tout en étant beaucoup moins riche en *plantes cultivées* que le Brésil ou les Indes, l'Afrique tropicale en fournit cependant un certain nombre. Le Bananier (*Musa sapientum*), qui est aujourd'hui sur de grandes étendues la plante cultivée la plus importante, est originaire de l'Inde (voir plus haut, p. 223, ce qui a été dit des Scitaminiées, et aussi A. de Candolle, *l'Origine des plantes cultivées*, où l'on trouvera plus de détails). Parmi les céréales indigènes, il faut citer tout d'abord les différents Sorghos qui, d'après de récents travaux de M. Hackel, ne seraient tous que des formes de *l'Andropogon arundinaceus* var. *cerealis*. Il n'est pas douteux que l'Afrique soit la patrie primitive des Ignames (*Dioscorea*). De plus, beaucoup de Légumineuses sont employées en Afrique comme plantes alimentaires, par exemple le *Dolichos Lablab*, qui paraît vraiment indigène; le Catjang (*Cajanus indicus*) et le *Voandzeia subterranea*; par contre, l'Arachide semble avoir été introduite. Le Caféier (*Coffea arabica*) croit à l'état sauvage en plusieurs points au cœur de l'Afrique, où son aire naturelle est très disjointe. De toutes les plantes originaires de ce continent qui aient été cultivées par les Européens, celle-ci est la plus importante. Pour sa distribution géographique, le lecteur pourra se reporter à la monographie de M. Fuchs.

Les *Régions de végétation* qui me paraissent les plus naturelles et qui sont à très peu près celles que j'ai indiquées dans la carte des flores africaines de *l'Atlas physique de Berghaus* (n° 49) sont les suivantes :

1° La Région des Palmiers Doum et des steppes du Kordofan (au nord de la limite septentrionale des *Adansonia*).

2° La Région de la Déga abyssinienne, qui se prolonge vers les hautes montagnes de l'Afrique équatoriale et le sud-ouest de l'Arabie.

3° La Région des bananiers de l'Arabie méridionale (Asir-Yemen, Hadramaout, Oman).

(1) Voir la note à la fin du volume.

4° La Région des plantes grasses du pays des Somalis, caractérisée par ses formations xérophiles tropicales.

5° La Région des hautes montagnes de l'Afrique tropicale, au-dessus des forêts.

6° La Région forestière du Haut-Nil et du domaine des grands lacs.

7° La Région forestière de la Guinée et du domaine du Congo.

8° La Région forestière de la côte orientale, entre l'Équateur et le tropique du Capricorne.

9° La Région septentrionale du Baobab et des savanes (Soudan).

10° La Région méridionale du Baobab et des savanes (Zambèze, Congo méridional).

L'île de Socotra se rattache à la région 3, les îles du Cap-Vert à la région 9 et aux îles atlantiques (Canaries); Sainte-Hélène, l'Ascension et Tristan d'Acunha ont le véritable caractère d'îles océaniques.

Pour se faire une idée exacte de ces différentes régions, il est nécessaire d'examiner les principales lignes de végétation. L'une des premières est celle du Baobab ou Arbre à pain de singe (*Adansonia digitata*).

Voir dans le travail de M. Pechuel-Lœsche sur Loango (p.177) une excellente description des caractères de cet arbre à feuilles caduques, qui atteint la taille des plus énormes Chênes. C'est essentiellement un arbre des contrées découvertes, où il est souvent accompagné d'espèces appartenant à des familles voisines, les *Bombax* et l'*Eriodendron anfractuosum*. « Il affectionne les plaines à graminées à Loango, jamais il n'a été trouvé dans la grande forêt. »

Son aire, qui se trouve à peu près comprise entre le 17° parallèle N. et le 18° S. sur la côte occidentale, et qui atteint le 24° degré S. sur la côte orientale, embrasse donc les deux régions de savanes, celle du nord et celle du sud, et présente des lacunes très nettes au voisinage de la contrée où les forêts humides s'étendent en masses continues. La région 1 (celle du Palmier Doum et des steppes de Kordofan) se trouve en dehors de la limite septentrionale de l'*Adansonia*; elle correspond donc encore au domaine du Dattier (*Phoenix dactylifera*), sans toutefois appartenir au Sahara. Il est probable que, en dehors de quelques stations limites, le Baobab manque aux régions 2, 3, 4, 5.

Après le Baobab, ce sont les grands arbres monocotylédones, souvent mentionnés par les voyageurs, qui sont les plus caractéristiques. Tels sont :

Le Palmier Deleb, *Borassus flebelliformis*, qui croît également

aux Indes orientales où il joue un rôle important, se trouve vraisemblablement associé au Baobab sur de grandes étendues (nous entendons qu'ils ont des parties de leurs aires communes). Sa limite septentrionale se confond avec celle du Baobab en Sénégambie; il manque au pays des Gallas et des Somalis, et à l' Abyssinie, et, dans le Sud, il se montre *en dehors* (c'est-à-dire au nord) de la ligne de végétation de cet arbre. A ce propos, je dois faire remarquer qu'on ne sait pas encore si, dans bien des cas, les voyageurs n'ont pas confondu le *Borassus* avec des espèces d'*Hyphæne*. L'expédition de Loango ne l'a jamais rencontré.

Le Palmier Deleb manque d'autre part aux Régions 1, 2, 4 et 3, et aussi peut-être, à l'exception du domaine des savanes qui la limitent extérieurement, à la région 7. M. Johnston admet, d'après ses propres observations au Congo, que le *Borassus* est limité au domaine de l'embouchure de ce fleuve et que, plus dans l'intérieur, il est remplacé par l'*Hyphæne guineensis*; « mais ces deux genres sont tellement voisins que c'est à peine si l'on peut les séparer. » Cette remarque est si étrange qu'il y a sans doute confusion d'espèces.

Le genre *Hyphæne*, spécial à l'Afrique, où il est représenté par 9 espèces, est, après le Dattier, le Palmier ayant la plus grande extension sur le continent. Les *Hyphæne* sont de grands arbres aux troncs lisses parfois renflés. Le Doum (*Hyphæne thebaïca*) a un tronc une ou plusieurs fois bifurqué.

Ce Palmier Doum caractérise la région 1 par rapport au Sahara et disparaît dans le domaine des lacs du Haut-Nil.

On le trouve tout autour du lac Tchad, au nord-ouest duquel il s'avance encore pour s'arrêter au sud de la contrée, encore peu connue, des montagnes d'Ahaggar. Il se montre à l'intérieur de l'aire des *Adansonia*, qu'il dépasse de beaucoup au Nord, s'avancant en Egypte jusqu'au 26° parallèle et c'est dans cette même aire qu'il est le plus abondant; voir *Geogr. Mitteil.* 1884, p. 166, les descriptions données par M. Menges de la végétation du Mareb sur le bord nord-nord-ouest du haut plateau d'Abyssinie, par 14° 50' N. et 38° de longitude E. : sur tout le cours du Mareb, à Kassala, par exemple, on trouve de beaux bois de Palmiers Doum. Les bords du Chor-Scherbet, affluent du Mareb, sont couverts de grands *Tamarindus*, d'énormes *Kigelia* et d'*Adansonia*, qui sont là extrêmement abondants. — Je ne sais quelle est la limite sud de l'*Hyphæne thebaïca*; il est bien probable qu'il ne va pas jusqu'à l'Équateur. Au Sud de la ligne, dans le domaine du Zambèze, il est remplacé par l'*Hyphæne ventricosa* et l'*H. crinita*; ces deux espèces, qui caractérisent la région 10, se montrent également dans les savanes. Quant à l'*Hyphæne guineensis*, « cet enfant des pays découverts », que Pechuet-Löesche nous a fait connaître, il occupe vraisemblablement une aire discontinue depuis Liberia jusqu'au Kouilou; il appartient donc à la région 7.

Un arbre particulièrement caractéristique de la région tropicale de la Guinée est le Palmier à huile *Elaeis guineensis*. Ce remarquable représentant africain des Coecoinés américaines (voir plus haut, Troisième partie, *Les Palmiers*) appartient également à la région 7. Sa ligne de végétation, — qui passe par la Gambie, la Bénoué, la ligne de partage des eaux du Congo et du Nil, le lac Nyassa, le lac Bangouelo, Angola, qu'il ne dépasse pas au sud, — est souvent interrompue par de larges pays de savanes. Le Palmier à huile est accompagné d'un certain nombre d'autres espèces remarquables, qui, presque toutes, ont des aires plus restreintes; ce sont : le Palmier à vin, *Raphia vinifera*, et de nombreuses espèces du même genre, à feuilles énormes, qui croissent autour du golfe de Biafra; des Palmiers grimpants, en particulier les *Oncocalamus*, dont les tiges atteignent 20 mètres de hauteur; des *Ancistrophyllum* et *Eremospatha*, qui tous rappellent par leur port les Rotangs de l'Inde et qui, comme eux, forment des fourrés.

M. Johnston (l. c., p. 322) mentionne le *Calamus secundiflorus* dans une seule station sur le Congo, à Stanley pool.

C'est dans le même domaine sur la côte occidentale, dont il ne s'éloigne pas, qu'on trouve, très répandu, le grand *Pandanus candelabrum*. Ses représentants, qui croissent isolés, atteignent un beau développement aux établissements de Loango.

Plus dans l'intérieur et étendue par la culture, on trouve la Noix de Kola, *Sterculia (Cola) acuminata*, très estimée de beaucoup de peuplades nègres et dont les fruits employés comme masticatoires, ont une action stimulante.

À côté de ces espèces, qui sont limitées à une région déterminée, il en est d'autres qui se trouvent sur de grandes étendues, encore que leurs formations ne se présentent en grandes masses qu'en certains points. De ce nombre sont le *Cyperus Papyrus*, qui couvre de sa végétation touffue les bords des rivières dans le bassin du Haut-Nil, et, dans la même région, l'Ambatsch (*Herminiera elaphroxyllum*), au bois léger et spongieux.

Le Papyrus se montre également dans le bassin du Niger, sur le Congo, où il est commun, par exemple à Stanley pool, où, d'après Johnston, il forme des masses considérables, et aussi dans les parties basses marécageuses de la côte occidentale, où on le connaît sous le nom d'herbe de Loango.

Des formations plus ou moins différentes donnent à chaque région son caractère particulier. Dans les régions 6 8, ce sont les

forêts tropicales qui dominant; dans les régions 9-10, ce sont des savanes parsemées d'arbres ou éventuellement, le long des fleuves, entrecoupées de forêts « galeries », savanes qui passent aux steppes dans la région 1. Voici quelques remarques relatives aux cinq premières régions :

C'est en partie, d'après la carte publiée par M. Schweinfurth dans les *Geographische Mittheilungen* pour 1868 (carte 9) que nous avons indiqué sur notre carte des flores d'Afrique (Bergbaus, Atlas physique, n° 49) la distribution géographique des plantes dans le bassin du Nil jusqu'au 5° parallèle et sur les bords de la mer Rouge. Les remarquables descriptions de cet auteur, les observations qu'il a publiées ultérieurement sur le pays des Nyamnyams, les études de Pechuel-Lösche qui accompagnait l'expédition de Loango sont les principales sources où nous avons puisé nos renseignements sur la répartition des plantes africaines dans leurs rapports avec le sol et le climat.

M. Schweinfurth distingue :

1°) La région des *steppes du Kordofan* avec la *région de passage* (que nous avons ici réunie à la première). C'est un pays à graminées où pénètre la flore du Nord et du Sud (flore des forêts et des savanes). Ces graminées couvrent à elles seules de vastes surfaces, qui, par leur aspect, rappellent les champs de céréales les mieux entretenus. Elles présentent toutes les teintes du vert; mais c'est surtout au temps de la maturité, quand la masse de leurs épis dont la couleur varie du rougeâtre au jaune ou au noirâtre suivant les espèces dominantes, qu'on peut ainsi reconnaître de loin, que ces formations de graminées ont l'aspect le plus pittoresque. En certains points (pentes des collines, etc.), on peut trouver, réunies dans un très petit espace, un nombre extraordinaire de graminées différentes, tandis qu'ailleurs une seule et même espèce peut couvrir plusieurs milles carrés.

2°) Sous le nom de région de la Déga, on désigne le haut plateau d'Abyssinie, d'une altitude moyenne de 2,000<sup>m</sup> à 3,000<sup>m</sup>, les formations intermédiaires commençant déjà à 1,700<sup>m</sup>. En dehors du haut plateau d'Abyssinie, à partir du 15° parallèle Nord, il faut encore rattacher à la Déga les montagnes qui se prolongent au Sud dans la région équatoriale et qui présentent des formations analogues, avec immixtion plus ou moins prononcée de types méridionaux. Au-dessus de 3,000<sup>m</sup>, les montagnes d'Abyssinie font partie de notre région 5 (région supérieure des montagnes de l'Afrique tropicale). Le principal caractère de cette Déga, c'est, d'après M. Schweinfurth, « l'absence de forêts, la rareté des arbres et la diminution graduelle des herbes lorsque l'altitude augmente. »

La région inférieure est peuplée d'arbres et d'arbustes à feuilles persistantes de type méditerranéen, en particulier de *Juniperus procera* et d'*Erica arborea* (cette espèce monte plus haut que la précédente). L'expédition de Thomson a retrouvé dans les hautes montagnes du Massaï, dans la région équatoriale, ces deux espèces; on voit donc que des genres nettement boréaux peuvent pénétrer jusqu'au cœur de l'Afrique. Associées

au *Calodendron capense* et au *Podocarpus elongata*, deux plantes du sud de l'Afrique, ce Genévrier et cette Bruyère forment là de grands bois de 30 mètres de hauteur, très caractéristiques de ces contrées (voir G.-J. XI, 136). Ainsi se trouvent confirmées les vues de Hooker suivant lesquelles la flore des hautes montagnes d'Afrique différerait absolument de celles de l'Asie tropicale, tandis qu'au contraire on trouverait dans les plaines de l'Afrique orientale de nombreuses espèces et formes représentatives du Dekhan. De plus, la comparaison des flores d'Australie et d'Afrique montre que beaucoup d'espèces extratropicales du sud de l'Australie remontent au nord dans la flore tropicale de ce continent, tandis qu'en Afrique la séparation entre les deux flores est très tranchée et que c'est seulement dans les hautes montagnes que les formes de l'Afrique australe viennent se mêler aux éléments tropicaux. En Abyssinie, les genres appartenant en propre au domaine des tropiques de la Dêga sont : le *Coffea arabica* qui, là comme dans la région des lacs, doit se trouver dans sa patrie primitive, le *Koasso* (*Brayera antheminthica*), le *Pittosporum abyssinicum*, le *Carissa edulis* ; citons encore deux oliviers qui se retrouvent aux Mascareignes et dans le sud de l'Afrique, l'*Olea chrysophylla* et l'*O. laurifolia*. Au point de vue physiologique, le Gibarra (*Rhynchoptalam montanum*) une Lobéliacée dont le port rappelle les Liliacées arborescentes, voir Grisebach (V. d. G., II, p. 189) est une des plantes les plus intéressantes des hautes montagnes d'Abyssinie.

3°) Le *sud de l'Arabie* sur lequel nous n'avons encore que très peu de renseignements, renferme un remarquable mélange d'éléments tropicaux de même nature que ceux de l'Afrique orientale, d'espèces abyssiniennes, et d'émissions de la flore désertique qui s'avancent très loin vers le sud. Comme plantes caractéristiques, nous citerons le Khâl, *Celastrus (Catha) edulis*, un arbuste dont les feuilles fournissent un succédané du thé et un masticatoire très apprécié des indigènes, la série des Baumiers (*Balsamodendron*), et les *Acacias* qui forment là des forêts. — L'île de Socotra, que de récentes explorations nous font mieux connaître (voir G.-J. X, 185-187), présente des caractères très analogues, mais se distingue par l'abondance des formes endémiques qui y figurent (20 0/0). Là croissent avec les Dragonniers (*Dracena*), le *Dendrosyccios socotrana*, une Légumineuse dont les troncs renflés comme des tonneaux atteignent 6 mètres de hauteur, l'*Adenium multiflorum*, une Apocynée rappelant celle qu'on rencontre sur la côte orientale. Dans les montagnes, jusqu'à une altitude de 1300<sup>m</sup> on retrouve, associés aux Aloès (qui ont rendu cette île célèbre), les Baumiers d'Arabie (*Boswellia* et *Balsamodendron*).

4°) La *région des plantes grasses da Pays des Somalis* commence au-dessus de la côte dont la flore porte le caractère désertique (*Tamarix*, *Calotropis*, *Salvadora persica*, *Aristolochia rigida*, *Indigojera argentea*) avec *Zizyphus* arborescents et *Acacias* parasols. Sur les terrasses des montagnes apparaît cette flore riche en plantes grasses particulière à cette région, soumise à un climat très sec; ce sont les Euphorbes candélabres, les Aloès, les Passiflores charnues, « dont les tiges qui atteignent 1 mètre cube, ressemblent à des blocs de rochers arrondis », et les Bau-

miers aux sécrétions résineuses. Les Acacias y sont nombreux ; parmi eux citons le gracieux *Acacia etbaica* au feuillage en éventail, l'*A. abyssinica*, un des producteurs de gomme. On y retrouve l'*Adenium* « au tronc charnu, lisse, tout gorgé de suc vénéneux, qui, sortant d'une base pouvant atteindre 1 mètre de diamètre, va en s'amincissant graduellement jusqu'au sommet d'où partent quelques minces branches terminées par une rosette de feuilles. Cette plante peut atteindre 3 mètres de hauteur et son latex sert à empoisonner les flèches ». Dans la région des nuages où le ciel reste couvert la majeure partie de l'année, les Myrrhes et les Acacias deviennent rares, tandis que les plantes grasses de différentes familles sont de plus en plus nombreuses. C'est là sur des sommets atteignant 2000<sup>m</sup> que croît le *Dracæna Ombet* ; les Oliviers ont disparu et sont remplacés par un *Buxus* (*B. Hildenbrandtii*). On retrouve là beaucoup des caractères de la Déga abyssinienne.

5° Au-dessus de 2.500 ou de 3.000<sup>m</sup> et souvent, quand tout élément de flore chaude a disparu, à 3.500<sup>m</sup> commence, sur les plus hauts sommets de l'Afrique tropicale, sur les monts Cameroun, à Fernando-Po, sur le Kilimandjaro, en Abyssinie, la *région des hautes montagnes tropicales*. Celle-ci est pauvre en formes spéciales ; on y trouve des représentants des flores boréales ou australes, répandus surtout dans le sud de l'Afrique, ou dans les hautes montagnes de la région de la Méditerranée et de l'Orient, ou tout au moins se rattachant étroitement à des formes de ces contrées. Sur les monts Cameroun, les forêts épaisses montent jusqu'à 2.150<sup>m</sup> ; plus haut, jusqu'à 2.700<sup>m</sup>, ce sont des Graminées avec des buissons d'*Hypericum*, de *Pittosporum*, d'*Adenocarpus*, de *Pygeum*, de *Myrica*, de *Leucothoë* et d'*Ericinella*. La région supérieure va de 2.750<sup>m</sup> jusqu'au sommet (4.000<sup>m</sup>) ; les arbustes disparaissent pour faire place à des herbes au nombre desquelles nous citerons parmi les espèces caractéristiques l'*Helichrysum chrysocoma*, le *Bartsia abyssinica* et le *Blaeria spicata*. La majorité de ces plantes se retrouve en Abyssinie.

Des 250 Phanérogames qui se montrent encore au-dessus de 1.500<sup>m</sup> dans les montagnes de Biafra, 40 croissent également dans l'Himalaya, et la plupart d'entre elles se rencontrent aussi en Europe ; c'est ainsi qu'on y trouve le *Sanicula europæa*, le *Succisa pratensis*, le *Sibthorpia europæa*, le *Luzula campestris*, le *Deschampsia cæspitosa*. — D'après M. Meyer, sur le Kilimandjaro à 4.500<sup>m</sup> d'altitude, les derniers gazons sont constitués par le *Senecio Johnstoni* ; plus haut on retrouve encore des mousses et des lichens.

M. Meyer (Geogr. Mitteil., 1887, pl. 19 et Verh. Ges. Erdk., Berlin, XIV, 430) a donné une carte botanique de cet intéressant massif du Kilimandjaro où l'on peut distinguer les zones suivantes : 1°) zone inférieure boisée ; depuis la steppe jusqu'à 1000<sup>m</sup> ; 2°) zone des belles cultures de la Djagga, de 1.000 à 1.800<sup>m</sup> ; 3°) zone de buissons atteignant là le double de la hauteur d'un homme, de 1.800 à 2.000<sup>m</sup> ; 4°) zone des forêts vierges, de 2.000 à 3.000<sup>m</sup> ; 5°) zone des Graminées avec arbustes isolés, de 3.000 à 4.000<sup>m</sup> ; 6°) zone des graminées dépourvue d'arbustes en haut de laquelle on ne trouve plus que des touffes éparses de *Gnaphalium* et de *Leontodon*, de 4.000 à 4.500<sup>m</sup> ; 7°) zone des mousses et des lichens, au-dessus de 4.500<sup>m</sup>.

## APPENDICE

## Les îles de l'océan Atlantique

Les îles du Cap-Vert, l'île de l'Ascension, Sainte-Hélène et Tristan d'Acunha diffèrent profondément des îles situées à l'Est du continent africain, tant au point de vue des formes introduites qu'à celui de la flore endémique.

Les îles du Cap-Vert portent le double caractère de la Sénégambie et des îles atlantiques (Canaries); Tristan d'Acunha se rattache plutôt à la flore du sud de l'Afrique; quant aux deux îles équatoriales de l'Ascension et de Sainte-Hélène, elles ont le cachet de véritables « îles océaniques, » c'est-à-dire qu'elles ont une flore toute spéciale et sans relations bien nettes avec la flore du continent.

Le lecteur pourra se reporter au XXIV<sup>e</sup> chapitre de la *Végétation du Globe*, de Grisebach, consacré aux îles océaniques (tome II, p. 747).

Pour M. Schmidt, la région tropicale des *îles du Cap Vert* s'étend depuis la mer jusqu'à 450<sup>m</sup> d'altitude environ. Par ses steppes désertes et par ses savanes, cette région rappelle le continent africain. Les *Tamarix* donnent à St-Vincent une physionomie très spéciale. La région tempérée est caractérisée par des formations de Composées frutescentes qui montent jusqu'à 900<sup>m</sup> environ, et par des Labiées également frutescentes entre 900 et 1.400<sup>m</sup>, ce qui rappelle les Canaries. Sur les côtes rocheuses se montrent des Crassulacés (*Aichryson*), une Crucifère frutescente (*Sinapidendron*) et l'*Euphorbia Tuckeyana* qui ont bien le type des îles atlantiques.

La flore de l'*Ascension* est naturellement très pauvre, et si elle s'est enrichie c'est grâce au concours de l'homme. Neuf espèces de Fougères dont trois sont endémiques montrent l'importance du rôle joué par les cryptogames dans le peuplement des roches dénudées des régions inter-tropicales.

L'*Hedyotis Ascensionis* et l'*Euphorbia origanoides* sont des arbrisseaux endémiques. D'après le Dr Börgen, sur la Montagne verte (Green Mount), à une altitude de 800<sup>m</sup> environ, on trouve maintenant une riche végétation de Palmiers, de Bananiers et de Gingembres, etc., toutes plantes introduites (voir G.-J. VII, 226).

La flore primitive de *S<sup>te</sup>-Hélène* qui comptait au commencement de ce siècle 50 Phanérogames et 26 Fougères, était extrêmement intéressante. Par suite d'introduction de plantes tropicales communes, cette flore a presque entièrement disparu, ou du moins ses représentants ne se sont maintenus que dans quelques stations très restreintes. Roxburgh, qui a exploré l'île en 1813, ne cite pas moins de 16 arbres et de 9 arbustes, toutes espèces endémiques, comme on en trouve dans les îles océaniques désertes, et d'affinités géographiques indéterminées.

A ces arbres dicotylédones à feuilles persistantes venait s'associer une Fougère arborescente endémique, le *Dicksonia arborescens* qui atteint 6 mètres de hauteur et croissait sur le plus haut sommet de l'île à 800<sup>m</sup> d'altitude. Une Rhamnée du sud de l'Afrique (*Phyllica*) et des Campanulacées (*Wahlenbergia*, parmi lesquelles le *W. linifolia*), qui se retrouvent à l'Ascension, se rattachent à la flore du Cap. Nous avons mentionné plus haut, à propos des îles océaniques, les rapports numériques des genres et des espèces endémiques et introduites de la flore de Ste-Hélène.

Un autre *Phyllica* (*Ph. arborea*), donne à l'île *Tristan d'Acunha* un caractère sud-africain. Les représentants rabougris de cette espèce couvrent la montagne jusqu'à 900 mètres. Là croissent encore de belles Fougères et, dans les régions supérieures, des Graminées (*Agrostis*). Une espèce de roseau (*Spartina arundinacea*), qui forme à Tristan d'Acunha des fourrés de la hauteur d'un homme, a été retrouvé à l'île St-Paul et à Amsterdam. Le *Phyllica arborea* se retrouve également à Amsterdam, mais il n'en est pas moins vrai qu'il est bien endémique à Tristan d'Acunha.

## 12. Afrique australe

Bibliographie a) Flores systématiques. *Harvey*, The Genera of South African plants, 2<sup>e</sup> édition. *Harvey et Sonder*, Flora capensis ; 3 volumes (inachevé). *Engler*, Plantae Marlothianae, Ein Beitrag z. Kenntn. d. Flora Südafricas, in Botan. Jahrb. Syst., tome X et XI, 1888-1890. *Schinz*, Beitr. z. Kenntn. d. Flora von Deutsch-Südwest-Afrika u. d. angrenz. Gebiete, in Abh. d. Botan. Vereins d. Prov. Brandenburg XXIX à XXXI, 1888-1890. *Kuntze*, Plantae Pechuëlianae Hereroenses, in Jahrb. K. botan. Garten Berlin, IV 1886.

b) Géographie botanique et relations de voyages. *Behm*, Süd-afrika i. J. 1838 ; Phytogeographie : Geogr. Mittlgn. 1838, p. 203 à 210. *Rehmann*, Vegetationsregionen Südafrikas, voir *G. J.*, IX, 192. *Bolus*, Grundzüge der Flora von Südafrika, traduit par le D<sup>r</sup> Kersten, 1888. *Dove*, Das Klima des aussertropischen Südafrikas mit Berücks. der geogr. und wirtschaffl. Beziehungen etc., avec 3 cartes, 1888. *Engler*, Flora d. deutschen Schutzländer in West-afrika, in Gartenflora, 1885. *Marloth*, Das südöstl. Kalahariengebiet, in Bot. Jahrb. Syst., VIII, 247-260. *Schinz*, Durch Südwestafrika, in Verh. Ges. Erdk. Berlin, XIV. 322. Hereroland, Land und Leute, in Geogr. Mittlgn., 1878, p. 306. *Hertwig*, Das Küstengeb. v. Natal u. Pondoland, in Geogr. Mittlgn., 1888, p. 358. *Bunbury*, Voyage au Cap in Hooker, London Journ. of Botany, II, 15 (1843), III, 230 (1844). *Krauss*, Fl. d. Kaplandes in Regensburger Flora, 1844-1846. *Fritsch*, Drei Jahre in Südafrika, 1868.

Sous le nom d'Afrique australe, nous comprenons ici les contrées situées au-dessous des limites méridionales des Palmiers et des Baobabs (voir plus haut). Le *Phoenix reclinata* constitue une exception remarquable, car il descend sur la côte de Natal jusqu'à

la baie d'Algoa et peut servir de ligne de démarcation à la seconde division de la Cinquième zone, la *région tropicale sud-africaine*. Déjà à Loanda, mais surtout au sud de Mossamédès, les pluies sont très peu abondantes; on arrive là dans la première division de notre Cinquième zone. Le désert de Kalahari, au N. du fleuve Orange, occupe le centre de la coutrée limitée extérieurement par la ligne courbe correspondant à une hauteur annuelle de pluie inférieure à 60 centimètres. (Cette limite a été indiquée par un pointillé; voir notre carte de la fin du volume.) Dans la partie sud-ouest du Cap, les pluies sont de nouveau plus abondantes, mais ce sont là des *pluies d'hiver*; aussi bien cette région doit-elle être tout entière rattachée à la troisième division de la Cinquième zone. Ici ce sont donc des chaînes de montagnes qui séparent les unes des autres les différentes parties des régions de végétation. Ces régions sont si bien caractérisées dans les esquisses de Bolus, qui concordent si exactement avec les cartes climatiques de Doves, qu'on peut y renvoyer le lecteur désireux d'étudier la flore du sud de l'Afrique.

Bolus a partagé cette flore en 5 régions de végétation naturelle; mais, avec Rehmman, dans la carte des flores de l'Afrique de l'*Atlas physique* de Berghaus, je distingue 6, et même en reprenant une des subdivisions de Bolus, 7 régions de végétation d'inégale valeur. Ce sont : 1<sup>o</sup>) la *région des steppes et déserts du Kalahari*; 2<sup>o</sup>) la *région des steppes à graminées du Hoog-Veld ou du Transvaal*, qui se distingue de la première par le grand développement des Graminées, l'abondance des arbres dans le Nord (voir Schinz G.-J. XIII, p. 344) et par une plus grande fertilité. Ces deux régions commencent à la limite sud du Baobab et vont jusqu'au 30<sup>e</sup> parallèle Sud environ; 3<sup>o</sup>) la *région tropicale sudafricaine*, qui comprend la côte orientale de la baie de Lagoa jusqu'à la baie d'Algoa; 4<sup>o</sup>) la *région des hauts plateaux du sud de l'Afrique*; elle commence au sud du fleuve Orange (d'après Bolus, on doit lui rattacher une partie du cours supérieur de ce fleuve) et comprend les hauts plateaux, d'une altitude moyenne de 1,200-1,600<sup>m</sup>, qui s'étendent jusqu'à la série des chaînes de Roggeveld, Nieuwefeld, Sneeuwberg, Buschberg, etc., et jusqu'au territoire du Cap; 5<sup>o</sup>) la *région de Karroo*, qui s'étend en une longue bande étroite sur la côte occidentale, depuis l'embouchure du fleuve jusqu'à la rivière Olifant, par 31°30'S, et se prolonge vers l'Est par les plaines de Karroo. Dans cette partie, elle est limitée au Nord par les chaînes de Nieuwefeld, etc., et au sud par le Zwarte Berg.

Quant au reste de la colonie du Cap, située entre le Zwarle Berg et la mer, Bolus n'en fait qu'une seule région, mais j'estime qu'il y faut distinguer une *région de forêts toujours vertes du sud de l'Afrique*, qui sera notre 6<sup>e</sup> région et qui comprend la partie orientale, plus riche en forêts depuis la baie d'Algoa jusqu'à la baie Mossel, et une *région de buissons toujours verts du territoire du Cap*, qui sera notre 7<sup>e</sup> et dernière région. Il est probable que des avant-coureurs de la 6<sup>e</sup> région arrivent au Nord-Est jusque dans les monts Draken. Il a été question plus haut (voir p. 125) des formes endémiques des steppes désertiques de l'Afrique australe.

La grande variété de ces contrées, où règnent des climats très différents, fait que relativement à sa surface l'Afrique australe possède une flore extrêmement riche. A ce point de vue on peut la comparer à l'Australie. Toutefois la différence entre la côte Atlantique et la côte de la mer des Indes, n'est pas si accusée que l'est en Australie la différence entre la côte de la mer des Indes et celle du Pacifique, sauf cependant si l'on compare la 7<sup>e</sup> et la 3<sup>e</sup> régions telles que nous les avons définies plus haut. En effet, c'est dans cette 7<sup>e</sup> région que se trouve rassemblée la presque totalité de ces espèces suffrutescentes et de ces plantes bulbeuses si spéciales qui portent l'épithète de « *capenses* ». C'est par conséquent la plus riche de toutes et les espèces qui la peuplent ont des aires très restreintes.

1°) Dans le *Kalahari* et au nord en deçà de la limite des Palmiers, croît le singulier *Welwitschia mirabilis*, une Gnétacée très caractéristique de ces contrées. Cette plante enfonce dans le sable son long pivot qui se termine supérieurement par une tige renflée à tête aplatie d'où s'échappent deux grandes et uniques feuilles vertes persistantes, en forme de lanières déchiquetées à leur extrémité. Il faut citer une plante plus caractéristique encore de ces pays, où elle rend de grands services, c'est une Cucurbitacée, le « *Naras* » (*Acanthosicyos horrida*), qui, d'après Behm (Geogr. Mitteil., 1858, p. 204 et 203), serait certainement identique avec le Melon d'eau (*Cucumis Caffer*). « Dans les années où les pluies sont plus abondantes, ce qui arrive en moyenne tous les 10 ou 11 ans, ce « *Naras* » couvre littéralement d'énormes surfaces dans ce pays. C'est alors une véritable aubaine pour l'homme et pour les animaux très divers, qui en font leur nourriture. » Voir également l'intéressante monographie de M. Marloth (Botan. Jahrb. Syst. IX, 173). — Le désert couvert de dunes de sable est moins aride dans sa partie orientale quand on se rapproche des montagnes; des arbres vigoureux se montrent le long de quelques cours d'eau, mais ailleurs presque toute la végétation ligneuse se réduit à des buissons épineux (Geogr. Mitteil., 1878, p. 306).

2°) Les *formations du Hooge-Veld* occupent dans la République du fleuve Orange et dans le Transvaal d'immenses plaines herbeuses où les troupeaux sauvages de mammifères herbivores sont abondants et où l'éleveur du bétail peut se faire dans des conditions favorables. Les *Acacias* (*A. robusta*) qui, dans le Transvaal, arrivent à constituer sur de petites

étendues des forêts de haute futaie sont les arbres les plus remarquables. Le *Twa gras* (*Arthratherum brevifolium*) caractérise toute la lisière de ce domaine et aussi la partie orientale du Kalahari du côté des hauts plateaux du sud.

3°) La ligne de faite des monts Draken marque la limite ouest de la *région tropicale du sud de l'Afrique*, intéressante en ce que, sous le climat qui y règne et qui n'est plus à proprement parler tropical, on retrouve cependant comme élément principal, mais moins richement développée, la flore des tropiques. Citons par exemple de nombreuses et curieuses Cycadées (*Eucephalartos ! Stangeria*), le *Phœnix reclinata* déjà mentionné, de grandes Musacées (*Strelitzia*) et aussi déjà des Conifères, des *Podocarpus*, le Cyprès de montagne (*Widdringtonia cupressoides*), qui est commun au Cap, des Euphorbiacées charnues de type africain (*E. tetragona* et *grandidens*), cette Rutacée connue sous le nom de Châtaignier sauvage (*Calodendron Capense*). On y trouve également des buissons et des plaines herbeuses entièrement dépourvues d'arbres.

4°) La région des *hauts plateaux*. Ce sont d'immenses plaines situées à une altitude assez grande (1200 à 1600<sup>m</sup> et plus), dépourvues de végétation arborescente et toutes parsemées de montagnes isolées, ou sillonnées de chaînes ou de collines rocheuses escarpées, couvertes de misérables buissons. Ailleurs, on trouve des sortes de brandes de sous-arbrisseaux, Rutacées, Géraniacées, *Phytica*, *Rhus*, petites Légumineuses, etc., mais ce qui domine ce sont les Composées appartenant aux genres *Helichrysum*, *Ericcephalus*, *Pentzia*, *Othonnopsis*, etc. C'est d'après cette végétation, dont le caractère endémique est, comme nous l'avons vu (v. ci-dessus, p. 120) fortement accentué, que Bolus avait voulu désigner toute la région du Cap.

5°) La *région de Karroo*. L'*Acacia horrida* est le seul arbre qui y constitue de véritables formations le long des lits desséchés des rivières; les autres espèces du même genre ne sont que des arbustes (tels par exemple l'*Acacia detinens*, l'*A. Giraffæ*, qui sont des arbustes épineux). Le *Capparis oleoides* a de grandes tiges blanches de 3 à 5 mètres de hauteur, le *Portulacaria afra* (Spekboom) est une herbe vivace bien connue aux feuilles charnues à saveur acidule. Le *Sarcocaulon Patersoni*, de nombreux *Pelargonium* et des Oxalidées ont bien le cachet du sud de l'Afrique. Les formations principales qui se montrent pêle-mêle sont des steppes à buissons, des broussailles et des formations d'herbes vivaces, séparées par des espaces complètement dépourvus de végétation. Ces régions absolument désolées pendant les périodes de sécheresse, changent d'aspect comme par enchantement dans l'espace de une à deux semaines lorsqu'il vient à y pleuvoir.

6° et 7°) La région du Cap (*forêts et buissons à feuilles persistantes*) est la plus riche en espèces des régions de l'Afrique australe.

Les forêts de haute futaie sont cantonnées dans la partie où les pluies sont plus abondantes, c'est-à-dire entre les monts Onteniqua et la mer et elles ne dépassent pas la rivière Gouritz à l'ouest, la rivière Krommé à l'est. C'est là qu'on trouve ces gigantesques *Podocarpus Thunbergii* « dont 4 hommes ne suffisent pas à embrasser le tronc » (Krauss); le

*Crocoxylum excelsum*, le *Curtisia faginea*, l'*Elæodendron capense*, etc., trois grands arbres à couronne épaisse, à l'ombre desquels croissent de petits arbustes et de nombreuses plantes grimpantes. Les affinités avec la côte orientale sont évidentes et c'est seulement à l'extrémité sud-ouest du continent, que la célèbre flore du Cap est bien caractérisée par les Protéacées (*Protea* et *Leucadendron*) (voir plus haut, p. 179 et aussi Marloth, G. J. XI, 137), par l'extraordinaire abondance d'Ericacées parmi lesquelles le seul genre *Erica* compte plus de 300 espèces, par les *Pelargonium*, les *Mesembryanthemum* et les *Aloe*, les *Rhus* et les *Phylica* et même par quelques familles absolument spéciales (les *Bruniacées*, par exemple). Les floristes qui se sont occupés de ce domaine ont souvent fait remarquer combien l'altitude paraît avoir peu d'influence sur la distribution des végétaux, à telle enseigne qu'il est difficile de distinguer là des zones comme dans les autres montagnes. Ce qui donne à ces contrées un aspect tout spécial, c'est une Composée frutescente, l'*Elytropappus Rhinocerotis*, qui couvre à elle seule de ses huissons bas, d'un vert mat ou bleuâtre, d'énormes surfaces (voir plus haut, p. 261, 263). Peu d'arbres atteignent une taille un peu élevée (de 7 à 9<sup>m</sup>), encore ne les trouve-t-on que dans les gorges profondes des montagnes.

### 13. Îles situées à l'est de l'Afrique

*Bibliographie.* — Flores systématiques générales. *Baker*, Flora of Mauritius and the Seychelles, Londres 1877. Pour les Cryptogames vasculaires de ces îles voir Kuhn, in Botanik von Ost-Afrika, 1879. *Buchenau*, Reliquiæ Rutenbergianæ (Beiträge z. Flora v. Madagascar) in Abh. d. naturw. Vereins z. Bremen VII-X. Register X, 394. *Baker*, Plants of Madagascar et in Journ. Linn. Soc. London, Bot. XVIII-XX; Journal of Botany, 1882; *Baillon*, Flore illustrée de Madagascar, en publication, Paris.

*Géographie botanique.* — *Hildebrandt*, West-Madagaskar in Zeitschr. Ges. Erdk. Berlin, 1880, p. 81. *Baker*, On the Natural History of Madagascar, in Journ. of Botany, London, 1881, p. 327, et 1882; Nature 1880, n° 580, voir Potan. Jahrb. Syst. I. 547. *Hildebrandt*, Skizze der Comoro-Insel. Johanna in Zeitschr. Ges. Erdk. Berlin, 1876, p. 37. *Balfour*. Account on the botany of Rodriguez, Philos. Transaction, t. 168, p. 302. *Maillard*, Note sur l'île de la Réunion (Rourbon), Paris, 1863, t. I, p. 140. *Jouan*, Notes sur l'Archipel des Comores et Seychelles, Mém. Soc. Cherbourg 1872, p. 45, *Wright*, Seychellen, in Transactions Linn. Soc. London, t. XXIV. 571. *Jacob de Cordemoy*, Flore de l'île de la Réunion, Paris 1895.

En dehors des formes intertropicales qui se trouvent à la fois dans ces îles et sur le continent voisin, et qui prouvent qu'elles sont avant tout africaines, les îles situées à l'est de l'Afrique ont, au point de vue botanique, une forte affinité avec l'Inde. Le nombre

considérable des formes spéciales qu'elles possèdent (dans la seule île de Madagascar on trouve environ 100 genres et même de petites familles qui ne se montrent pas ailleurs; voir plus haut, pages 413 à 424) fait qu'on doit les considérer comme une région florale autonome dont les différentes parties sont nettement distinctes les unes des autres, aussi bien les Seychelles des Mascareignes que celles-ci de Madagascar. Le climat est plus favorable qu'en bien des points du continent au développement des formations tropicales. A Madagascar, dans la partie de la chaîne de montagnes située au sud du tropique du Capricorne, de même que dans la partie haute des Mascareignes, l'élément floral sudafricain est largement représenté, et, de plus, on voit réapparaître quelques-unes de ces espèces de la flore tropicale des hautes montagnes du continent, qui se montrent en Abyssinie et sur les monts Camerouns.

1° *Madagascar*. — Bien que depuis le résumé publié par Grisebach dans la *Végétation du Globe* (t. II, p. 778), nos connaissances relatives à cette intéressante flore insulaire aient fait de notables progrès, il est encore difficile d'en donner une description d'ensemble. Il est probable qu'il nous faut distinguer ici 3 régions de végétation : celle des formations tropicales des parties basses et des forêts des montagnes, celle des savanes des contrées montagneuses de l'intérieur, et enfin celle des buissons épineux des parties sèches du sud de l'île, qui présentent certaines analogies avec le sud de l'Afrique. La première région est caractérisée par des monocotylédones; ce sont : 1° les *Pandanus* en forme d'obélisque (*P. obeliscus*) de 18<sup>m</sup> de hauteur, dont la tige qui porte des feuilles de 3 à 4<sup>m</sup> de long, serrées en rosette, atteint à sa base un mètre d'épaisseur (voir *Gardeners Chron.* XII, 1879, p. 820); ce type se retrouve dans les régions tropicales de l'ancien monde; 2° une Musacée, le *Ravenala madagascariensis*, aux gigantesques feuilles distiques et qui, par leur forme, rappellent celle des Bananiers; cette plante se montre ici associée à quelques Palmiers du même type que ceux de l'Afrique orientale, le *Raphia Ruffia* et une Arécinée. La présence d'une (rare?) Lythracée endémique (*Lagerströmia*), indique bien une relation avec le domaine indien des Moussons.

Les arbres à caoutchouc sont représentés par des Apocynées : *Vahea gunnifera* et *crassipes*, voisins des *Landolphia* de l'Afrique tropicale. Toutes les Chénacées sont endémiques. — Dans les savanes des montagnes, des Iridées, comme les *Aristea*, et des Ericacées, rappellent le sud et l'est de l'Afrique; les *Wahlenbergia* du Cap se retrouvent également ici; quelques espèces ne sont connues que dans les montagnes de Madagascar et en Abyssinie, dans la Déga. Les *Kitchingia* sont des Crassulacées endémiques.

2° *Mascareignes*. — Dans les forêts tropicales dont les grands arbres sont menacés de disparition, les Fougères arborescentes et les Orchidées sont tout-à-fait caractéristiques. Parmi les arbres de la Réunion, nous

citerons l'*Imbricaria petiolaris* au bois inaltérable, l'*Elavodendron orientale*, le *Sideroxylon cinereum* et l'*Acacia heterophylla*, qui est très commun. Une ceinture ininterrompue de Bambous (*Nastus borbonicus*), succède entre 950 et 1300<sup>m</sup> à la forêt tropicale; en général celle-ci ne dépasse pas 1300<sup>m</sup> cependant le *Monimia rotundifolia*, au feuillage persistant, monte jusqu'à 2000<sup>m</sup>. La flore de la Réunion comprend 240 Fougères, parmi lesquelles 4 grandes Cyathéacées arborescentes. On y trouve des Palmiers tous endémiques mais de caractères très différents.

Les *Latania* parmi les Borassinées sont de type africain; les *Hyophorbe* et les Arécinées tiennent à la fois de l'Inde et de l'Amérique. L'île Maurice, beaucoup moins élevée que Bourbon, est naturellement moins riche au point de vue botanique; la flore du Cap est encore représentée dans cette île par un *Philica* (*P. mauritiana*) et un *Philippia*. — Pour la statistique botanique de ces îles, voir *Geogr. Jahrb.* VII, 218 et VIII, 261. Dans l'île Rodriguez dont la flore compte 470 espèces (dans ce nombre 173 fougères!) il y a 35 espèces et 3 genres de phanérogames endémiques.

3°) *Seychelles*. — On y compte 60 espèces et 6 genres endémiques, et parmi ces dernières 5 Palmiers dont le plus célèbre est le *Lodoicea Sechellarum*, un grand Palmier flabelliforme, aux spathes gigantesques dont les « doubles noix » mettent 10 ans à mûrir. Il y a aux Seychelles 3 espèces de *Pandanus* endémiques.

Vers 900<sup>m</sup> d'altitude, les montagnes sont couvertes de forêts de *Wormia ferruginea*, une Dilleniacee endémique.

#### 14. Inde et îles de la Sonde

*Bibliographie.* a) Flores systématiques générales : *Hooker*, Flora of british India (Londres, 1872 et suivantes; plusieurs volumes en cours de publication). *Trimen*, Systematic Catalogue of the Phaner. et Filices of Ceylon, 1883. *Brandis*, Forest-flora of northwest and central India, 1874. *Kurz*, Forest-flora of British Burma, 1878. 2 volumes. *Theobald*, Botany of Burma (Burma, its people and productions by *Mason*, tome 11, 1883). *Miquel*, Flora Indiae batavae et Flora sumatrana, 3 volumes, 1855-1861. *Grevelink*, Planten van Nederlandsch-Indie bruikbaar voor Handel, etc., 1883. *Pierre*, Flore forestière de la Cochinchine (Paris, en publication). *Beccari*, Malesia (voir le groupe suivant).

b) Géographie botanique et flore spéciales : *Hooker et Thomson*, Introductory essay to the Flora indica, London, 1855. *Hooker*, Himalayan Journals or notes of a naturalist in Bengal Sikkim, Nepal Himalaya, 1854 (2 volumes). *Griffith*, Journals of Travels and Itiner. Notes, 2 volumes, 1847-1854. *Jacquemont*, Voyage dans l'Inde 1828-1832, Botanique, Paris 1841-1844. *Brandis*, Ocean Highways Oktober 1872 avec une carte : *id* : Die Beziehungen zwischen Regenfall und Wald in Indien; Der Wald des äusseren nordw. Himalaya, in Verh. naturh. Ver. preuss. Rheinl. u. Westph. 1884, p. 379, et 1885, p. 153. *Trimen*, Flora of Ceylon, in Proceed. Roy Geogr. Soc. London 1885, p. 243; On the Flora of Ceylon, in Journ. of Botany, XXIV 301 (1886) voir *G. J.*, XI, 138).

*Kurz*, Preliminary report on the Forest- and other Vegetation of Pegu. Calcutta 1875. *Kurz*, Sketch of the Vegetation of the Nicobar-Isl., in Journ. Asiat. Soc. Bengal XLV, 2, p. 105 (voir *G. J.*, VII, 209); On the Vegetat. of the Andaman Isl., Calc. 1870.

*Tenison-Woods*, Physical Geography of the Malayan Peninsula, in Nature 1884, p. 152 (tome 31). *Bureau et Franchet*, Premier aperçu de la végétation du Tonkin méridional, in Comptes rendus, Paris CII, 298, 502, 927 (1886). *Montero y Vidal*, Archip. Filipino, Madrid 1886 (p. 61-83). *Rolfe*, On the Flora of the Philippine Islands. in Journ. Linn. Soc. London, Bot. XXI, 283 (voir Geogr. Mittlgn. 1888, Litb. N° 315). *Rosdberg*, Der malayische Archipel, Leipzig 1878 et suivantes. *Zollinger*, Pflanzenphysiognomik d. Insel Java, Zürich 1855. *Junghuhn*, Top. u. naturw. Reisen in Java 1845; Die Battaländer auf Sumatra, 1845. *Korthals*, Vegetatie van Sumatra (1845), in Nederl. Kruidk. Archief D. 1, p. 58. *Forbes*, A Naturalist's Wanderings in the Eastern Archipelago, 1885 (voir Geogr. Mittlgn. 1885, p. 482). *Tenison Woods*, On the vegetation of Malaysia (Proceedings of the Linnean society of New South. Wales IV). *King*, Materials for a flora of the Malayan Peninsula (Journal of Asiatic Society of Bengal. Tome LIX). *N. Henry Ridley*, On the flora of the eastern coast of the Malay Peninsula (Transactions of the Linnean Society, III, 9<sup>e</sup> partie, 1893). *O. Warburg*, Vegetations-Schilderungen aus Südost-Asien (Bot. Jahrb. f. Syst. XVII, 1893). *Prain*, On the flora of Narcoudam and Barren Islands (Journal of the Asiatic Society of Bengal, Tome 62, 1893).

La région tropicale des Indes comprend le grand domaine continental s'étendant depuis l'Indus à l'Ouest, l'Himalaya au Nord-Ouest et au Nord, la haute chaîne du Yunnan au Nord-Est. Il comprend en outre la presqu'île de Malacca et les îles de la Sonde jusqu'aux détroits de Lombok et de Macassar, et les îles Philippines. A cette région, il convient de rattacher également les formations tropicales de l'Asie orientale qui arrivent près de Canton, à la hauteur du tropique du Cancer. Dans cet ensemble on peut distinguer trois parties principales : l'Inde cisgangétique, la Cochinchine et le domaine Malais. Cette flore a de grandes affinités avec la flore tropicale de l'Afrique, affinités plus accusées que partout ailleurs dans l'Inde cisgangétique. Par contre, et cela tient à sa situation géographique, la presqu'île de Malacca se rapproche beaucoup par sa flore de la Nouvelle-Guinée. A cet égard, Célèbes, qui occupe une situation intermédiaire, présente un grand intérêt.

Nous avons déjà dit plus haut, p. 135-137, qu'il n'y a pas de limites florales correspondant à la limite des faunes si accusée à la hauteur des détroits de Lombok et de Macassar. Toutefois, il est évident qu'on arrive là à la limite de deux flores naturelles,

limite qui a été franchie de part et d'autre, d'où résulte le mélange que nous observons aujourd'hui. A l'est du détroit de Macassar, il n'y a plus d'affinités avec l'Afrique tropicale; à l'ouest de ce détroit, au contraire, des types africains comme les *Phœnix* (qui vont jusqu'à Formose) et le *Borassus flabelliformis* sont encore très répandus.

Il nous faut exclure de la région tropicale de l'Inde l'extrémité nord-ouest, le Pendjab et le Sindh jusqu'au delà de la limite orientale du désert indien. A ces contrées, qui appartiennent à la troisième zone de végétation, fait directement suite la région des dattiers de la Mésopotamie et de la Perse. Sur la limite orientale de ces régions, on croise les lignes de végétation du *Salvadora*, du *Calotropis procera* et du *Ficus carica*. Aux buissons de *Tamarix gallica* se mêlent l'*Acacia arabica* (qui, sous le nom de Babool, constitue de vastes formations sur le cours inférieur de l'Indus) et le *Populus euphratica*, qui est surtout répandu sur le cours supérieur et moyen de ce fleuve.

Les différences climatiques et autres nous ont amené à diviser la flore des Indes en trois domaines. Ainsi qu'il ressort de l'examen de la carte des zones géothermiques de Köppen, une grande partie de l'Inde cispangétique, en dehors des régions supérieures de l'Himalaya, n'est pas soumise au climat tropical. En effet, étant donné que ces régions se trouvent notablement au nord du tropique du Cancer, les froids de l'hiver commencent déjà à se faire sentir au nord-ouest de la péninsule indienne (Pendjab, etc.).

Nous emprunterons ce qui suit aux excellents travaux de Brandis. La moyenne de température de janvier au nord de l'Hindoustan est de 12° C., tandis qu'au sud et en Birmanie elle atteint 25° C. En juillet, la moyenne la plus basse (23° C.) s'observe sur les côtes occidentales aussi bien de l'Inde cispangétique que de l'Inde transpangétique où les pluies atteignent leur maximum en juillet; le ciel est à cette époque couvert d'épais nuages et le soleil ne se montre que rarement. C'est au nord-ouest de l'Inde (*bassin de l'Indus*) que la moyenne de juillet est la plus élevée; là les pluies d'été sont irrégulières et peu abondantes, et les nuages ne viennent pas tempérer l'ardeur du soleil.

Le mode de répartition des pluies dans le courant de l'année influe également sur la distribution géographique des principales formations. A cet égard, les travaux de Brandis sont du plus grand intérêt.

D'après cet auteur, il faut ranger dans la même catégorie les régions de l'Inde cisgangaïque peuplées d'arbres et d'arbustes à feuilles persistantes (les formes à feuilles caduques y sont rares), les deux domaines de Canara et de Travankour où les pluies sont abondantes, celui du versant sud de l'Himalaya, qui va s'élargissant depuis le Brahmapoutre jusqu'aux bouches du Gange, et enfin la côte occidentale de l'Inde transgangaïque. La presqu'île de Malacca, Sumatra, Borneo, etc. sont à peu près soumises au même régime pluvial.

Nous distinguerons donc, en tenant compte des travaux récents, les régions de végétation suivantes, qui diffèrent quelque peu de celles qui ont été indiquées dans la carte des flores de l'Asie de l'*Atlas physique de Berghaus* (carte n° 48) :

1°) *Région des forêts tropicales de l'Himalaya* jusqu'à 900<sup>m</sup> d'altitude. Bois de *Dalbergia Sissoo* avec *Pinus longifolia*, *Shorea robusta* et *Acacia Catechu*.

2°) *Région des forêts subtropicales et tempérées de l'Himalaya* de 1,000 à 3,600<sup>m</sup>. Chênes et Conifères variés, arbres dicotylédones de type boréal et *Rhododendrons*; on y peut distinguer deux domaines bien différents, celui du nord-ouest de l'Himalaya et celui de l'est.

3°) *Dekhan*. Forêts tropicales humides avec *Tectona*, *Santalum album*, *Pterocarpus santalinus*, *Butea frondosa*, *Borassus*, *Phœnix silvestris*, *Acacia Catechu*, *Cedrela Toona*.

Au nord de la limite du bois de Teck, *Tectona grandis*, qui descend bien au-dessous du Gange, s'étendent les plaines gangaïques qui vont jusqu'à la région 1, dont elles ne constituent d'ailleurs qu'une subdivision plus pauvre.

4°) *Canara, Malabar et Travankour*. Forêts humides à feuilles persistantes bien différentes des forêts de l'Assam et de la Birmanie. Les Palmiers principaux sont le *Corypha umbraculifera* et le *Caryota urens*. On y trouve quelques Magnoliacées (2 *Michelia*). C'est à cette région que se rattache Ceylan et les forêts de Cocotiers).

5°) *Birmanie*. — (Pégou, Arracan, Chittagong, Cachar : cette région vient rejoindre au nord la région tropicale du sud-est de l'Himalaya). Les forêts d'arbres à feuilles persistantes dominent avec quelques forêts d'arbres à feuillaison estivale. Les Dipté-

rocarpées se mêlent aux *Quercus* ! *Castanopsis*, *Pinus Merkusii*. Nombreuses Maguoliacées (7 *Michelia*, *Magnolia*, *Talauma*), *Ficus elastica*.

6°) *Siam-Annam* (il faut y joindre Formose). Les émissions de la flore du nord-est de l'Inde parviennent jusque-là. Grande abondance de Clusiacées : *Garcinia* ! Les Palmiers ne sont pas nombreux.

7°) *Philippines*. Dans ses traits généraux c'est la flore malaise appauvrie de groupes très importants et enrichie d'autre part de types boréaux tels que les Pins (*Pinus Merkusii* et *P insularis*). Six genres endémiques ; *Tectona grandis* et nombreuses Diptérocarpées.

8°) *Région tropicale d'arbres à feuilles persistantes de la Malaisie*. Elle comprend dans la presqu'île de Malacca et les îles de la Sonde, les régions basses jusqu'à environ 300<sup>m</sup> d'altitude. Les Palmiers sont très abondants : *Corypha Gebanga*, *Nipa*, *Cyrtostachys*, *Areca Catechu*, nombreux *Calamus* et *Plectocomia*, etc. — *Barringtonia speciosa*, forêts de Guttifères, *Myrtus* et *Ficus*.

9°) *Région des forêts des montagnes de la Malaisie* (de 300 à 1800<sup>m</sup> environ). Elle commence avec les Diptérocarpées, parmi lesquelles nous citons le Camphrier de Bornéo : *Dryobalanops Camphora* ; là croit également le *Liquidambar Altingiana* ; les chênes et les Fougères abondent. — Dans la partie supérieure Éricacées épiphytes (*Agapetes* ! *Vaccinium*) et *Podocarpus*.

10° *Savanes malaises d'Alang* avec *Imperata arundinacea* ou *cylindrica* (voir plus haut, p. 273).

Parmi les familles caractéristiques nous trouvons ici, en outre des tribus de Palmiers des Indes, des Diptérocarpées, des Clusiacées et des Ebénacées, des Cupulifères représentés par des chênes spéciaux. Les Aurantiacées sont très nombreuses ; le *Citrus medica* (Cédratier) et le *Citrus aurantium* (Oranger) sont originaires des Indes, sans qu'il soit toutefois possible d'indiquer leur patrie exacte. Le genre *Ficus* présente une très grande variété ; certaines espèces sont aux Indes l'objet d'une vénération spéciale (*F religiosa*) ; le *Ficus elastica* donne un caoutchouc (voir ci-dessus, page 230).

Quelques *plantes cultivées* qui peuvent s'accommoder de l'été des climats tempérés sont originaires de ces pays : telles sont le Concombre (*Cucumis sativus*) et le Melon (*Cucumis Melo*), répandu

depuis la Guinée jusqu'aux Indes, et beaucoup d'autres Cucurbitacées. Mais la plupart des plantes cultivées de ces régions exigent absolument le climat tropical. Parmi ces dernières, il faut citer la Canne à sucre (*Saccharum officinarum*), originaire de la région florale des Indes, peut-être de la Cochinchine.

Le Canellier (*Cinnamomum ceylanicum*), différents *Piper*, une bonne partie des Scilaminées, — entre autres celles qui donnent les épices : le Gingembre (*Zingiber*), le Galanga (*Alpinia Galanga*) découvert à l'état sauvage à Haiuan, le Cardamome (*Amomum*), qui provient du Siam ou des pays voisins, le *Curcuma*, et enfin le Bananier (*Musa sapientum*), sont originaires de ces contrées. Le Riz (*Oryza sativa*) y est cultivé ; quant à sa patrie, il n'est pas douteux que ce soit le nord des Indes et le sud-ouest de la Chine, d'où il s'est largement étendu par la culture. Sur plusieurs points de ce domaine, on trouve encore, à l'état sauvage, des variétés du Riz, par exemple le Riz de Montagne (*Oryza courectata*) à Parasnath (voir G. J. X, 315). Le véritable Riz sauvage est encore très abondant sur le bord des lacs de l'Inde, mais en raison de son faible rapport il n'est pas très apprécié (voir A. de Candolle, *Origine des plantes cultivées*).

Les districts les plus riches comme flore semblent être les contrées montagneuses du Kasia et de l'Assam d'une part et de Bornéo d'autre part ; par contre, la plus grande partie de l'Inde cisgangaïque paraît assez pauvre : les plaines n'y sont pas couvertes, comme dans le sud de l'Amérique, de forêts étendues et variées ; on n'y voit pas non plus de formations correspondantes à celles de Caatinga au Brésil (voir plus haut, p. 236 et suivantes).

On retrouvera les renseignements qui précèdent et beaucoup d'autres encore dans l'introduction du *Flora indica* de MM. Hooker et Thomson, ouvrage qui, bien que datant de plus de 40 ans, a conservé une très grande valeur.

M. Kurz, dans ses études sur les forêts du Pégon (Voir G. J., X, 190), a donné une idée très nette des *formations forestières* de l'Inde tropicale. Il en distingue 7, dont 4 pour les arbres à feuilles persistantes et 3 pour les arbres à feuilles caduques ; il y ajoute une formation à feuilles persistantes de type non tropical ; en effet le *Pinus Kasya* ne se montre pas au-dessous de 1000<sup>m</sup> à Ava et à Martaban, et dans le Tenasserim le *Pinus Merkusii* forme déjà à une altitude de 500<sup>m</sup> des forêts qui vont jusqu'à Sumatra. Les 4 autres formations sont :

1° Les forêts de Palétuviers (*Rhizophora*, *Bruguiera*, *Kandelia*, *Sonneratia*, *Ægiceras*) et les forêts littorales sans *Rhizophora*, où l'on trouve 30 espèces d'arbres différents

2° Les *forêts marécageuses* de l'intérieur, dont les arbres se dépouillent de leurs feuilles pendant la saison pluvieuse. On n'y trouve ni Palmiers ni Bambous.

3° Les *forêts tropicales proprement dites*. Elles sont formées d'arbres à feuillage persistant avec quelques arbres à feuilles caduques (*Sterculia*, *Parkia*, *Albizzia*); les lianes sont surtout représentées par des Palmiers Rotangs; quelques Bambous forment des « sous-bois »; nombreux grands Palmiers et *Pandanus*.

4° Les *forêts des collines*; principalement des Chênes, avec *Myrica*, *Rhododendron*, *Eurya*, etc.

Les forêts à *feuilles caduques* de la Birmanie sont presque exclusivement composées d'espèces perdant leurs feuilles pendant la saison très chaude et très sèche. Les espèces qui les constituent sont peu nombreuses et les Palmiers y font presque complètement défaut ou ne sont représentés que par le *Caryota urens*, des *Wallichia* et quelques Palmiers lianes. Il faut distinguer les *forêts mixtes* à *Tectona grandis*, qui sont les plus nombreuses et qui couvrent au moins les deux-tiers de la surface du Pégou et de l'Aracan dans la Birmanie anglaise, les *forêts sèches* et celles où le sous-bois ne forme pas de masses impénétrables comme dans les jungles; celles-ci sont caractérisées par le Gurgun (*Dipterocarpus tuberculatus*). Beaucoup de ces arbres fleurissent au temps de la plus grande chaleur, alors qu'ils sont dépourvus de feuilles.

Ce court résumé nous montre, une fois de plus, que les domaines où les pluies sont les plus abondantes ne sont pas exclusivement peuplés d'essences à feuillage persistant mais qu'on y trouve aussi et surtout des arbres à feuilles caduques dont la feuillaison correspond à la saison pluvieuse, arbres qui appartiennent aux mêmes familles que ceux à feuilles persistantes. A cet égard l'influence du sol paraît être considérable.

La puissante chaîne de l'Himalaya apporte à la flore de l'Inde le plus fort appoint de ses éléments boréaux. Le versant nord fait partie, nous l'avons vu (p. 379) de l'Asie intérieure; un cinquième seulement de l'épaisseur totale de la chaîne peut être rattaché à la flore indienne et dans le Népal même cette flore se partage en deux, une pour le nord-ouest et une pour l'est. La distribution altitudinale de la végétation au nord-ouest de l'Himalaya peut se résumer par le schéma suivant emprunté à Brandis, et qui correspond sensiblement à ce qu'on trouve à Simla.

3.900 m. — *Limite des neiges*.

*Rhododendron Anthopogon* et *lepidotum* (répandus depuis le Kachmir jusqu'au Sikkim).

Herbes vivaces boréales : *Ranunculus*, *Anemone*, *Delphinium*, *Aconitum*, *Primula*, *Parnassia*, *Pedicularis*, *Astragalus*, *Nardostachys*.

3.660 m. — *Limite supérieure des forêts.*

*Betula Bhojpattra* ; Tibet, Sikkim, Bhoutan, Asie orientale ; monte 130 m. plus haut que les *Abies*.

*Abies Pindrow* (*A. Webbiana*), *Rhododendron campanulatum*, *Picea Morinda* (*Abies Smithiana*, Khutrow), *Quercus semecarpifolia* et *Q. dilatata*, à feuilles persistantes, à croissance très lente et couverts de lichens fruticuleux.

*Juglans regia*, *Corylus Colurna* ; *Pinus excelsa* (c'est le *Pinus Peuce* de la péninsule des Balkhans), monte à environ 3.000 m.

*Cedrus Deodara*, Cèdre de l'Himalaya, entre 1.800 et 3.000 m. ; montant rarement à 3 500.

*Trachycarpus Martiana*, palmier voisin du *Chamerops* ; entre 2.000 et 2.400. *Rhododendron arboreum*.

RÉGION FORESTIÈRE SUPÉRIEURE  
TEMPÉRÉE

2100<sup>m</sup>. — *Limite des forêts subtropicales.*

*Quercus incana* de 900 à 2400<sup>m</sup> ; c'est un chêne aux feuilles grisâtres persistantes ; forme le passage à la région précédente.

*Grewia oppositifolia*, *Celtis australis*, *Olea cuspidata* (voisin de l'*O. europæa*).

*Albizia Julibrissin* le long des torrents. *Rosa moschata* ; c'est le Rosier grimpant du nord-ouest de l'Himalaya.

*Rhus Cotinus* (la même espèce se trouve en Dalmatie, en Bosnie) ; *Rh. semialata*, *succedanea* (se retrouve en Asie orientale).

*Pinus longifolia* monte jusqu'à 2100<sup>m</sup>.

RÉGION FORESTIÈRE  
MOYENNE SUBTROPICALE

900<sup>m</sup> — *Limite des forêts tropicales.*

*Dalbergia Sissoo* ; ses massifs montent jusqu'à 1500<sup>m</sup> depuis l'Indus jusqu'à l'Assam.

*Acacia Catechu* monte jusqu'à 900<sup>m</sup>. A ce niveau dans le domaine oriental commence le *Calamus Rotang*.

Bambous : *Dendrocalamus strictus*. Palmiers : *Phœnix acaulis* et plus rarement *Phœnix silvestris*.

Combrétacées, Méliacées.

*Shorea robusta* va jusqu'à l'Assam (se trouve aussi dans le Bengale, le Bihar et le Barar) et monte jusqu'à 900<sup>m</sup>.

RÉGION FORESTIÈRE  
INFÉRIEURE TROPICALE

Pour qui connaît la flore du sud de l'Europe et de l'Orient, il est évident que ses éléments sont représentés dans les parties subtropicales et tempérées du nord-ouest de l'Himalaya. D'autre part les *Rhus* nous montrent que les espèces de l'Asie orientale, encore qu'on les rencontre surtout dans l'Assam et dans le Bhoutan, arrivent jusque dans l'Himalaya occidental et dans le Népal, où elles se retrouvent avec des espèces venant de l'ouest, c'est-à-dire de la région de l'Orient. D'une manière générale, la transition des éléments subtropicaux de l'est à ceux de l'ouest de l'Eurasie, s'opère graduellement. C'est bien ici le lieu de rappeler que les régions forestières moyenne et supérieure

de l'Himalaya, abondent en espèces endémiques (voir plus haut, les *Cupulifères* et les *Conifères*), dont les affinités sont évidentes.

Si dans l'Himalaya les zones altitudinales sont très nettement limitées, il n'en est pas de même au sud-est. Déjà dans la flore de Birmanie on voit des espèces de l'Inde cingangétique, appartenant à des altitudes élevées, chênes, arbres à gomme-gutte, etc., descendre dans les régions basses. Elles arrivent même au niveau de la mer, sur la côte occidentale de l'Inde transgangétique (G. J., X, 189-190).

M. Junghuhn a fait une observation analogue en comparant les flores de Java et de Sumatra ; à Java, les chênes se trouvent en général entre 900 et 1600<sup>m</sup> ; à Sumatra, par contre, depuis 160<sup>m</sup> jusqu'au delà de 1600<sup>m</sup>. Il en est de même pour les Casuarinées. Ces grands arbres qui ressemblent à des Prêles et qui constituent l'une des formations les plus remarquables de l'Australie et de la Nouvelle Guinée, se trouvent à Java à des altitudes supérieures, tandis que, à Sumatra, ils descendent sur les côtes où les forêts très peu denses qu'ils forment, viennent rejoindre celles des Guttifères.

Les *Casuarinées* par exemple, les *Casuarina equisetifolia* ont des couronnes pyramidales de branches aphyllés, que le moindre souffle de vent balance. Leurs cimes légères et élancées qui dépassent le dôme vert jaune du feuillage des Palétuviers, rappellent celles de nos Mélèzes. Dans leurs bosquets ensoleillés croissent également quelques arbres aux feuillages sombres, comme les *Calophyllum*, l'*Hibiscus tiliaceus* (qui va jusque dans les îles du Pacifique), etc. M. Kuntze (*Um die Erde*, p. 384) a décrit les bois de Casuarinées et les savanes de l'est de l'île de Java ; c'est là entre 1.600 et 2.380 m. « dans la haute région de Java que se trouvent les dernières formations de Casuarinées ». D'après cet auteur et d'après Forbes, les deux flores très différentes de l'est et de l'ouest de Java se rencontrent sur le mont Willis. La mousson sèche orientale semble repousser de plus en plus dans l'ouest, la flore de l'est de Java avec les nombreuses formes australiennes qui y figurent ; peu à peu la flore occidentale recule. Sur le mont Dieng, trois quarts des espèces appartiennent à la flore de l'ouest, un quart seulement à la flore de l'est. Sur le mont Willis, ces plantes de la flore orientale qui étaient rares sur le Dieng, sont devenues beaucoup plus communes. Au point de vue botanique, il semble que la limite des flores de l'Asie et de l'Australie ait franchi le détroit de Lombok pour arriver jusqu'à cette montagne. Ajoutons que les Casuarinées ne sont pas limitées à ces contrées et que l'espèce précitée s'avance dans l'ouest jusque sur les côtes sablonneuses de l'Aracan et du Tennasserim.

A Sumatra, les zones inférieures jusqu'à 200 m. sont occupées par des *Ficus* et des Myrtacées ; au-dessus viennent les chênes et les *Dipterocar-*

pus qui montent jusqu'à 1.850 m. Parmi les plantes de cette famille, il faut citer le Camphrier de Bornéo, « aux troncs gigantesques revêtus d'une écorce blanchâtre, portant une énorme couronne de feuilles larges et élégantes (Junghuhn) ». De 1.850 à 2.700 m. s'étend la zone forestière supérieure où se mêlent les Ternstroëmiacées, les *Podocarpus* et les Vacciniées; les *Eurya* et les *Gordonia* sont, avec les buissons de *Myrica*, les formes dominantes. — Le *Tectona grandis* est encore commun à Sumatra, mais il manque déjà à l'ouest de Java, comme d'ailleurs le *Dryobalanops* (Forbes). Les savanes de l'intérieur s'étendent depuis moins de 1.000 m. jusqu'à 1.800 m. d'altitude, occupant souvent la place de la forêt détruite, mais d'autres fois et sur de grandes étendues nettement spontanées et primitives. Associées à l'herbe d'Alang (*Imperata Kenigii*, une variété de *I. cylindrica*), on trouve à Java et à Sumatra de grandes Graminées de deux à trois mètres de hauteur, entre autres le *Saccharum spontaneum* et des Fougères (*Pteris*); on y peut même trouver des fraisi-

### 15. Îles du Pacifique et Nouvelle-Zélande.

Bibliographie a) Flores systématiques générales. *Drake del Castillo*. Illustrationes Florae insularum Maris pacifici, Paris (en publication). *Beccari*, Malesia: Raccolta di Osservazioni botaniche intorno alle piante dell'Arcipelago Indo-Malese e Papuano, 3 volumes 1877-1888 (sera continué). *Scheffer*, Nouvelle Guinée in Annales du jardin bot., Buitenzorg T. I, 1876. *Schumann*, Flora d. deutsch. ostas. Schutzgebietes, in Bot. Jahrb. Syst. IX, 189; *Schumann et Hollrung*, Fl. v. Kaiser Wilhelms-Land, 1889. *Ferdinand v. Müller*, Descriptive notes on Papuan Plants, 1873 et suivantes; Mac Gregor-Highlandplants from New Guinea, 1889 (Geogr. Mittlgn. 1890, Littb. n° 652). *Engler*, Phanerogamen d. Gazellenexpedition, in Bot. Jahrb. Syst. VII, 444. *Brongniart et Gris*, Description des plantes de la Nouvelle-Calédonie, Paris 1866-72. *Sebert et Pancher*. Les bois de la Nouvelle-Calédonie, Paris, 1876. *Seemann*, Flora vitiensis, London, 1863-1873. *Hillebrand*, Flora of the Hawaiian Islands, London, 1888 (*G. J.*, XIII, 343).

b) Géographie botanique: *Wallace*, The Malay Archipelago, 1869. *Forbes*, Wanderings (voir plus haut: Timor!). *Studer*, Besuch auf Timor, in Deutsch. geogr. Bl. 1878, p. 230. *Teysmann*, Voyage à la Nouv.-Guinée, in Ann. jardin bot. Buitenzorg I, 61. *Albertis*, Fly River (Geogr. Mittlgn. 1878, p. 423). *Hollrung*, deutsch. Schutzgebiet Südsee, in Globus, tome 34, n° 20. *Naumann*, Vegetationscharakter d. Ins. Neu-Britann. und Bougainville, in Botan. Jahrb. Syst. VI, 422. *Kittlitz*, Vegetationsansichten, 1850 (Carolinen, Marianen). *Balansa*, Nouv.-Calédonie in Bull. Soc. de geogr. 1873, p. 113, Bull. Soc. botan. France XIX, 303 (*Griseb. Abh.*, p. 483, 533). *Fitzgerald*, Lord Howes Island, in Zeitschr. Ges. Erdk. Berlin XII, 133 et *Grisebach*, Abh. 401. *Horne*, Fidji-Inseln, voir Geogr. Mittlgn., 1882 et *G. J.*, IX, 195. *Betche*, Samoa-Ins., voir *G. J.*, IX, 196; Marshall-Ins., voir *G. J.*, X, 193.

Sous le nom d' « Iles Pacifiques » M. Drake del Castillo comprend toutes les îles situées entre 130° de longitude est et 130° de longitude ouest, c'est-à-dire, depuis les Moluques jusqu'aux Marquises, et en latitude, depuis les Sandwichs jusqu'à la Nouvelle-Zélande. Nous croyons que ces limites peuvent être reculées vers l'ouest jusqu'au détroit de Macassar, et que cet ensemble doit également comprendre la Nouvelle-Zélande.

Cette zone qui s'étend sur près de 40° en latitude et qui est presque complètement occupée par la mer, où la terre la plus considérable est la Nouvelle-Guinée les autres n'étant que des groupes d'îles éparpillées dans la région équatoriale, est soumise pour la plus grande partie au climat tropical tempéré il est vrai par la présence de l'Océan. A partir de la Nouvelle-Calédonie jusqu'aux îles de Lord Howe et en Nouvelle-Zélande, le climat est subtropical. Quant à la Nouvelle-Zélande qui s'étend sur 12° en latitude, elle est comparable aux îles du Japon (en retranchant Sakhaline), car ici on trouve sur une étendue également restreinte des successions de climats analogues, attestées par l'analogie même des formations. Au point de vue climatérique, le nord de la Nouvelle-Zélande se rattache à la zone constamment tempérée. On y trouve quelques-unes de ces plantes tropicales qui forment le principal appui de la flore des îles Pacifiques, entre autres un Palmier, et ce territoire se rattache à la deuxième division de la Ciuquième zone. Par contre, l'extrémité sud qui appartient à la quatrième subdivision de la même zone, arrive déjà au contact de la zone froide. Comparable à cet égard à Sakhaline où l'on trouve également deux flores, l'île du Sud présente dans ses admirables montagnes qui se rattachent ainsi à la Sixième zone de végétation, la plus importante manifestation de la flore antarctique dans l'hémisphère oriental.

La description de la Nouvelle-Zélande est donc à sa place, aussi bien dans le présent paragraphe que dans le 21° consacré aux îles Antarctiques.

Les trois principaux caractères de la flore de ces archipels très dispersés, peuvent être résumés comme il suit : 1° d'une manière générale, ce sont les *familles de l'Asie tropicale* qui dominent ; les îles avoisinant l'archipel de la Sonde renferment un grand nombre d'espèces indo-malaises. 2° Cette affinité avec l'Asie tropicale n'exclut pourtant pas toute *autonomie*, laquelle se traduit par le mélange de la flore asiatique avec

celle du nord et de l'est de l'Australie tropicale. L'élément australien proprement dit représenté par des familles non tropicales, pénètre dans les contrées montagneuses où il atteint un grand développement. 3° Cette flore étant répandue dans des îles très éloignées les unes des autres le caractère endémique y est très accusé, ainsi qu'en témoigne le nombre des espèces spéciales et même des genres spéciaux qui y figurent; toutefois, dans la plupart des cas, on voit très bien à quelles flores ces formes se rattachent. Les îles Hawaï sont un des rares exemples où, comme à Ste-Hélène, les affinités ne soient pas nettes. Dans les principaux groupes d'îles 50 à 80 % des espèces phanérogames sont endémiques; par contre, les îles de corail basses ne contiennent que des formes indo-océaniques très répandues. La flore est en général très riche; celle de la Nouvelle-Calédonie comprend environ 1500 Phanérogames.

Nous trouvons également ici un grand nombre de plantes tropicales cultivées, dont beaucoup ont déjà été mentionnées à propos de l'Inde, p. 449-450. C'est vers le 20<sup>e</sup> parallèle qu'elles sont les plus nombreuses; vers le 10<sup>e</sup> elles diminuent rapidement et n'offrent plus aucune importance dans la Cinquième zone de végétation, c'est-à-dire, dans la partie N de la Nouvelle-Zélande où dominent les forêts subtropicales à verdure persistante. — Les îles qui avoisinent immédiatement l'archipel de la Sonde à l'est sont célèbres par leurs épices : là croissent le Giroflier (*Caryophyllus aromaticus*), le Muscadier (*Myristica*), le Bétel (*Piper Betel*), le Poivrier (*Piper officinarum*), les Arcca qui donnent la noix d'Arcc, etc. Citons encore les Ignames (*Dioscorea*) dont une espèce, le *D. sativa*, vient de l'ouest de l'Inde; d'autres sont indigènes. Ces Ignames se sont beaucoup répandues et depuis longtemps par la culture, aussi la question de leur origine a-t-elle été discutée. Elles doivent venir de l'est de l'Inde. Le *Dioscorea* le plus répandu en Nouvelle-Guinée et sur les îles voisines paraît être le *D. alata*. Le *Colocasia antiquorum* (Taro) est bien connu. Citons encore parmi les plantes de ces contrées : le Sagoutier (*Metroxylon*) qui est là dans sa partie primitive, et les Arbres à pain parmi lesquels l'*Artocarpus incisa* qui a été trouvé par les premiers explorateurs européens depuis Sumatra jusqu'aux îles Marquises, où il est employé comme aliment, tandis que l'*Artocarpus integrifolia* (qui paraît moins important comme plante alimentaire) appartient au groupe des îles indiennes

« et provient du pied de la chaîne de montagnes qui borde à l'ouest la Péninsule indienne » (A. de Candolle). Parmi les plantes alimentaires et qui sont un objet de commerce il faut mentionner le Cocotier (*Cocos nucifera*); il est répandu dans toutes ces îles, mais il ne paraît pas douteux qu'il soit originaire de l'Amérique tropicale.

C'est à M. Dyer que revient le mérite d'avoir, en 1878, à propos de ses travaux sur les Diptérocarpées (voir G. J. VIII, 210), reconnu la nécessité de faire de la Nouvelle-Guinée une région florale spéciale distincte de la région des Indes, conformément aux vues émises d'autre part par Wallace. A mesure que cette flore a été mieux connue on a trouvé constamment d'une part des espèces particulières et d'autre part des espèces se rattachant à celles des Indes. C'est ce que montre par exemple le travail publié par M. Müller sur les plantes du Mont-Owen-Stanley, recueillies par M. Mac Gregor. Là croissent des *Rhododendron* des Indes et de la Malaisie. Parmi les espèces endémiques, 17 se rattachent à des types himalayens. Mais on trouve aussi un grand nombre d'espèces antarctiques ou appartenant à des familles australiennes (*Astelia alpina*, *Styphelia montana*, 2 *Uncinia*, *Epilobium pedunculare*, *Galium australe*, etc.). Ici, aussi par conséquent, on voit sous l'équateur dans les hautes chaînes un mélange d'éléments de flores boréales et de flores australes. Ces associations montrent que l'ancienne séparation géologique admise par Wallace (*Geograph. Distribution of Animals*, I, p. 464-466) est loin d'être complète et que les îles malaises forment une sorte de trait d'union. L'étude géologique de Timor faite par M. Studer, tend à corroborer cette manière de voir (*Deutsch. geogr. Bl.* V 163).

Parmi les formes caractéristiques il en est peu qui soient répandues dans toutes les îles du Pacifique; bien au contraire, on peut répartir ces plantes en plusieurs groupes correspondant en partie avec des régions de végétation; ce sont : ceux de la Nouvelle-Guinée, de la Nouvelle-Calédonie, des Fidji, de la Polynésie, des îles Hawaï et du nord de la Nouvelle-Zélande. Les Myrtacées à fruits secs, surtout les *Melaleuca* et *Leucadendron*, etc., constituent le principal groupe du nord avoisinant l'Australie; là croissent également des Casuarinées et des Protéacées; un genre d'Epacridées (*Dracophyllum*) se trouve à la fois en Australie et en Nouvelle-Calédonie. Les Conifères occupent une place importante; les *Araucaria* vont depuis le nord-ouest de la Nouvelle-Guinée jusqu'à l'île Norfolk et se retrouvent au nord-est de l'Australie, mais manquent aux Nouvelles Hébrides et dans toutes les îles situées à l'est. Le genre *Agathis* (*Dammara*) se montre depuis l'archipel malais jusqu'aux îles Fidji et dans le nord de la Nouvelle-Zélande; même l'*A. vitiensis* croît aux Fidji et dans les Moluques et les Philippines; l'*A. australis* se montre depuis Java jusqu'en Nouvelle-Guinée, l'*A. australis* en Nouvelle-Zélande et dans l'est de l'Australie.

Le genre *Kentia* (*K. sapida*) qui remplace les *Areca*, se trouve dans tout l'ouest de ce domaine jusqu'en Nouvelle-Zélande, mais manque aux îles Polynésiennes et aux îles Hawaï. Dans ces dernières, croissent

ces Palmiers flabelliformes du genre *Pritchardia* qui se retrouve aux îles Fidji, mais avec des espèces différentes. Le genre *Calamus* ne pénètre pas très avant dans ces domaines (îles Salomon, nord-est de l'Australie); les Sagoutiers vont jusqu'aux îles Tonga mais ne dépassent pas le 20° parallèle au sud. Les *Pandanus* et les *Freyinetia* sont très répandus et représentés par de nombreuses espèces; la plus commune dans les îles situées au nord de l'équateur est le *P. odoratissimus*. Dans les forêts côtières on trouve de nombreux *Hibiscus tiliaceus*, des *Ficus*, le beau *Barringtonia speciosa* et autres. Dans les îles polynésiennes se rattachant à la zone IV (voir pages 74-76), les Aracées abondent et sont souvent représentées par de très grandes espèces; les Fougères de petite taille aussi bien que les Fougères arborescentes sont très communes partout jusques et y compris la Nouvelle-Zélande.

Les principales formations sont les Palétuviers, les forêts littorales de caractère nettement tropical (avec *Barringtonia*, *Cocos nucifera* et *Hibiscus*), les forêts tropicales des vallées et des parties basses des montagnes; à une altitude supérieure, les pentes sont couvertes de forêts uniformes, souvent même, au dire des voyageurs, composées sur de grandes étendues d'une seule espèce, le plus souvent indéterminée. Il en est ainsi par exemple en Nouvelle-Guinée où l'on peut observer entre 400 et 500<sup>m</sup> de vastes savanes avec *Eucalyptus* de type australien; les Palmiers et les *Freyinetia* montent isolément jusqu'à 1000<sup>m</sup> dans les contrées montagneuses. On trouve en outre d'épais fourrés d'arbustes à feuilles persistantes comparables aux « Scrubs » australiens; ils occupent parfois, même sur les sommets des montagnes, des étendues considérables; c'est le cas par exemple en Nouvelle-Calédonie où entre 1200 et 1600<sup>m</sup> ces fourrés sont constitués par des Myrtacées et des *Dracophyllum*. Les contrées à Graminées sont peuplées d'espèces généralement très répandues.

Dans les îles Hawaï, les herbages parsemés d'arbres tropicaux isolés montent jusqu'à 300<sup>m</sup>; de 300 à 600<sup>m</sup> s'étend la zone inférieure des forêts tropicales avec *Alchornea moluccana* (Euphorbiacées), Gingembre, etc; de 600 à 1600<sup>m</sup>, c'est la zone moyenne des forêts tropicales avec Araliacées arborescentes; l'*Acacia Koa* qui croît dans ces îles a une aire très vaste (voir Grisebach, *Végét. du Globe*, II, p. 786). Parmi les formations qui se montrent aux altitudes supérieures jusqu'à 2800<sup>m</sup> M. Hillebrand cite des arbres nains (*Sophora*) et des arbustes, appartenant aux familles des Composées, Vacciniées, Epacridées (*Cyathodes*). Pour les particularités résultant de la présence d'espèces endémiques, voir plus haut, p. 413, 414 et 416.

Ce domaine d'îles pacifiques se termine en Nouvelle-Zélande, où l'on trouve, comme nous l'avons dit, à la fois les flores tropicales et subtropicales (et aussi la flore antarctique; voir Paragraphe 21).

Bibliographie — *Hooker*, Flora of New-Zealand (avec planches coloriées) 1832, Handbook of the New-Zealand Flora, London 1867. *Engler*, in Versuch Entwickl. Floren., II, 53. *Kirk*, Forestflora of New-Zealand

1889 (voir Geogr. Mittlgn. 1890, Littber., n° 613). *Hutton*, Origin of the fauna and flora of New-Zealand in Magaz. of Nat. Hist. XIII-XV, 1884-1885. *Thomson*, Flow. plants of New-Zealand in Transact. Proceed. bot. Soc. Edinburgh, XIV, 91. *Cheseman*, Die naturalisierten Pflanzen d. Prov. Distr. Auckland in Botan. Jahrb. Syst., VI, 91. *Müller*, Vegetation of the Chatham Islands. Melbourne, 1864. *Grisebach*, Abhandl., p. 402, 437.

Les formes endémiques sont principalement représentées en Nouvelle-Zélande par des espèces. Sur 950 Phanérogames et 130 Fougères il y a 61,5 pour cent d'espèces endémiques. Sur plus de 300 genres que comprend cette flore, il n'y en a guère plus de 24 qui soient endémiques, et pour tous, les affinités ne sont pas douteuses ; ils se rattachent à des genres de l'Asie tropicale, de l'Australie (plus rarement) ou encore à des genres antarctiques. Il n'y a que très peu d'espèces communes à l'Australie et à la Nouvelle-Zélande, et encore, la majeure partie comprend-elle des espèces « antarctiques » (c'est-à-dire des plantes de montagnes australes) se montrant à la fois dans les montagnes de ces deux îles, d'une part, et dans les Alpes australiennes ou plutôt en Tasmanie d'autre part. Il y a de plus, beaucoup d'espèces représentatives. L'ensemble de la végétation forestière de la Nouvelle-Zélande, est bien différent de la végétation correspondante en Australie ; les formes de végétation, les genres et même les tribus ne sont, en général, pas identiques ; il n'y a pas d'essence forestière qui se rencontre à la fois en Australie et en Nouvelle-Zélande et même le nombre des grands arbustes satisfaisant à cette condition est-il très peu considérable, et, en Australie, ces arbustes sont-ils limités à la côte orientale. Nous avons précédemment, à propos des formations forestières à feuilles persistantes, dit un mot des particularités de ces forêts néo zélandaises (p. 245).

La flore de ces îles nous révèle un admirable mélange d'essences forestières : là apparaissent les belles formes australes de Conifères, les *Libocedrus Doniana* et *Bidwilli*, le *Phyllocladus trichomanoides*, les *Podocarpus spicata* et *Hallii*, le *Dacrydium cupressinum* ; puis les *Dammara* déjà cités et en particulier le *D. australis*, etc. Les Hêtres et surtout le *Fagus Sotandri*, l'espèce la plus commune, y couvrent de grandes surfaces. Ces *Fagus* sont représentés dans les montagnes par d'autres espèces. On y trouve aussi des Dragonniers (*Cordylina australis*), des Protéacées (*Knightia excelsa*), des Magnoliacées (*Drimys arillaris*) ; le *Leiospermum (Weinmannia) racemosum* forme de grandes forêts où l'on retrouve des Myrtes, des *Metrosideros*, de belles et grandes Araliacées. Les Fougères arborescentes (*Cyathea dealbata*) arrivent jusque sur le bord des glaciers.

D'une manière générale les fleurs des plantes herbacées et des sous-arbrisseaux sont insignifiantes et verdâtres. Les conclusions biologiques qu'on a prétendu tirer de ces particularités sont certainement exagérées, comme nous l'avons dit plus haut (IV<sup>e</sup> partie, p. 209-210).

### 16. Australie

Bibliographie a) Flores systématiques générales : *Müller*, F. v. : Systematic census of Australian plants with chronologic, literary and geographic annotations; Pt. I. Vasculares, 1<sup>o</sup> édition Melbourne 1882, 2<sup>e</sup> édit. 1889 (Noms et indications sous forme de table); *Fragmenta, Phytographiae Australiae*, 1888 et suivantes; *Eucalyptographia*, 1879, et beaucoup d'autres travaux monographiques. *Hooker*, *Flora Tasmaniae*, 2 volumes, London 1860. *Bentham et Müller*, *Flora Australiensis*, 7 volumes, London 1863-78. *Brown*, *The Forestflora of South-Australia*, 1883 et suivantes. *Tate*, *Census of indigenous flora of extratropical South-Australia*, in *Transact. R. Soc. South-Austr.* Adelaide III.

b) Géographie botanique et listes floristiques; comptes rendus d'explorations : *Hooker*, *On the Flora of Australia*, being an introductory essay to the Flora of Tasmania, 1859. *Müller*, F. v., *Notes on the vegetation of Australia*, Melbourne 1866 (*Griseb. Abh.*, p. 338); *A lecture on the Flora of Australia*, 1882, traduit in *Geogr. Mittlgn.* 1883, p. 249. *Engler*, in *Versuch Entwicklungsg. d. Florenegeb.* II. Ch. 2. *Tenison-Woods*, *Botan. notes on Queensland*, in *Proceed. Linn. Soc. New-South-Wales* VII, 565 (1883). *A. Forrest's Expedition durch Nordwestaustralien* 1879, in *Geogr. Mittlgn.* 1881, p. 121; *der Kimberley-Distrikt*, in *Geogr. Mittlgn.* 1884, p. 46. *Müller*, F. v., *Plants of northwestern Australia*. Perth 1881; *Plants indigenous around Sharks-Bay*, Perth 1883 (*G. J.*, IX, 200 et XI, 140). *Giles*, *Expedition durch Inneraustralien*, in *Geogr. Mittlgn.* 1877, p. 205. *Müller*, *List of plants on Giles's travels in Australia*, *Journ. of Bot.* XV, 269 (1877). *Behm*, *Westaustral. Wüste*, in *Geogr. Mittlgn.* 1876, p. 33. *Jung*, *Die geogr. Grundzüge von Südaustralien*, in *Geogr. Mittlgn.* 1877, p. 257, 1878, p. 416. *Schomburgk*, *Flora of South-Australia* (*Handbook of S. A.*, Adelaide 1875). *Müller*, *Austral. Alps* in *Hookers Journ. of Bot.* VIII, 243 (1836). *Tenison-Woods*, *Physical description of Tasmania*, in *Transact. a. Proc. R. Soc. Victoria* XIX, 144 (voir *G. J.*, XI, 141); *On the forests of Tasmania*, *Nature* XXI, 573 (*G. J.*, IX, 202). *Maiden*, *Useful native plants of Australia*, 1889 (un compte-rendu in *Geogr. Mittlgn.* 1890, *Litt. N<sup>o</sup>.* 571).

Pas plus que l'Europe l'Australie n'a de caractère floral particulier qu'on puisse résumer brièvement. Il est encore bon de le répéter aujourd'hui, car dans la seconde édition de la *Végétation du Globe* de Grisebach, figure une carte que

l'auteur n'eut pas manqué de modifier (voir mon mémoire intitulé *Die Floren der Erde*, p. 61). S'il est vrai que certains genres austraux se montrent sur tout le continent, il n'y a là qu'un fait comparable à celui qu'on observe en Europe où *différentes* espèces de Pins vont du Cap Nord jusqu'en Espagne, et où le *Calluna vulgaris* possède une aire très vaste.

En Australie on peut distinguer trois principaux éléments de flores très inégalement répartis tant sous le rapport de la surface qu'ils occupent que sous celui du nombre de leurs espèces. L'élément de l'Asie tropicale (auquel convient plus justement ici le nom d'élément floral de Malaisie et de Mélanésie) s'étend sur toute la côte septentrionale jusqu'au King Sund et à la terre de Dampier (18° Sud); sur la côte orientale il dépasse le tropique, diminuant progressivement vers le Sud.

L'élément *antarctique* est représenté par un grand nombre d'espèces endémiques dans les montagnes de la Tasmanie, et dans les Alpes australiennes, dans la province de Victoria, dans les Nouvelles-Galles du Sud et même dans les tourbières avoisinant le golfe de St-Vincent (Australie méridionale) voir G. J. XI, 141. La partie principale de l'Australie en dehors de ce qui vient d'être cité contient presque exclusivement l'élément *australien* proprement dit : c'est une riche flore subtropicale présentant des rapports intimes avec le sud de l'Afrique et la partie subtropicale de l'Amérique du Sud. Les zones géothermiques de Köppen concordent à peu près avec ce mode de division floral de l'Australie, à cette différence près que chacune de ces flores correspond à deux zones, car le nord et le nord-est de la côte jusque au delà du tropique (en allant vers le Sud) appartient à la Quatrième zone. Ce reste du continent correspond, d'après Köppen, à quatre divisions distinctes de la Cinquième zone (voir pages 77-78); savoir : 1° l'intérieur des terres; 2° la côte montagneuse orientale; 3° la côte sud et sud-ouest; 4° la partie montagneuse du sud-est et la Tasmanie.

Pour comprendre comment se fait sur la côte orientale la transition graduelle de la flore tropicale à la flore antarctique par l'intermédiaire des éléments australiens on peut se reporter aux observations de températures très exactes qui dans ces dernières années ont été faites dans les Nouvelles-Galles du Sud, et qui ont été reproduites dans les *Geographische Mitteilungen* de 1885, p. 156. Sur la zone côtière entre le 30° et le 37° parallèle sud, la moyenne du mois le plus froid n'est que de + 3° C.; sous les mêmes latitudes dans les montagnes cette moyenne

varie de  $-3^{\circ}$  à  $-17,5^{\circ}$  C., et sur le versant ouest de la chaîne, de même que dans l'intérieur des terres elle va de  $-0,1^{\circ}$  à  $-5^{\circ}$  C., tandis que là la moyenne du mois le plus chaud monte jusqu'à  $46^{\circ}$  C. (sur la côte jusqu'à  $34^{\circ}$  C. seulement). C'est dans les déserts de l'intérieur où la hauteur de la chute annuelle de pluie ne dépasse pas 60 centimètres que ces températures élevées ont les effets les plus marqués.

Grâce aux efforts persévérants de M. le baron von Müller qui, plus que tout autre, a contribué à vous faire connaître la flore australienne, on a pu dresser une *statistique* très satisfaisante des tribus et des genres de plantes de ce continent. Le résumé qui en a été présenté en 1883 dans les *Geographische Mitteilungen*, est assez net et assez complet pour n'avoir pas besoin de commentaire. D'après les données les plus récentes, on compte en Australie 1409 genres et 8839 espèces de plantes vasculaires, et dans ce nombre 1338 seulement (soit 15,1 %) se retrouvent ailleurs ; toutes les autres et la majorité des genres sont endémiques. Parmi les *espèces spéciales* (australes), 3360 (soit 40,3 %) se trouvent dans l'Australie occidentale, et le fait est d'autant plus intéressant que les espèces endémiques dont le nombre s'élève à 82 % sont presque toutes limitées par une ligne qui partant de l'extrémité occidentale du grand golfe australien (Monts-Russell) irait rejoindre le Shark Bay. C'est dans le triangle ainsi défini à l'extrémité sud-ouest du continent australien qu'elles se rencontrent presque toutes. Le Queensland et les Nouvelles-Galles du Sud dont les flores présentent beaucoup de ressemblance sont peuplés d'espèces très différentes de celles de l'Australie occidentale. Ces deux provinces contiennent respectivement 3753 et 3251 espèces parmi lesquelles beaucoup d'espèces spéciales se rapportant à des genres tropicaux.

Pour les diverses provinces et la Tasmanie voici le nombre des espèces qu'elles contiennent : Australie septentrionale 1936, Australie méridionale 1892, province de Victoria 1894, Tasmanie 4029.

Les *formations végétales* présentent naturellement la même diversité que les espèces et sont comme elles sous la dépendance du climat et limitées à des régions déterminées. Elles se divisent en forêts et savanes tropicales, forêts humides à feuillage persistant, forêts mixtes tropicales et subtropicales, forêts australes proprement dites où les arbres et buissons à feuilles persistantes sont organisés pour supporter la sécheresse, forêts des montagnes tempérées des régions à climats

frais avec Conifères et Hêtres à feuillage persistant; steppes à graminées, steppes à plantes herbacées et à buissons épineux avec formations désertiques.

Sur la côte nord soumise au climat tropical se voient des bosquets de Palmiers, des formations d'Arbres à thé (*Tea-Trees*, *Leptospermum*) avec *Pandanus*, *Bauhinia* et Méliacées; il y a aussi de vastes savanes. Sur la côte orientale du Queensland, au voisinage du tropique on trouve encore sur de grandes étendues d'épaisses forêts rappelant les jungles de l'Inde (*Brushes*) et décrites par Tenison-Woods (*Proceedings of the Linnæan Soc. of New-South-Wales*, tome VII, p. 568). Elles sont formées de grands arbres, très variés, à l'ombre desquels croissent de hautes Fougères, des *Calamus australis* du même type que le Palmier-liane des Indes. Ce Palmier dont la tige est couverte de longs aiguillons grimpe jusque dans la couronne des arbres qu'il arrête ainsi dans leur croissance. Citons encore le *Stinging tree* (*Laportea moroides*), un arbuste appartenant à la famille des Urticées et qui ne se trouve que sur cette côte. Les piqûres produites par cette plante peuvent donner lieu à des accidents inflammatoires si graves que les chevaux qui s'aventurent dans les buissons de *Laportea* risquent d'en mourir. Ce genre, comme presque tous ceux qui se montrent ici et qui sont très variés, se rattache à l'Archipel indien et au sud-est de la Chine, tandis que, par contre, les genres caractéristiques de l'Australie, *Eucalyptus*, *Acacia* et *Banksia* sont ici très faiblement représentés. En un mot ce qui domine sur cette côte c'est l'élément de l'Asie tropicale. On ne trouve pas ici la monotonie des *Scrubs* de l'intérieur (voir p. 261). Cependant, par places, on voit le *Calamus* précité, associé au *Pothos longipes* et au *Rhipidophora pertusa* en si grand nombre qu'il arrive à donner une physionomie uniforme aux forêts vierges où les essences sont très variées.

C'est dans le domaine côtier du nord-est, au voisinage du tropique du Capricorne, où la végétation est si riche, que les Palmiers atteignent leur maximum de développement; certains genres (*Kentia*, *Livistona*) du domaine indo-mélanésien des moussons réapparaissent ici. Les *Araucarias*, aux grosses noix, parmi lesquels le majestueux « Bunya-Bunya » (*A. Bidacilli*) sont nombreux. Parmi les plus beaux arbres dicotylédones il faut citer une Sterculiacée le *Brachychiton acerifolium* endémique dans le Queensland et dans les Nouvelles-Galles-du-Sud où l'on trouve encore 33 autres espèces de la même famille. Entre le tropique du Capricorne et le 30° parallèle sud, le long du bord interne de la chaîne côtière se fait la transition des pluies tropicales d'été aux pluies subtropicales d'hiver qui se produisent de mars à novembre (Geograph. Mitteil. 1868. Pl. 21). Sur la côte nord-ouest, principalement le long de la baie de Nickol (21° Sud) et sur la rivière Fortescue, on trouve réunies les formes

tropicales et celles du sud-ouest, de sorte que depuis le King Sund jusqu'au delà de la Shark bay et à l'intérieur jusqu'aux formations désertiques, s'étend un domaine de transition. C'est là, sur le versant nord des monts Mac-Donnell à la hauteur du tropique du Cancer que se retrouve dans le Glen of Palmes le dernier Palmier, *Livistona Mariae*. A l'intérieur ce sont les *formations de buissons* qui dominent. Ces *buissons de terrains salés* accompagnés de *graminées* ne laissent qu'une place relativement restreinte aux *formations désertiques* proprement dites.

S'il est vrai que l'intérieur de l'Australie soit dépourvu de végétation sur de très grandes étendues ou du moins qu'on n'y trouve qu'une végétation très pauvre, il serait cependant inexact de considérer comme désertique toute cette région intérieure où il n'y a pas, à proprement parler, de districts absolument dépourvus de pluies. M. Jung (G. J., VIII, 216) a expressément fait remarquer combien sont rares les déserts sans pluies, et il en a indiqué les plantes caractéristiques. Dans les parties plus favorisées les formations de plantes ligneuses sociales, et principalement les buissons toujours verts connus sous le nom de *Scrubs*, couvrent de grandes surfaces. Ces scrubs australiens présentent une très grande variété et il est certain que depuis les contrées tropicales de l'intérieur jusqu'à la côte méridionale où règne un climat sec, et jusqu'à la côte sud-est montagneuse et boisée, ces formations sont composées d'espèces différentes bien que voisines les unes des autres. En tous cas ce qui domine ce sont les plantes ligneuses.

M. Tenison-Woods (*Proceedings New-South-Wales*, tome VII, p. 365), a fait une étude approfondie de ces Scrubs et décrit en particulier ceux du Queensland dans la partie occidentale de la chaîne côtière. Ces Scrubs désignés sous le nom de *Brigalow* sont principalement formés d'*Acacia harpophylla* autour duquel se groupent toutes les autres espèces tant herbacées que ligneuses. Sans doute cet *Acacia* est la forme dominante et dans certains cas constitue à lui seul la formation toute entière; cependant dans les parties plus clairsemées ou sur le bord des massifs il est associé à beaucoup d'autres plantes dont M. Tenison-Woods a donné la liste qui comprend environ 240 espèces.

L'*Acacia-Brigalow* distingué pour la première fois spécifiquement par le baron F. v. Müller doit son nom à ses feuilles en forme de croissant et de couleur gris bleuâtre qui est celle de toute la formation. Dans les terrains pauvres cet *Acacia* forme un lacis serré de branches et atteint une taille plus élevée que sur les sols plus riches où il porte des feuilles depuis la base du tronc. — Cette espèce est accompagnée de deux autres beaucoup moins répandues, de port tout différent, et qui, en

tous cas, ne forment jamais de Scrubs à elles seules ; ce sont l'*A. excelsa* (considéré d'abord comme l'élément principal des Brigalow) et *A. salicina* aux longues branches pendantes dont le port rappelle un saule pleureur. Quant aux autres arbres on n'en compte guère dans les Brigalow que 4 ou 5 espèces ; la plus importante est le *Sandal-Wood* ou *Dog-Wood* (*Eremophila Mitcheli*), une Myoporée très répandue dans l'intérieur et peut être un des arbres les plus caractéristiques, car il n'est pas comme beaucoup d'autres limité à de petits districts. Ce genre *Eremophila* comprend en Australie 60 espèces, toutes endémiques. Parmi les arbres citons encore une Rhamnée l'*Alphitonia excelsa*, 2 *Sterculia* dont les jeunes pousses et les noix sont comestibles, les *St. rupestris* et *St. trichosiphon*, une Sapindacée l'*Atalaya hemiglauca* et une petite Boraginée arborescente l'*Ehretia saligna* très répandue à l'intérieur de l'Australie.

Sous le couvert de ces arbres qui forment le Scrub s'étendent d'épais buissons où l'espèce la plus commune est une Apocynée, aux fruits comestibles le *Carissa ovata* qui, par son port, rappelle notre Prunellier. Là croissent encore le *Pimelea hæmatostachya* la plus belle de toutes les espèces des Scrubs, une Thymélée aux admirables fleurs écarlates et le *Marigold* africain, le *Tagetes glandulosus*. Les Graminées manquent totalement à ces formations où elles sont en grande partie remplacées par des herbes vivaces sociales comme le *Sida cordifolia*, le *Polymeria calycina*, l'*Evolvulus alsinoides*, les *Vittadinia scabra* et *australis* aux fleurs jaunes, blanches, roses ou bleues. Le *Rhagodia spinescens* et les grande *Atriplex muramukia* viennent se rajouter aux touffes de Brigalow. Partout où le sol est assez fertile pour permettre le développement des Graminées, ces plantes et le Brigalow sont en concurrence vitale, comme le sont dans nos montagnes les prairies alpestres et les bois de Conifères ; loin de s'associer elles s'excluent mutuellement et il est malheureusement trop certain que lorsque les troupeaux ont fait disparaître les Graminées qui avoisinent les Brigalow, ceux-ci, dont rien ne vient arrêter le développement, ni les herbivores qui les dédaignent ni aucun autre animal pouvant leur nuire, s'étendent de plus en plus aux dépens des pacages dont l'existence même, et, partant la richesse de la contrée où l'on élève le bétail, se trouve gravement menacée.

Dans les stations favorisées, les herbes à fourrage les plus communes sont l'*Andropogon sericeus*, l'*Anthistiria australis*, le *Perotis rara*, le *Sporobolus Lindleyi*, le *Leptochloa subdigitata*, le *Stipa micrantha*, les *Aristida calycina*, *ramosa*, *vagans* et *arenaria* ; parfois aussi l'Herbe au porc-épic, le *Triodia Mitchelli* (Tenison-Woods).

Les *Spinifex* sont bien connus ; le *Spinifex hirsutus* se trouve en Tasmanie et dans toute l'Australie, à l'exception de la côte septentrionale soumise au climat tropical. Le *S. longifolius* manque depuis l'Australie méridionale jusque dans les Nouvelles-Galles-du-Sud. Le *S. paradoxus* manque à l'ouest et au nord de l'Australie.

Le *Mallee-Scrub* du Sud de l'Australie qui couvre des milles carrés entre la rivière Murray et la côte est très différent du Scrub Brigalow. Il est presque exclusivement composé de buissons épais d'*Eucalyptus* (3 ou 4 espèces dont les plus répandues sont l'*E. oleosa* et l'*E. dumosa*).

L'*Eucalyptus gracilis* est une forme arborescente, ce qui n'est pas le cas pour les deux premières. La racine de ces *Eucalyptus* émet de nombreuses branches minces atteignant à peine un ponce de diamètre très rapprochées les unes des autres et s'élevant jusqu'à 2 et 4 mètres de hauteur. Elles se terminent par des touffes de feuilles d'un vert glauque. Tout autour du tronc sortent généralement de petites branches, à demi brûlées par les incendies qui dévastent souvent ces plaines.

Le sol, qui est plutôt sablonneux qu'argileux, nourrit peu de plantes en dehors de celles précitées ; là où croissent les Mallee-Scrubs on trouve surtout le *Box-tree* (*Eucalyptus hemiphloia*) et une Conifère commune dans ces régions le *Callitris verrucosa*. Vues du haut d'une colline, ces contrées couvertes de buissons ont un aspect très monotone. « C'est une mer indéfinie de buissons d'un brun jaunâtre, à l'horizon de laquelle se profile parfois la masse bleuâtre d'une montagne ou d'un sommet granitique qui vient rompre l'uniformité de cette teinte brune. La voie plaintive du coq de Scrub (*Leipoa ocellata*) ou le bruissement du vent dans les rameaux raides de ces buissons viennent seuls troubler le silence qui règne sur ces solitudes. »

En tenant compte des diversités de végétation des côtes australiennes et de ce fait que les formations de l'intérieur du continent, suivant qu'elles se rapprochent davantage des contrées de Graminées du sud des savanes tropicales ou des déserts diffèrent profondément les unes des autres, nous avons divisé l'Australie en dix régions de végétation, plus une onzième pour la Tasmanie.

1<sup>o</sup> Région forestière tropicale du Nord de l'Australie avec *Pandanus* et un nombre plus considérable de Palmiers indo-malais (par exemple *Licuala*, *Caryota*), des Légumineuses tropicales arborescentes (par exemple le *Bauhinia Gilesii*, etc.) ; de nombreuses plantes du sud-est et du sud-ouest sont en régression.

2<sup>o</sup> Région forestière du Queensland peuplées d'essences à feuillage persistant avec *Araucaria* et *Livistona* (voir ci-dessus). — Elle commence sur les montagnes de la presqu'île de York soumise au climat tropical, atteint sa plus grande largeur sur la côte au sud du tropique, et se termine sur le versant oriental des Alpes australiennes dans le pays de Gipps (36°-38° S.) Les oasis de *Livistona australis* qui vont jusqu'à 37° 30' S. sont tout-à-fait caractéristiques de cette région.

3<sup>o</sup> Région de Savanes avec arbres et buissons du nord de l'Australie. En allant des régions 1-2 vers l'intérieur, on voit rapidement disparaître le caractère tropical et de l'autre côté de la chaîne côtière, apparaissent des formations de passage qui annoncent la végétation désertique. Ce sont les savanes avec quelques *Melaleuca*

et *Leptospermum* arborescents (Arbres à thé, *Tea-trees*) qui s'étendent depuis la terre de Dampier au Nord-Ouest jusque dans les monts Mac Donnell et jusque dans l'intérieur du Queensland en dedans de la chaîne à l'Est et au Sud-Est, jusque sous le 30<sup>e</sup> parallèle. Cette contrée est soumise au régime des pluies tropicales d'été. Les montagnes ne font pas partie de cette région.

4<sup>e</sup> *Région de passage du nord-ouest de l'Australie.* Elle comprend les bassins des rivières Fortescue, Ashburton, Gascoine et Murchison. Le peu d'abondance des pluies s'oppose, malgré la latitude, à l'établissement de forêts tropicales. Il n'y a pas de *Pandanus* et les Palmiers sont, en général, très rares.

5<sup>e</sup> *Steppes désertiques de l'Australie occidentale.* Elles font suite au Sud et au Sud-Est à la quatrième région, commençant sur les bords du Sturt-Creek à la hauteur du 20<sup>e</sup> parallèle, c'est-à-dire dans une contrée où les pluies tropicales d'été sont déjà rares. Elles comprennent le grand désert de sable et dans l'est, à partir du 120<sup>e</sup> degré de longitude orientale à la hauteur du tropique, le désert de Gibson puis le grand désert Victoria qui coupe l'Australie en deux, séparant la riche région de l'Australie occidentale de l'est de ce continent. C'est là à la hauteur du 30<sup>e</sup> parallèle que, en 1875, M. Giles est allé du 123<sup>e</sup> au 129<sup>e</sup> degré de longitude sans trouver d'eau, et le voyageur n'a observé de pluies qu'à la fin d'août, dans la région des lacs salés de l'est. Ce sont d'immenses plaines où les Saltbush (*Spinifex* et *Mulga*) se montrent réunis en oasis ou disséminés sur tout le pays. Cette contrée est riche en formes endémiques caractéristiques (voir plus haut, p. 125-126 et aussi p. 465).

6<sup>e</sup> *Steppes désertiques et steppes à graminées de l'Australie orientale.* — Dans la partie moyenne du cours des rivières Darling et Murray s'étendent des formations de Graminées et des Scrubs où l'on trouve associées les plantes spéciales à la partie intérieure de l'Australie orientale et celles généralement répandues à l'intérieur du continent. Par conséquent il peut arriver qu'elles ne diffèrent des steppes précédentes que par les associations d'espèces; mais quelquefois aussi les genres sont différents. Ces deux catégories de steppes arrivent au contact au sud des Monts Mac Donnell. Pour le moment on ne sait encore s'il n'y a pas là une flore de transition spéciale de caractère sud-australien comme dans les parties ouest, sud et sud-est de l'Australie où on trouve pour chacune de ces

régions dans les contrées où les pluies sont suffisamment abondantes des espèces spéciales associées à celles plus généralement répandues.

7<sup>e</sup> Région des *Xerotidées* et des *Protéacées* du sud-ouest de l'Australie. — Elle est surtout connue par la belle flore de Swan-River dans laquelle dominent ces formes dont il a été questions ci-dessus à propos des Protéacées et des Liliacées (p. 180-184) et qui sont associées aux *Callitris*, *Casuarina*, à une Cycadée (*Encephalartos Fraseri*), aux *Exocarpus*. Les Myrtacées à fruits secs de la tribu des Chamœlauciées (voir p. 176-177), les *Acacias* à phyllodes, les *Epaeridées*, etc. abondent.

8<sup>e</sup> Région forestière à *Eucalyptus* de l'Australie méridionale. — Des trois régions côtières de l'Australie, c'est la plus pauvre. La forêt se trouve principalement dans les districts montagneux ; les espèces les plus importantes sont les *Eucalyptus odorata* (endémique), *E. paniculata*, *E. viminalis* et *E. rostrata*.

9<sup>e</sup> Région des Forêts d'*Eucalyptus* et de Fougères du sud-est de l'Australie. — Elle comprend la partie montagneuse de Victoria et les Nouvelles-Galles-du-Sud et vient finir dans les contrées les plus élevées du Queensland où elle passe par degrés insensibles à la région des Araucarias et des Palmiers. L'humidité est assez grande pour que les Fougères australes arrivent à un grand développement. Parmi elles nous citerons les *Cyathea* et les *Alsophila*, le *Dieksonia Billardieri*, le *Todea rivularis*. Quelques-unes de ces espèces descendent jusqu'en Tasmanie mais toutes manquent à l'Australie occidentale. Ce sont d'admirables plantes qui constituent des sous-bois dans les forêts d'*Eucalyptus amygdalina*. Les Protéacées réapparaissent ici (*Grevillea*, *Heliccia*), mais elles sont beaucoup moins nombreuses que dans l'ouest de l'Australie.

10<sup>e</sup> Région alpestre et région nivale des Alpes australiennes. — Elle comprend les altitudes entre 1200<sup>m</sup> et 2000<sup>m</sup> (et plus). Là croissent les hêtres antarctiques et les formes alpines d'*Eucalyptus* : *E. Gunnii*, *pauciflora* et *alpina* qui se montrent entre 1200 et 1600<sup>m</sup> (et plus) associés à des Ericacées alpines (*Wittsteinia* ! localisé au mont Baw-Baw), au *Pultanea rosea*, au *Bauera sessiliflora*, au *Stylidium soboliferum*, etc. On retrouve ici quelques plantes montagnardes de l'Europe moyenne (*Carex*, *Alechemilla*, *Botrychium*). Cette région est avec la précédente celle qui présente le plus de ressemblance avec la Tasmanie.

11<sup>o</sup> Région de Conifères, de plaines à graminées et de forêts des montagnes de Tasmanie. — Comparable à la partie moyenne de la Nouvelle-Zélande sous le rapport de la position géographique, elle constitue le trait d'union de la flore antarctique avec celle du sud-est de l'Australie dont elle possède les *Eucalyptus* et les Epacridées. Parmi ces dernières le *Richea pandanifolia* s'avance encore dans les gorges neigeuses des montagnes de Tasmanie. Les genres de Conifères caractéristiques ont été mentionnés plus haut (voir p. 163). Cette région est intermédiaire entre la quatrième subdivision de la V<sup>e</sup> zone de végétation et la VI<sup>e</sup> zone.

Ce qui suit est emprunté à une esquisse physique de la Tasmanie, publiée par M. Tenison-Woods dans les *Transactions and Proceed. of R. Soc. of Victoria*. Tome XIX, p. 144 (1883). Un haut plateau d'une altitude moyenne de 4000<sup>m</sup>, légèrement incliné vers le Nord, occupe à peu près le milieu de l'île. Il est caractérisé par de vastes et profonds lacs d'eau douce d'où sortent les principales rivières. Ce plateau est en grande partie recouvert de Graminées. Près du lac St-Clair seulement il se termine à pic; partout ailleurs il se prolonge en pente douce. De semblables plateaux plus petits et où les graminées sont moins abondantes se montrent sur plusieurs points de l'île. Une étendue plus considérable encore est occupée par des chaînes de montagnes qui commencent déjà à la pointe N.-E. de l'île près du cap Portland et envoient le long de la côte orientale de nombreuses ramifications abruptes et d'aspect sauvage; à l'ouest, les montagnes d'Eldon atteignent environ 1500<sup>m</sup>. L'ensemble de ces chaînes se termine au Cap Sud. Les sommets sont pour la plupart dénudés et recouverts d'amas de rochers. Dans les parties où affleure la *Pierre verte*, qui joue un rôle si important dans cette île, et là où les pentes ne sont pas trop raides les montagnes sont couvertes de forêts. Les *Eucalyptus amygdalina* et *obliqua* dont le tronc va en s'amincissant vers le haut, parviennent à une taille très considérable. Le sous-bois est formé de fourrés presque impénétrables de *Pomaderris elliptica*, *Fagus Cunninghami* et de Fougères arborescentes entre autres de *Dicksonia antarctica*; le sol lui-même est recouvert de Fougères plus humbles et de mousses. Les vallées des rivières moins importantes sont également très boisées, du moins les hautes vallées, car sur les plateaux découverts ou dans les plaines basses à Graminées les arbres ont entièrement disparu. C'est là que se trouve en abondance le Button-grass (*Gymnoschoenus sphaerocephalus*) une Cypéracée qui va jusque dans les Nouvelles-Galles-du-Sud. Avec cette plante croissent le *Xyris gracilis* et le *Schizæa bifida*, de nombreuses Mousses, des lichens et des champignons. Partout dans les hautes régions de ce système de montagnes, dans l'ouest et le sud de l'île, le sol est dépourvu de forêts parce qu'il est beaucoup trop humide. La neige séjourne pendant de longs mois et l'eau qui provient de sa fonte ne permet pas aux plantes de s'installer dans ces régions.

Le *Fagus Cunninghamii* au feuillage élégant qui rappelle celui du Myrte, forme des buissons, des sortes de scrubs aux frondaisons mullicolores. Cette plante se retrouve en Australie, dans la province de Victoria ; par contre une autre espèce le *F. Gunnii* est endémique. Des 11 Conifères tasmaniennes deux seulement passent dans la province de Victoria et en Nouvelles-Galles-du-Sud, les 9 autres espèces sont endémiques. Le genre *Arthrotaxis* est représenté par trois espèces dont l'une *Arthrotaxis cupressoides* constitue des fourrés absolument impénétrables dans les montagnes du nord de l'île. Le *Dacrydium Franklinii* et les *Phyllocladus Asplenifolia* indiquent une relation intime avec la Nouvelle-Zélande ; par contre le *Fitzroya Archeri* rappelle le *F. patagonica* de l'Amérique antarctique.

### 17 Mexique tropical et Amérique centrale

Bibliographie : a) Coup d'œil d'ensemble sur la flore (catalogues systématiques, distribution des espèces et généralités sur les relations géographiques des flores). *Hemslay*, Botany in *Godman et Salvin's Biologia centrali-americana*, 4 vol., London 1879-88 (*G. J.*, X, 344). *Fournier*, Recherches botaniques de la Mission scient. au Mexique, etc., I. Cryptogames, Paris 1872, II. Graminées 1886 (voir *G. J.*, VIII, 268).

b) Géographie botanique et flores spéciales : *Seemann*, Botany of the Voy. Herald, London 1857. *Oersted*, Recherch. s. la Flore et géogr. phys. de l'Amér. centr., Copenhague 1863 et travaux spéciaux. *Liebmann*, Mexikos Bregner in K. Danske Vidensk. Selsk. Skrifter V, 1849, et Bot. Zeitg. 1844, p. 688, et autres travaux de floristique. *Oersted*, Skizze v. Nicaragua, Costa-Rica in Bot. Zeitg. 1848, p. 875. *Wagner*, Veget-Charakter der Anden Veragua-Guatemala, in Sitzungsber. d. bayr. Akad. 1866, I, p. 151 (*Griseb Abh.* p. 361). *Kerber*, Cordoba, in Bot. Jahrb. Syst. IV, 501 et Vulcan Colima in Verh. Ges. Erdk., Berlin 1882, p. 237. *Woeikof*, Reise Puebla-Guatemala, in Geogr. Mittlgn. 1882, p. 161. *Stoll*, Guatemala, Leipzig 1886. *Potokowsky*, Flora und Vegetationsv. d. Rep. Costa-Rica, in Geogr. Mittlgn. 1877, p. 220; Botan. Zeitg. 1878, p. 620; Verein für Erdk. Dresden 1879. *Heilprin*, The temperata and alpine floras of the Giant volcanoes of Mexico (Proceedings of the American Philosophical Society, V 38, Philadelphie 1892).

Les flores tropicales du Nouveau-Monde débutent tout comme les flores correspondantes de l'Arabie et de l'ouest de l'Inde par un domaine où les pluies sont rares, domaine à xérophytes où manquent à proprement parler les familles tropicales et où les connexions avec les régions boréales subtropicales sont aussi nettes que le cachet américain de la flore est évident. C'est le domaine de transition des *steppes du Mexique* entre le 22<sup>e</sup> et le 17<sup>e</sup> parallèle nord, qui est limité de toutes parts par les forêts

tropicales. Il n'a pour ainsi dire pas de caractère propre ; les genres dominants de même que les espèces les plus marquantes se retrouvent également en Arizona, au Texas et plus loin encore vers le Nord. L'analogie des formations indique évidemment des affinités avec les flores de l'Ancien Monde sans qu'il soit autrement possible de déterminer lesquelles. Le climat est bien celui d'un domaine de transition. On voit en effet la zone *non tropicale* à été brûlant de l'hémisphère nord (telle que la définit Köppen) descendre jusqu'au 17° parallèle N., par conséquent bien au-dessous du tropique du Cancer, auquel correspond à peu près la ligne isotherme de 10° pour janvier. Il en résulte que, à l'exception de la bande côtière qui se rattache à la quatrième zone, l'intérieur de ce pays fait partie de la III<sup>e</sup> zone qui là descend exceptionnellement loin (17° N.) vers le Sud. Ce climat frais se comprend très bien pour les hauts plateaux du Mexique d'une altitude moyenne supérieure à 2000<sup>m</sup> depuis Durango par Tlaxcala jusqu'à Oajaca ; mais sur les deux flancs de la chaîne, aussi bien du côté de l'Atlantique que de celui du Pacifique, apparaissent le climat tropical et les formations correspondantes qui s'arrêtent progressivement entre le 22° et le 26° parallèle. Ainsi dans la Basse-Californie le 26° degré forme la limite du domaine subtropical sec à été sans pluies (qui là arrivent en hiver) et du domaine à pluies d'été, où la végétation est beaucoup plus riche (Geogr. Mitteil, 1888, Litt., n° 57). C'est là aussi entre le 26° et le 22° parallèle nord que passe l'isotherme de 20° C. pour janvier qui va s'infléchissant vers l'est. A mesure que les pluies deviennent régulières on voit augmenter la variété de la végétation tropicale qui atteint son maximum dans la province de Tabasco sur les bords du golfe de Campêche. C'est à une altitude moyenne dans les montagnes qui entourent le plateau central mexicain et dans les provinces du sud de cette République que la flore présente son cachet le plus remarquable, parce que l'élément boréal subtropical (Chênes!) y est associé aux genres américains tropicaux (c'est ainsi qu'on y trouve des *Chamædorea*), associations qui montent jusque dans ces régions plus fraîches où les plantes des hautes montagnes tant du nord que du sud peuvent encore vivre en commun. Là les Roses des Andes (*Bejaria*) qui remplacent les *Rhododendron* se montrent avec les Pesses, les Sapins, les *Vaccinium* et les *Arbutus* des contrées boréales. Ces genres boréaux et tropicaux sont repré-

sentés toutefois dans la plupart des cas par des espèces spéciales dont le caractère endémique est très fortement marqué. Si l'on en exclut la partie sud de l'Amérique centrale (voir plus loin, Région 6) qui se rattache intimement à la Colombie et à l'Amérique du Sud tropicale, on peut dire que 82 % des phanérogames de ce domaine sont endémiques et, pour les plantes des hautes montagnes cette proportion est encore plus forte. Si l'on songe que cette flore compte plus de 20.000 espèces appartenant aux familles les plus diverses, et qu'on y trouve environ 200 genres endémiques, on ne peut manquer d'être frappé des chiffres que nous venons de citer. Il faut aller à l'ouest de l'Australie et dans le sud-ouest de l'Afrique pour retrouver une pareille richesse de formes endémiques.

La région mexicaine possède beaucoup d'espèces qui se retrouvent aux Antilles avec lesquelles elle a d'ailleurs de nombreuses affinités. Parmi ces traits communs citons la présence de bois de pins, le petit nombre des Palmiers du type de l'Amérique tropicale, etc. Il ne serait cependant pas exact de réunir ces deux régions en une seule comme cela a été fait dans l'Atlas physique (Carte VII). Car il ressort des statistiques de M. Hensley que le nombre d'espèces et de genres communs au Mexique et à l'Amérique tropicale du Sud est beaucoup plus grand que celui des espèces et des genres communs au Mexique et aux Antilles.

Etant donné le rôle important des steppes subtropicales dans l'histoire des *plantes alimentaires cultivées* dont un grand nombre provient de ces pays ou de pays voisins, nous devons considérer le Mexique comme un ancien centre de culture américain. Sans doute il est moins ancien que les contrées de steppes de l'Orient ou que l'Égypte si admirablement située sur les bords d'un fleuve tropical, mais comme importance au point de vue de l'origine des cultures d'Amérique, il ne peut guère être comparé qu'au Pérou. C'est dans ces deux pays qu'a pris naissance la culture du Maïs (*Zea Mays*) la seule céréale américaine qui se soit acclimatée dans toutes les régions chaudes du globe.

Renvoyant le lecteur au livre si soigneusement documenté de M. de Candolle (*L'Origine des plantes cultivées*, 3<sup>e</sup> édit.), je dirai seulement ici que l'Amérique est la patrie du Maïs. Ce qui tend à le prouver c'est que la règle posée par R. Brown, — à savoir qu'on doit chercher la patrie d'une espèce dans les

pays où sont indigènes les formes qui s'en rapprochent le plus — se vérifie ici d'une façon très satisfaisante. En effet, le seul genre voisin du *Zea* le genre *Euchlana* (*E. mexicana*) est de l'Amérique centrale et (comme le *Zea*) monotype. Quant aux cinq autres genres de la tribu des Maydéés ils appartiennent pour la plupart à l'Ancien Monde; c'est le cas pour le *Coix* qui est bien connu. — Parmi les autres plantes cultivées l'*Agave americana* est indigène dans le domaine mexicain. Pour quelques espèces telles que la vraie Patate (*Convolvulus Batatas*, ou *Batatas edulis*) dont la patrie n'est pas connue avec certitude nous avons toutes raisons de les croire originaires d'Amérique.

La limite de la région de transition par rapport à celles où croissent en abondance les épiphytes et les lianes tropicales passe au sud des districts de Sinaloa, Durango, Jacatecas et San Luis de Potosi d'où elle remonte vers le Nord jusqu'au 23° parallèle. La carte de M. Hemsley donne une idée exacte de cette division fondamentale. — Tout ce qui se trouve au N. de cette ligne, à l'exception du plateau de l'intérieur qui se rattache à la Cinquième région des steppes subtropicales, constitue la *région mexicaine de transition* entre le Mexique d'une part, la Californie et le Texas d'autre part. — Tout ce qui se trouve au sud de cette ligne, c'est-à-dire la plus grande partie de la République Mexicaine, est caractérisée par une riche flore tropicale de type sud-américain qui commence à apparaître dans la République de Nicaragua et est encore plus développée à Costa-Rica et dans l'isthme de Panama.

Nous distinguons au Mexique six Régions de végétation :

1° *Région mexicaine de transition*. — Nous venons de la définir par rapport à l'ensemble des autres régions tropicales.

2° *Région mexicaine tropicale (tierra caliente, savanes et forêts tropicales)*. — Elle comprend les pentes des montagnes jusqu'à environ 900<sup>m</sup>. On y peut distinguer une partie *Pacifique* et une partie *Caraïbe*.

3° *Région mexicaine de montagnes boisées subtropicales (tierra templada)*. — On y trouve un riche mélange de chênes à feuillage persistant et de formes essentiellement tropicales.

4° *Région mexicaine des hautes chaînes (tierra fria)*. — Là dominant des chênes à feuilles caduques, des Conifères, des arbustes de type boréal, austral ou tropical-alpin et des herbes vivaces.

5<sup>o</sup> *Région mexicaine des steppes subtropicales.* — C'est celle à végétation xérophile avec genres endémiques de plantes grasses qui se montrent jusque dans l'Arizona.

Les voyageurs qui ont traversé la Cordillère mexicaine (et c'est d'après leurs relations que nous avons établi la classification précédente) insistent sur les différences que présentent les deux versants Pacifique et Atlantique. Sur ce dernier les diverses régions se trouvent *plus haut* que les régions correspondantes du versant Pacifique. Liebmann a surtout étudié les régions des latitudes moyennes entre Jalapa et Mexico, et il a apporté aux divisions de Martens et Galeotti d'heureuses modifications. Sur le versant *oriental*, la région des *terres chaudes* (région 2) monte jusqu'à 1000<sup>m</sup> environ. La côte du golfe du Mexique est couverte jusqu'à 150<sup>m</sup> d'une maigre végétation d'arbustes résistant à la sécheresse. C'est seulement sur le bord des lagunes et à l'embouchure des fleuves que se montrent de hautes forêts tropicales. Dans ces dernières entre 150 et 500<sup>m</sup>, on voit surtout des *Bombax* et des *Carolinea*, des *Combretum*, des Lauracées et de Térébinthinées avec Palmiers (*Sabal mexicana*, *Acrocomia*, *Oreodoxa*, etc.). Ces forêts sont entrecoupées de luxuriantes savanes. De 500 à 1000<sup>m</sup> les espèces présentent d'autant plus de variété que les pluies sont plus abondantes. Des Palmiers bas (*Chamædorea*) et de nombreuses lianes donnent à cette zone un cachet vraiment tropical. La région subtropicale (*terres tempérées*, v. Région 3) s'étend environ de 1000 à 2000<sup>m</sup>. Les pluies y sont abondantes et réparties dans tout le cours de l'année. C'est là que croissent les Chênes à feuilles persistantes, les Fougères en arbres (qui paraissent d'ailleurs manquer complètement sur le versant Pacifique), une quantité d'Orchidées épiphytes. Les Palmiers manquent presque totalement, ou du moins il n'y a que les petites formes de Palmiers roseaux du genre *Chamædorea* qui soient abondantes et représentées par un grand nombre d'espèces. Cette flore des *terres tempérées* est la plus riche de tout le Mexique. De 2000 à 2800<sup>m</sup> ou 2900<sup>m</sup> c'est la *région des hautes montagnes* (Région 4), à laquelle se rattache une zone froide qui s'étend jusqu'à la limite supérieure des chênes (3400<sup>m</sup> environ). On trouve encore jusqu'à 3900<sup>m</sup> quelques Conifères. A cet égard cette région supérieure rappelle donc la région supérieure de l'Himalaya.

Etant donné que le caractère de la végétation du Mexique est celui des régions tropicales, il est intéressant de noter dans cette contrée les limites géographiques des Chênes et des Conifères. De toute l'Amérique, c'est au Mexique que les *Quercus* sont le plus nombreux; on en compterait peut-être 80 espèces (*Liebmann, Americas Egévegetation 1851*). Ce genre manque aux Antilles. Le *Quercus oleoides* descend jusque sur la côte; toutefois dans la Région 2 les chênes sont peu nombreux et c'est seulement à partir de 700<sup>m</sup> qu'ils sont plus abondants. Ce sont là de petits arbres aux feuilles raides, le plus souvent tomenteuses, qui constituent de petites forêts sur les pentes des basses montagnes (*Quercus petiolaris, tomentosa, affinis*). C'est seulement dans la Région 3 que ce genre commence à prédominer. Dans les épaisses forêts tropicales où croissent des Lauracées,

des Myrtacées, des Anonacées, des Malpighiacées, ces Chênes (*Qu. jalapensis*, *polymorpha*, *Alamo mexicana*, *Gliesbregtii*, etc.) forment des sous-bois en compagnie des lianes, des Fougères, des Bambous et des Magnolias, etc. A 1500<sup>m</sup> d'altitude on trouve surtout le *Quercus Galeottii* aux feuilles rappelant celles du *Quercus* et le *Q. incisa* dont les fruits atteignent deux pouces de diamètre. Ces espèces comme la plupart des autres sont presque des formes à feuilles persistantes car ce n'est que progressivement qu'elles perdent leurs feuilles au cœur de l'hiver sous l'influence du vent du nord. En février un peu avant le début du printemps ces bois de chênes restent dépourvus de feuilles pendant deux semaines environ. C'est alors qu'on voit le mieux les épiphytes qui les recouvrent (*Echeveria*, *Tillandsia*, *Columnnea Schiedeana*, Orchidées). Au premier printemps quand les bourgeons à fleurs s'épanouissent, ces arbres prennent une teinte jaune d'or et à peu près en même temps les feuilles commencent à paraître.

Au-dessus de 2000<sup>m</sup> se montrent les Conifères d'abord rares puis de plus en plus nombreux à mesure que l'on s'élève. C'est là que croissent les *Quercus lanceolata*, *laurifolia*, *glabrata* puis plus haut les *Quercus spicata*, *reticulata*, *chrysophylla*, *pulchella*. Les épiphytes ont disparu et les arbres ne portent plus que des Loranthacées, des mousses et des lichens parmi lesquels les *Usnea* qui remplacent les *Tillandsia*. On est entré dans la Région 4 (*terres froides*). — Sur le pic d'Orizaba le premier Pin, *Pinus leiophylla*, apparaît à 2200<sup>m</sup>; à 2500<sup>m</sup> ce sont de belles forêts de *Pinus Montezumæ*, aux troncs et aux branches desquels s'accrochent encore les *Tillandsia* et qui commencent à remplacer les chênes; puis vers 2800<sup>m</sup> des forêts de sapins Oyamel (*Abies religiosa*), qui avec l'espèce précédente constituent la zone forestière supérieure dépassant 3200<sup>m</sup>. A la fin de l'automne la pluie tombe ici sous forme de neige qui persiste de novembre à mars. Les pentes non boisées sont couvertes de hauts gazons de Graminées et d'herbes vivaces des montagnes élevées; c'est là qu'on trouve ces sous-arbrisseaux de la famille des Ericacées (voir plus haut p. 173), de nombreuses Composées frutescentes et suffrutescentes: *Baccharis*, *Eupatorium*, *Stevia*; une Liliacée (*Veratrum*) se montre associée à diverses Labiées parmi lesquelles les *Senecio* sont particulièrement abondantes. Au-dessus de la limite des arbres on trouve des formations d'arbustes (*Stevia purpurea* et *arbutifolia*, *Holodiscus discolor* = *Spiræa argentea*, avec Crucifères, Rosacées, Umbellifères, etc., puis plus haut des gazons de Graminées et de *Carex* avec Composées vivaces (*Saussurea*, *Helichrysum*) et un *Gaultheria*.

Sur le versant occidental la forêt de Conifères descend beaucoup plus bas et l'on observe dans ses limites altitudinales inférieures des variations très étendues. D'après ses observations personnelles faites sur le volcan de Colima (G. J., X, 195) et celles de Secman à Mazatlan, M. Kerber admet comme moyenne, pour le niveau inférieur des forêts de Conifères, l'altitude de 1260<sup>m</sup> (on peut les trouver au-dessous de 1000<sup>m</sup> et au-dessus de 1500<sup>m</sup>). Sur le volcan de Colima même la limite supérieure de la forêt est à 2500<sup>m</sup> uniquement parce que le cône de débris dénudé n'offre pas assez de consistance pour que les arbres s'y attachent et y vivent, mais pour M. Kerber la limite supérieure théorique serait 2800<sup>m</sup>. L'influence de

l'humidité sur la végétation est tout aussi sensible dans les montagnes que dans les plaines. Sur le versant occidental tourné vers le Pacifique, le caractère tropical est beaucoup plus accusé que sur le versant oriental tourné vers l'intérieur des terres, et où les forêts de Pins (*Pinus Tecote*) commencent immédiatement au-dessus du plateau recouvert de savanes et de steppes.

Cette cinquième région des steppes subtropicales, semble dans bien des cas, par exemple sur le volcan de Colima, passer graduellement aux savanes tropicales dès que celles-ci arrivent au-dessus de 1000 ou 1500<sup>m</sup> se trouvent à un niveau où les pluies deviennent plus rares et où la période sèche embrasse la plus grande partie de l'année. Dans ces domaines croissent des xérophytes, surtout des Cactées et des Monocotylédones xérophiles : *Agave*, *Dasyllirion*, *Fourcroya*; différents *Acacia* des *Asclepias*, l'*Argemone mexicana* et une quantité de Composées à fleurs rouges et jaunes qui sont les formes dominantes et qui fleurissent pendant la période d'humidité et jusqu'à ce que la sécheresse commence à se faire sentir. Ces plantes caractéristiques montent jusqu'à 3000<sup>m</sup>, souvent avec des espèces représentatives. Comme il a été dit plus haut, cette région est au point de vue systématique en relations étroites avec celles du Texas et de l'Arizona, dont il a été question page 406 (Rég. 12 et 13). Ces régions ont été dans les états du sud, le centre de développement de l'élément xérophile de l'Amérique moyenne, dont l'évolution est restée indépendante de celle des éléments arcto-tertiaires. Pour les données climatiques relatives à cette région, voir Grisebach, *Végét. du Globe*, t. II, p. 461.

6. Région de végétation tropicale et subtropicale du Nicaragua et de Costa-Rica. — On doit la considérer comme une région de transition, car elle montre réunies les formes principales de la Colombie (et, d'une manière générale de la riche flore tropicale de l'Amérique du Sud) et celles précédemment citées comme caractérisant le Mexique. Ces dernières descendent même plus bas vers le sud sous la forme d'espèces représentatives.

Les *Quercus* manquent à la chaîne côtière du Venezuela et dans la Sierra-Nevada di Santa Marta, mais dans la Cordillère de Colombie ils sont représentés par les trois espèces découvertes dans ces régions mêmes par Humboldt et Bonpland; le *Quercus tolimensis* qui croît à 2000<sup>m</sup> d'altitude par 4° 30' N. et les *Quercus almaquerensis* et *Humboldtii* qui se montrent à 2100<sup>m</sup> sous le 2° parallèle N.

Ici nous retrouvons les mêmes différences qu'au Mexique, entre le versant pacifique et celui de la mer des Caraïbes, c'est-à-dire une flore de plateau central d'où les Conifères sont absentes et des formations de Chênes à des altitudes supérieures. Sur la côte occidentale jusqu'à 1000<sup>m</sup> s'étendent les forêts tropicales (à 600<sup>m</sup> de hauteur ce sont surtout

des *Acrocomia* et les formes de chênes descendant le plus bas). Ces forêts se terminent par des savanes; au-dessus commencent les bois de Pins et au-delà de 1300<sup>m</sup> les *Agave*. Le versant oriental est recouvert de forêts impénétrables, où les Palmiers sont largement représentés par les genres caractéristiques de l'Amérique du Sud (*Bactris*, *Geonoma* et *Iriartea* qui vont jusqu'à 1000<sup>m</sup>. Les Fougères arborescentes abondent de même que les Scitaminées et une Rubiacée le *Warszewiczia pulcherrima*. A la hauteur du 10° parallèle S., grâce à la saison pluvieuse qui se poursuit de juin à octobre, le plateau central est couvert à 1600<sup>m</sup> d'altitude de claires forêts dont la feuillaison correspond à la saison pluvieuse et qui sont formées de Cédrlées, de *Bombax*, de *Cupania*, d'*Inga*, de *Bursera* et de Mimosées épineuses.

Sous le 9° parallèle N., sur le volcan de Chiriqui, les régions ont été bien indiquées par Wagner; voir Grisebach Abh., p. 361-364. La région subtropicale à chênes toujours verts et à *Alnus*\* *Mirbelii* va de 1430 à 2800<sup>m</sup>. La zone à Conifères manque ici car au Sud elle ne dépasse pas le 13° parallèle N. et les volcans qui entourent la baie de Fonseca. Au Guatemala entre 2900 et 3300<sup>m</sup> le *Pinus occidentalis* est la forme dominante.

### 18. Antilles et îles Bahamas

Bibliographie. a) Flores systématiques : *Grisebach*, Flora of british West-Indian Island, Londres 1864. *Ramon de la Sagra*, Hist. physique, politique et naturelle de l'île de Cuba, Paris. *Richard et Montagne*, Flora cubana, Paris 1853. *Grisebach*, Catalogus plantarum cubensium, 1866. Plantæ Wrightianæ e Cuba orient. 1860-62; System. Untersuch. ñ. d. Vegetation d. Karaiben, bes. Guadeloupe, Göttingen 1857.

b) Géographie botanique et flores spéciales : *Grisebach*, D. geogr. Verbreitg. d. Pflanzen Westindiens, Göttingen 1865. *Rein*, Bermudas I. in Ber. Senckenberg. naturf. Ges. 1872-73, p. 131. *Oersted*, Skildring af Naturen paa Jamaica (d'après Griseb. V. d. G. II, p. 426, note 11). *Eggers*, Flora von S<sup>te</sup> Croix in Vidensk. Meddels. fra natur. Foren. Copenhagen 1876, p. 33 (une carte) et Bulletin v. U. St. Nation. Museum, Washington 1879; Reise in das Innere von St Domingo in Geogr. Mitteil, 1888, p. 35. *Johow*, Vegetations bilder aus Westindien (et Venezuela) Kosmos 1884-85 (Voir *G. J.*, XI, 142).

Nous avons déjà eu, au cours du précédent chapitre, l'occasion de mentionner le caractère floral des Antilles, dont le Mexique reproduit certains traits qui correspondent bien plutôt à des analogies qu'à de véritables similitudes, et qui tiennent

principalement à ce que la flore tropicale de l'Amérique du Sud est encore gênée dans son épanouissement par l'élément subtropical. L'autonomie de ce domaine des Antilles est très nettement accusée par le grand nombre de genres endémiques qui y figurent (Grisebach estime qu'il y en a à peu près 100), ce qui doit tenir à la situation insulaire.

Sans doute le caractère de la flore des Antilles n'est pas aussi tranché que celui de la faune qui contient des formes très remarquables, et, la similitude des climats aidant, les plantes franchissent les barrières maritimes bien plus facilement que les animaux (à l'exception bien entendu des oiseaux et des insectes) d'où il suit que des espèces continentales se retrouvent aux Antilles et réciproquement. Même on peut dire que contrairement à l'opinion de Grisebach, un grand nombre d'espèces des Antilles passent de ces îles dans le sud de la Floride qui doit par conséquent être séparée des États du sud de l'Union. (voir plus haut, p. 445).

D'après la flore de Chapman il y a en Floride 360 espèces qui ne dépassent pas au Nord le 29° parallèle. 134 genres représentant un ensemble de 169 espèces s'arrêtent également à cette latitude, et l'on ne compte pas moins de 16 tribus limitées à cette péninsule.

Les Antilles sont soumises au climat tropical et se rattachent à la deuxième division de la Quatrième zone de végétation. A cet égard le nombre d'espèces des tropiques de l'Amérique du Sud qui se trouvent aujourd'hui arrêtées dans l'île de la Trinité si rapprochée du delta de l'Orénoque qu'elle en paraît une dépendance, pourrait être dans ces îles beaucoup plus considérable encore si l'autonomie florale de cet archipel ne remontait à une période très reculée. Il n'y a que les plus septentrionales des îles Bahamas qui sortent de la zone de températures très chaudes pour se rattacher aux Bermudes où l'on trouve des formations mixtes tenant à la fois des Antilles et des États de l'Union avoisinant l'Atlantique. L'isotherme de 24° C. pour janvier traverse l'île de Cuba, celui de 28° en juillet dépasse les îles les plus importantes de ce groupe. Bien qu'elle varie beaucoup d'une île à une autre, la ration annuelle de pluie est en moyenne de 130 centimètres et à ce propos nous renverrons le lecteur au livre de Grisebach (V. d. G. II, p. 500) qui a groupé ces îles d'après la quantité de pluies qu'elles reçoivent. C'est ainsi que le nord de la Jamaïque

est une région de forêts tropicales et le sud une région de savanes. Une sécheresse encore plus grande détermine la formation de steppes (Région I) ; autrement les forêts tropicales et les savanes montent jusqu'au sommet des montagnes. Aux altitudes supérieures on trouve la flore des moutagnes tropicales (*Podocarpus*, Ericacées, Fougères) et d'autres formes boréales ou australes. Du moins c'est là la flore primitive que des siècles de cultures ont plus ou moins transformée souvent au détriment de la beauté des paysages.

Dans les îles Bahamas les éléments tropicaux commencent à diminuer. Les Bermudes n'ont aucune espèce endémique : « leur végétation est presque exclusivement composée de colonies amenées par le Gulf Stream ou les vents du sud-ouest qui l'accompagnent » Grisebach, *Abh.* p. 483. Le *Juniperus Bermudiana* = *J. barbadensis* et le *Lantana odorata* originaires des Antilles recouvrent les parties basses des îles en compagnie de bois de Conifères au feuillage sombre.

Les gazons de *Stenotaphrum americanum* masquent souvent le sol rocheux. Les Palmiers sont encore représentés par le *Sabal Palmetto*.

Les régions de végétation, telles qu'elles ont été établies jusqu'ici sur les caractères systématiques et biologiques des formations, présentent dans les Antilles une diversité bien plus grande qu'on n'a pu l'indiquer dans la petite carte des flores américaines de l'Atlas physique de Berghaus. Pour les raisons que nous avons dites, il faut en outre, au point de vue de la flore, séparer ces îles des pays voisins du Honduras ou du Yucatan.

1. *Région sèche des Crotons et des Cactées.* Elle a été particulièrement bien étudiée dans le sud de la Jamaïque et par M. Eggers à Sainte-Croix. Les Graminées des savanes ne peuvent plus croître sur le sol rocheux ou sablonneux qui caractérise les domaines les plus secs de cet archipel. On n'y voit que des buissons d'arbustes aromatiques en particulier des Croton (*Croton Eluteria*, *C. balsamifer*, *C. glandulosus*, etc.) qui se retrouvent d'ailleurs en partie au Mexique et jusqu'au Pérou, des Légumineuses parmi lesquelles le Bois de Campêche (*Hematoxylon Campechianum*) qui se montre également dans les savanes du Mexique. Les espèces endémiques de Cactées se rapprochent de celles de ce pays.

2. *Région tropicale des Antilles.* Elle se divise en 2 parties : une inférieure avec savanes et forêts très chaudes qui va jusqu'à 600<sup>m</sup> et une supérieure qui à la Jamaïque s'étend de 600 à 1200<sup>m</sup> et dans laquelle dominant des Lauracées (*Phœbe montana*, *Nectandra sanguinea*) des

*Clethra*, déjà des *Podocarpus* et encore, d'après Eggers, des *Juglans jamaicensis*. Dans les savanes les arbres à feuilles caduques sont représentés par des Bombacées (*Ochroma lagopus*, *Eriodendron anfractuosum*), des Cédrelées (*Cedrela odorata* qui va jusqu'au Mexique et au Yucatan), l'Acajou (*Swietenia Mahogoni*) qui va jusqu'au Mexique et au Honduras. L'*Amyris balsamifera* se trouve aux Antilles et en Colombie. Deux autres arbres donnant des produits résineux sont le *Bursera gummifera* et le Gayac *Guajacum officinale*.

La forêt tropicale n'est pas très riche en Palmiers. Citons toutefois l'*Oreodoxa regia*, un Palmier épineux l'*Acrocomia lasiospatha* et parmi les Palmiers éventails le *Sabal unbraculifera* et de nombreuses espèces de *Thrinax*. Aucune de ces formes ne se retrouve dans les bassins de l'Orénoque et de l'Amazone.

3. *Région forestière des montagnes des Antilles*. — Elle s'étend de 1200 à 2300<sup>m</sup> et est caractérisée par des forêts de Fougères où les formes arborescentes sont surtout communes à la limite des régions 2 et 3. On y trouve aussi des Ericacées, des *Eugenia*, des *Tupa* et des *Fuchsia*, qui sont rares, de même que quelques *Euterpe* (Palmiers Manaël). C'est là que se montrent une Conifère caractéristique des Antilles, le *Pinus occidentalis* qui à Cuba descend jusque dans la région côtière très chaude et à St-Domingue s'étend de 190 à 2300<sup>m</sup> d'altitude (il monte même à l'état d'arbres rabougris jusqu'à 2630<sup>m</sup>). D'après Eggers les stations de cette espèce dépendraient beaucoup moins du climat que du substratum qui serait dans tous les cas un lehm rouge à gros cailloux.

4. *Région supérieure des Antilles*. — On ne la connaît qu'à la Jamaïque et à St-Domingue où elle occupe les altitudes comprises entre 2300 et 2900<sup>m</sup>. Là croissent des Ericacées des deux hémisphères (*Chimaphila*, *Lyonia*), des herbes vivaces boréales et américaines (*Hieracium*, *Alchemilla*, *Ranunculus*, *Carex*, *Eriocaulon*), le *Garrya Fadyenii* qui appartient à une petite famille spéciale les Garryacées.

Il y a aux Antilles un grand nombre de *plantes cultivées*. Toutefois, la plupart d'entre elles par exemple la Canne à sucre et le Caféier et aussi le meilleur Tabac (*Nicotiana*) qu'on produise actuellement, sont des plantes introduites. Le genre *Nicotiana* qui appartient à la famille des Solanées habite principalement l'Amérique tropicale et est représenté aux Antilles par des formes sauvages. Grisebach estime que le *N. Tabacum* est naturalisé à Antioquia mais que sa patrie primitive est inconnue, tandis que M. de Candolle le croit originaire de l'Equateur et des pays voisins. Avant l'année 1492, il n'y avait aux Antilles qu'un très petit nombre d'arbres fruitiers des régions tropicales et même les données anciennes de Jacquin tendent à prouver que l'Avocatier (*Persea gratissima*) n'est pas originaire de cet archipel mais qu'il provient de cette partie beaucoup

plus riche du continent où coulent l'Orénoque et l'Amazone. Par contre le *Carica Papaya* (Papayer) serait vraiment originaire des Antilles. Peut-être en est-il de même de quelques Cucurbitacées de nos cultures européennes, du Concombre (*Cucumis sativus*) l'espèce la moins importante, et surtout des Courges : le Potiron (*Cucurbita maxima*), la Citrouille (*C. Pepo*), la Courge musquée (*C. moschata*). Contrairement à l'opinion exprimée par M. de Candolle dans son livre sur l'*Origine des plantes cultivées* et d'après laquelle la Courge géante proviendrait de la Guinée, MM. Asa Gray et Trumbull croient que les différentes espèces de Courges sont originaires du sud de Texas mais que antérieurement à 1492 elles s'étaient déjà étendues par les cultures jusqu'au Canada. La facilité avec laquelle ces Courges s'acclimatent dans les régions tempérées du nord de l'Europe me semble bien indiquer leur provenance des Antilles ou peut-être du Mexique. D'après l'Antropogéographie de Ratzel (p. 349), les Indiens du Mexique se nourrissent encore pendant plusieurs mois de l'année de fruits du Melon.

Au point de vue commercial les tubercules des Scitaminées-Marantinées qui donnent l'Arrow-root ont une grande importance. Le *Maranta arundinacea* provient vraisemblablement des Antilles, du Mexique ou de l'Amérique centrale.

Nous devons dire un mot de la patrie du Cotonnier (*Gossypium*). Le genre *Gossypium* est intertropical et réparti dans les trois principales Régions florales. Il compte environ 7 espèces bien définies et d'autres plus indécises. Le *Gossypium barbadense* est l'espèce américaine la plus importante; à celle-ci se rattachent le *G. hirsutum* et le *G. religiosum*. Toutes ces plantes ont été utilisées et cultivées par les indigènes.

« Lors de la découverte de l'Amérique les Espagnols ont trouvé le Cotonnier cultivé et utilisé depuis les Antilles jusqu'au Pérou et du Mexique au Brésil. Ce fait a été positivement affirmé par tous les historiens de l'époque (A. de Candolle, *Origine des Plantes cultivées*, p. 330). Il est dit entre autres qu'au nombre des présents que Montezuma fit déposer aux pieds de Fernand Cortez, lors de la conquête du Mexique, se trouvaient 30 balles de coton qui ne le cédaient en rien comme finesse et comme éclat à la plus belle des soies (G. J., VII, 428).

Toutefois deux espèces importantes de Cotonniers sont originaires de l'Ancien Monde : le *Gossypium herbaceum* et le *G. arboreum*. Le *G. herbaceum* provient des Indes; les campagnes d'Alexandre-le-Grand firent connaître à l'antiquité classique et

il fut plus tard sous le nom de *Qoutn* ou *Koutn* (Colon) propagé vers l'ouest par les Arabes. Le *G. arboreum* croît à l'état sauvage dans la haute Guinée, l'Abyssinie et le Sennar et s'est également étendu par les cultures. Les produits de cette dernière espèce étaient déjà appréciés des anciens Egyptiens chez lesquels la culture du Lin était aussi très en honneur. Le *G. herbaceum* transplanté en Amérique est à l'heure actuelle l'espèce cultivée la plus répandue dans les états du sud de l'Union.

### 19. Amérique du sud tropicale

Bibliographie. — a) Flores systématiques : *Humboldt, Bonpland, Kunth*, Nova genera et species Plantar. Orbis Novi etc. 7 vol., 1815-1825. *Karsten*, Florae Columbiae specim. selecta, Berlin 1858-1869. *Weddell*, Chloris andina, Paris 1855 à 1857. *Martius, Endlicher, Eichler et-Urban*, Flora brasiliensis, Munich 1840 (l'œuvre floristique la plus considérable parue jusqu'à ce jour ; elle comprend actuellement plus de 100 fascicules et plus de 3000 planches). *Sagot*, Catalogue des pl. phanérog. et crypt. vasc. d. l. Guyane française, in Annales d. sc. natur. Bot. 6 Ser., X et suivants. *Miquel*, Stirpes Surinam. selectae, 1850. *Micheli*, Contributions à la Flore du Paraguay, 1883 (inachevé).

b) Géographie botanique, Relations de voyages, etc. Ces indications sont données par ordre de régions de végétation : *Thielmann*, Vier Wege durch Amerika, 1879. *Sievers*, Sierra Nevada de Santa Marta, 1888, et Verh. Ges. Erdk. Berlin XIII, 399. *Mathews*, Höhengrenzen der Kulturpflanzen in Bolivien etc., in Verh. Ges. Erdk. Berlin VII, 212. *Berg*, Physiognomy of Trop. Veget. in South-Amer (Magdalena, etc.) Londres 1854. *Appun*, Unter d. Tropen (Venezuela-Amazonas), Jena 1876. *Ernst*, Veget. d. Savanen von Caracas, in Gartenflora 1886, p. 313. *Everard im Thurn*, Roraima-Expedition. in Proc. R. Geogr. Soc., Août 1885 ; Botany in Transact. Linn. Soc. Bot., London 1887. *Schomburgk*, Reisen in Guiana und am Orinoko 1841 ; Fauna und Flora v. Brit. Guiana, Leipzig 1848 ; Botanical Reminiscences in Brit-Guiana, Adelaide 1876.

*Spir et Martius*, Reise in Brasilien, 3 vol. 1823-1831. *d'Orbigny*, Voyage dans l'Amér. mérid. (Brésil-Pérou), Paris 1834-1847. *Martius*, Die Phytionomie des Pflanzenreichs in Brasilien, Munich 1824. *Burmeister*, Reise nach Brasilien (Rio und Minas) 1853 (Griseb. Ber. 1853, p. 31). *Schwacke*, Skizze d. Flora v. Manaos, in Jahrb. K. bot. Garten Berlin III, 224. — *Hehl*, Von den vegetabil. Schätzen Brasiliens u. seiner Bodenkultur, in Nova Acta Leop. Carol. Acad. XLIX, p. 171 (*G. J.*, XIII, 347). *Luis*, Climats etc., Géographie botan. du Brésil, 1872. *Hassler* Versuch einer Pflanzengeogr. Brasiliens, voir un résumé in Geogr. Mittlgn. 1888, Litt. N° 459. *Wells*, Sketch of the phys. geogr. of Brazil, in Proc. R. Geogr. Soc. 1886, p. 353, avec Carte ; et Notes of a Journey, même recueil 1876, p. 308. — *Warming*, Excurs. aux montagnes du Brésil, Liège 1883. —

*Jhering*, Z. Kenntnis d. Vegetat. d. südbrasil. Subregion, Ausland 1887, p. 801. *Lorentz*, La vegetacion del Nordeste. d. l. prov. Entre-Rios, Buenos-Ayres 1878 (*G. J.*, VIII, 267) ; Reiseskizzen aus d. Gran Chaco, Buenos-Ayres 1877. *Johnston*, Notes on the phys. Geogr. of Paraguay, in Proc. Roy. Geogr. Soc., Londres 1876. p. 494. *Niederlein*, Y Guazu in d. Misiones, in Verh. Ges. Erdk. Berlin X. 348. *Warming*, Lagoa Santa, Et bitrag til den biologiske Plantegeografi (Kongl. Danske Vidensk. Selsk. Skr. 6<sup>e</sup> Række naturo og math. Afd. VI, 3, 1892. Résumé in Revue générale de Botanique. T. V. 1893, p. 145 et suivantes. *A. Möller*, Aus dem Sudbrasilianischen Urwalde (Förstliche Blätter 1891. Baron *H. Eggers*, Die Manglares in Ecuador (Bolan. Centralbl. Tome 52, p. 49. *Kurtz*, Bericht über zwei Reisen zum Gebiet d. oberen Rio Salado (Cordillera de Mendoza) ausgeführt in d. Jahren 1891-1892. Verhandl. d. botan. Vereins Brandenburg, XXXV, 1893.

De toutes les contrées occupées par la flore tropicale, celle-ci est la plus vaste, car elle s'étend depuis le 12<sup>e</sup> parallèle Nord, c'est-à-dire depuis l'Amérique centrale, à travers tout le Brésil, jusqu'au 32<sup>e</sup> ou 33<sup>e</sup> parallèle Sud. Il faut encore rattacher à cet ensemble trois régions de végétation du versant oriental des Andes, régions subtropicales par leur position géographique, mais où la flore tropicale se poursuit avec quelques modifications. C'est seulement sur les hauts sommets des Andes et dans la région de végétation très sèche qui correspond aux hauts plateaux de l'intérieur de cette chaîne que l'on trouve un élément différent dont les affinités les plus directes sont avec la flore *andine*, laquelle fait suite à la flore tropicale au sud, et qui dans ses traits généraux, est une flore subtropicale. Sur tout le versant occidental des Andes au voisinage de l'équateur, depuis la baie de Guayaquil en allant vers le sud, il n'y a pas de formations tropicales. Nous trouvons donc là quelque chose d'analogue à ce que nous avons signalé à propos du Kalahari, une région située sous les tropiques et où la flore tropicale fait défaut. Cette région doit être rattachée à la flore Andine qui, grâce à un climat très sec et très chaud, s'épanouit ici dans des formes xérophiles.

La limite occidentale de la partie tropicale de l'Amérique du Sud part donc de la baie de Guayaquil, traverse les Andes (les steppes des hautes Andes de l'Équateur et de la Colombie n'en font pas partie) et arrive aux forêts tropicales et subtropicales du versant est de cette chaîne, qu'elle suit à peu près jusqu'à la province de Tucuman dans la République Argentine. De là par le domaine du Rio Salado elle se dirige vers Parana,

puis, traversant la province d'Entre-Riós et le nord de l'Uruguay, elle atteint la côte du Brésil au voisinage de Porto Allegre. Cette limite de région florale telle que M. Hieronymus l'a tracée (*Bot. Zeit.*, 1888, p. 225), correspond pour M. Engler à une ligne naturelle de démarcation qui concorderait avec celle, si accusée, que Wallace assigne à la limite des faunes. Les travaux floristiques de Ball, dont il sera question dans le chapitre suivant, confirment absolument cette manière de voir. Il ne s'agit pas seulement là, comme l'admet Hieronymus, d'une ligne de séparation entre la végétation xérophile et les formations tropicales, bien que sans doute les variations systématiques soient liées à des variations de climat et que, par suite, cette séparation se trouverait déjà suffisamment justifiée. Dans l'intérieur du Brésil il y a aussi de vastes contrées soumises à un climat très chaud et très sec, mais là on trouve surtout des espèces appartenant aux genres caractéristiques des vraies régions *tropicales* américaines, par exemple des Palmiers comme des *Cocos*, des *Copernicia*, des *Diplothemium*, des *Attalea*, de nombreuses Andromédées, etc., toutes espèces manquant à la région côtière occidentale et qui se sont adaptées à ces conditions d'existence. — La carte des zones géothermiques de Köppen qui se trouve à la fin du volume montre bien que la flore de « l'Amérique du Sud tropicale » s'étend sur tout ce domaine soumis au climat *tropical* et qu'il n'y a que les hautes Andes et la côte occidentale qui n'en fassent pas partie. La plus grande partie de la zone subtropicale depuis le haut plateau du Brésil jusque dans le nord de l'Uruguay fait suite à ce domaine tropical, et la ligne de séparation des deux flores passe à peu près entre l'isotherme de 20° pour juillet et l'isotherme de 20° pour janvier. Voici le trajet de ces isothermes. Le premier part du haut Ucayala au Pérou et décrivant une courbe arrive à Rio de Janeiro; le second, à partir de la région des sources du Rio Colorado et du Rio Negro se dirige vers l'est et atteint la côte atlantique à la hauteur du 43° parallèle sud dans la République Argentine. Au-dessous de l'isotherme de 20° pour juillet s'étendent ces régions de végétation « subtropicales » et ces régions mixtes à éléments de flore australe (*Araucaria*) qui forme le passage à l'Amérique australe. Dans tout ce domaine la ration annuelle de pluie ne dépasse pas 130 centimètres. Il appartient donc au point de vue botanique à la première et à la deuxième division de la

IV<sup>e</sup> zone de végétation et seules les régions situées au sud du tropique du Capricorne constituent la seconde division de la V<sup>e</sup> zone (voir p. 74-76).

Si la puissante chaîne des Cordilières et les ramifications qu'elle envoie en Colombie ont une influence capitale sur la distribution de la végétation tropicale de l'Amérique du Sud, les montagnes du Brésil, en raison de l'importance de leur rôle dans la répartition des pluies, nous fournissent les bases d'une seconde division. Comme l'a bien fait remarquer M. Liais, les prolongements de la sierra Mantiqueiras, de la sierra dos Vertentes et dos Pireneos forment la ligne de faite du plateau central brésilien qui vient rejoindre dans l'ouest le haut plateau de la Bolivie. Aussi l'altitude augmentant graduellement avec la latitude, les lignes de végétation se succèdent-elles rapidement jusqu'à cette ligne de faite. La vallée du fleuve des Amazones a dans son ensemble le privilège d'un nombre considérable de genres et d'espèces appartenant aux principales familles tropicales; mais l'influence de la ligne de hauteurs précitées sur la distribution des vents qui amènent la pluie est telle que seule la région côtière jusqu'au-dessous de Rio-de-Janeiro (d'après Liais jusqu'à la baie de Paranagua un peu au-delà du 23<sup>e</sup> parallèle) jouit du climat doux favorable à la végétation des tropiques, et que là seulement réapparaissent toute une série de genres du domaine des Amazones qui manquent aux régions sèches de l'intérieur. Dans celles-ci les forêts tropicales sont remplacées par des steppes et des savanes à graminées parsemées de buissons, de petits bois d'arbres à feuilles caduques ou à feuilles coriaces persistantes, et de Palmiers organisés pour résister à la sécheresse. Les Cactées y abondent; on y trouve également des arbres plus grands, de la famille des Bombacées, et autres formes analogues habitant les savanes. Les bois et les buissons portent, suivant leur nature, les noms de *Carrascos* ou *Serrados*, *Capoes* ou *Caatingas* (voir plus haut p. 237-241, 261). A cette région intérieure fait suite du côté de l'Atlantique, une région subtropicale, région de passage qui s'étend jusqu'au-delà du tropique du Capricorne, le long de l'Uruguay, du Paraguay et du cours moyen du Parana, et à laquelle correspond, sur le versant oriental des Andes, — de part et d'autre du tropique du Capricorne, se reliant aux forêts de quinquinas des montagnes de la Bolivie et de l'Equateur, — une seconde région de montagnes boisées distincte

de la précédente. Entre les deux s'étend le Gran-Chaco, considéré par Hieronymus comme une région de transition du Brésil subtropical à la République Argentine, et que Grisebach désigne sous le nom de steppe de Chañar, ainsi nommée de la présence de l'arbuste *Chañar (Gourliava)*, qui y est associé à des Acacias nains (*A. Cavcna*, Espino).

Ces régions ont été distinguées dans la carte des flores d'Amérique de l'Atlas physique de Berghaus (carte n° 50). Je n'ai aucune modification à y faire, encore que les limites qui ont été rapportées à certaines lignes de végétation, principalement au voisinage du tropique du Capricorne et au-dessous du 20<sup>e</sup> parallèle S., ne soient pas connues avec une entière certitude. Il va de soi que les cartes botaniques du Brésil, publiées par Martius, auraient également besoin d'être reprises et modifiées en tenant compte des travaux plus récents des floristes de cette contrée, et que les données, peut-être très bonnes pour l'époque, qui ont servi de base aux divisions, gagneraient à être contrôlées et complétées par des documents meilleurs.

Voici un court résumé des caractères de ces différentes régions :

1<sup>o</sup> *Région tropicale Colombienne.* — On doit y rattacher le sud de l'Amérique centrale. Elle comprend dans les montagnes des Andes les altitudes inférieures à 1300<sup>m</sup>; ici la flore tropicale monte donc 400<sup>m</sup> plus haut que dans l'Himalaya, ce qui tient au voisinage de l'équateur. Elle est caractérisée par une riche végétation de forêts humides peuplées d'espèces appartenant à toutes les familles des tropiques d'Amérique. Les Palmiers les plus répandus sont les *Phytelephas*, dont le fruit donne l'Ivoire végétal (cette espèce manque aux domaines de l'Orénoque et de l'Amazonie); le *Cocos nucifera*, dont c'est là probablement la patrie primitive; de nombreux *Iriartea*, des *Attalea (A. butyracea)*, des *Cocos* du groupe des *Syagrus*, etc. Il n'y a pas d'arbres dicotylédones bien remarquables qui soient spéciaux à cette contrée. Parmi les Myrtacées, M. Orsted cite les *Couroupita nicaraguensis* et *guyanensis*, répandus du Nicaragua jusqu'à Cayenne et aux Caraïbes.

2. *Région subtropicale tempérée des Andes.* Commencant dans les Andes à 1300<sup>m</sup> et montant jusqu'aux formations de Páramo à 3400<sup>m</sup> environ, elle correspond à la 3<sup>e</sup> division de la IV<sup>e</sup> zone.

La végétation est admirable et la flore très riche. On y peut distinguer différents niveaux : a) niveau supérieur des Palmiers, autres que les *Ceroxylon*, fourrés de *Guadua* (1200-1600<sup>m</sup>), forêts de Fougères ; b) région des Quinquinas ; sa limite supérieure dépend de la latitude ; en moyenne à 2000<sup>m</sup> et, en tous cas, ne dépassant pas 2500<sup>m</sup> ; c) région des palmiers à cire : *Ceroxylon Andicola*, *C. cerifera*, etc., entre 1800 et 3000<sup>m</sup> ; d) région des Roses-des-Andes (*Bejaria*) de 2800 à 3100<sup>m</sup> intimement liée à la suivante ; e) région alpine avec *Buddleja*, *Baccharis*, *Barnadesia*, *Escallonia*, *Drimys*, *Podocarpus*, de 2800 à 3400<sup>m</sup> ; c'est la limite supérieure de la culture de l'orge ; nombreuses herbes vivaces alpines. — Les montagnes du Vénézuëla sont beaucoup plus pauvres.

2a. *Région des paramos et des pajonales des hautes Andes.* — Géographiquement c'est à la région tempérée des Andes équatoriales qu'elle se rattache, mais au point de vue floristique elle appartient à la flore andine dont l'élément de steppes est si répandu en Bolivie et qui fait suite dans l'Amérique du Sud aux formations tropicales. Sous le nom de Paramos on désigne autour de Bogota cette zone des hautes montagnes qui, par sa tristesse et son uniformité, rappelle les tourbières d'Ecosse à la fin de l'automne, et dans laquelle, au-dessus de la limite des arbres et des arbustes à grand développement on ne trouve plus qu'une plante de la famille des Composées qui est couverte d'un épais tomentum blanchâtre : c'est le Frailejon (*Espeletia grandiflora*, *E. corymbosa*). Au point de vue systématique cette plante est voisine des *Culcitium* et des *Werneria*, dont elle a aussi l'aspect et qui habitent la même région. Elle se montre dans les montagnes à quelques centaines de mètres au-dessus de la ville de Bogota et descend exceptionnellement dans la zone des herbes vivaces. Ses tisseurs sont tellement imprégnés de résine qu'ils prennent feu même quand ils sont humides. Comme port le Frailejon ressemble à un Palmier nain dont les feuilles seraient couvertes d'un feutrage grisâtre. Sous le nom de Pajonales on désigne ces parties couvertes de buissons d'un gris jaunâtre et de consistance très sèche formés par le *Stipa Ichu* et qui se montrent entre la limite des arbres et celle des neiges dans toute la haute chaîne de l'Equateur. Cette limite des neiges varie entre 4600 et 4850<sup>m</sup>. On a trouvé au sommet du Pichincha des *Culcitium* à cette dernière altitude. Les *Chuquiraga* et les *Polyteps* se montrent sur le Chimborazo sous la forme d'arbres rabougris entre 3950 et 4250. Sur le Pichincha on a observé des buissons d'une Bambusée américaine (*Chusquea*) jusqu'à 4580<sup>m</sup>. — Il a été précédemment question (p. 119-120) du caractère endémique de la végétation andine.

3. *Région de savanes du domaine de l'Orénoque dans le Vénézuëla et la Guyane.* Elle a été pour la première fois très bien

décrite par Schomburk. Des Graminées : *Paspalum conjugatum*, *P. vaginatum* et *P. virgatum* (cette dernière espèce, la plus vigoureuse, atteint près de 2<sup>m</sup> de hauteur), *Leptochloa virgata*, *Hymenacne amplexicaulis*, nombreux *Panicum* ; des Cypéracées (*Cyperus*, *Kyllingia*, *Hypolytrum pungens*) et des Eriocaulonées forment les parties herbeuses. Les arbres sont représentés par des Légumineuses (*Swartzia*) et surtout par une Protéacée tropicale (*Roupala*), par des Humiriacées et des Ternstroemiées.

Le mode de formation et la constitution de ces savanes ont été indiquées p. 274.

4. *Région de végétation de l'Amazonie et de l'Orénoque (Hylæa)*. Dans ses cartes géographiques du Brésil (*Fl. brasil. Tabula physiognomicæ*) Martius divisait le Brésil en 4 régions, celle des Naiades (notre région 4), et celles des Dryades, des Hamadryades et des Oreades, qui correspondent respectivement à nos régions 5, 6, 7, et doivent être considérées comme les divisions les plus satisfaisantes.

Dans cette région des Naiades, à Japura, Martius signale la présence du *Theobroma Cacao* (Cacaoyer) qui forme des bois spontanés ; des *Mauritia* remplacent les Sabalées aux feuilles flabelliformes, des *Maximiliana*, *Attalea*, *Orbignyia*, *Leopoldinia* avec de nombreux *Bactris*, *Astrocaryum* et *Geonoma* sont les formes les plus caractéristiques, auxquelles on est surpris de trouver associé dans la partie orientale un Palmier d'Afrique le *Raphia vinifera*. Une Myrtacée, le *Bertholletia excelsa* dont les fruits atteignent la grosseur d'un boulet de canon et qui donnent la noix de Para croît également dans cette région. Les Seringueras, *Hevea brasiliensis* = *Siphonia elastica* fournissent le principal produit d'exportation, le caoutchouc du Brésil. En certains points la *Victoria regia* couvre les lacunes des fleuves de ses gigantesques feuilles flottantes, mais cette espèce comme beaucoup d'autres descend encore bien plus au sud.

5. *Région des forêts tropicales de l'est du Brésil*. Elle couvre le versant oriental de la Sierra do Mar, qui s'étend le long de la côte sur plus de 12 degrés en latitude et sa superficie totale est de plusieurs milliers de milles carrés. Elle se poursuit avec la même composition comme espèces et comme formations dans le domaine de St-Francisco et, en général, là où, au sud de l'Hylæa, les Campos et les Serrados inanquent.

Cette bande côtière étroite dépasse au sud le tropique du Capricorne. La variété de forêt dite « *Matto Geral* » et les autres forêts vierges qui l'accompagnent « *Matto virgem* » représentent le second complexe des forêts du

Brésil où la plupart des types de l'Amazone se retrouvent en nombre moindre et avec des espèces représentatives. La région n° 4 comprend des forêts équatoriales; la région n° 5, des forêts tropicales. Les formes caractéristiques sont surtout : une Myrtacée, *Lecythis Ollaria*, de nombreux arbres utiles parmi lesquels le bois du Brésil ou bois de Pernambouc (*Cæsalpinia echinata*), le Jacaranda, le *Machærivium firmum*, des Palmiers (*Geonoma* arborescents, *G. Pohliana* et *G. macroclona*, *Cocos* (*Syagrus*), l'*Astrocarium Ayri* (une forme épineuse), puis de 200 à 300<sup>m</sup> de grandes Fougères arborescentes parmi lesquelles, à la latitude de Rio, l'*Alsophila armata*.

6. *Région de Sertao-Caatinga où la feuillaison correspond à la saison pluvieuse (Hamadryades).*

7 *Région brésilienne des Campos (Oreades).*

8. *Région brésilienne supérieure à Barbacenia (Oreades).* — Ces trois dernières régions correspondent à la partie intérieure du Brésil que limitent au nord et à l'est des forêts tropicales; le climat y est sec et les pluies de courte durée. La nature du sol joue ici un grand rôle. Dans les Campos le substratum est le plus souvent formé de schistes argileux et micacés, de terrains à magnétite ou ferrugineux, de couleur rougeâtre. La région à climat plus frais (Région n° 8) commence à 1300<sup>m</sup> environ; les régions 6 et 7 n'ont pas de limites très nettes l'une par rapport à l'autre; toutefois la région de Ceara-Pernambuco-Piauhy, qui comprend le nord des provinces de Goyas et de Matto-Grosso, et à laquelle, en raison de sa faible population, on a donné le nom de *Sertão* est soumise au climat tropical; tandis que la région des Campos qui s'étend de Minas-Geraes dans le sud de Goyas et jusqu'à São Paulo, se trouve déjà à la limite méridionale de ces régions tropicales.

D'après les données de Liais, la *région des Hamadryades* commencerait par de vastes champs dépourvus d'arbres, au nord des plaines à graminées des Campos. Le tapis végétal est formé par des Iridées, des Composées et surtout des Boraginées (Héliotropicées), qui finissent par constituer à elles seules de riches pâturages. Là sur les bords des petits étangs et sur ceux des fleuves au nord du 12° parallèle sud croît le beau Palmier Carnahuba (*Copernicia cerifera*) qui, fait remarquable, se retrouve bien plus au sud dans le Grand-Chaco mais manque aux Campos. C'est lui qui aurait donné son nom à la province de Ceara. Les bosquets de Palmiers Buriti composés de *Mauritia vinifera* et *M. armata* qui couvrent par places de vastes étendues sont encore plus imposants. Sur le calcaire de Sertao on trouve le *Cocos coronata* dans les bois clairsemés et à feuillage caduque, qui portent le nom de Caatingas.

Ce beau Palmier supporte facilement la sécheresse. On trouve là encore des *Cereus* et dans les forêts plus favorisées l'*Attalea compta* et des *Bougainvillea*. Tout cela porte bien le caractère tropical qui apparaît avec le type de l'Hylaea dans toutes les vallées des fleuves se dirigeant vers le nord. Déjà Martius dans ses premières relations de voyage faisait remarquer que ces Campos du Nord, secs et où ne croît qu'une herbe rare, diffèrent essentiellement dans leur physionomie des Campos-Geraes ; cet auteur y signale un plus grand nombre d'arbres et d'arbustes, que dans ces derniers. Ils sont souvent caractérisés par de grandes feuilles dures et tombant à la saison sèche. C'est là une analogie avec les Caatingas. Citons d'après Martius le *Hancornia speciosa*, le *Simaruba antispyphilica*, le *Panicum speciosa*, le *Strychnos pseudo-china*, etc. Les Graminées sont également représentées par des formes différentes.

La région des Oreades (Campos) est formée de savanes ou de plaines à graminées ayant le caractère de steppes avec Carascos et ces formations de forêts et de buissons connues sous les noms de Carascos (voir ci-dessus, p. 261), Capoes ou Caatinga. Le nom de *Caatinga* (voir ci-dessus, p. 237) s'applique à des forêts d'arbres nains et à feuillage caduc. Dans les Campos proprement dits le sol (une argile rougeâtre ou du sable blanc) est recouvert de touffes de Graminées pubescentes d'un vert glauque (*Echinolena scabra*, *Paspalum*, *Tristegis glutinosa* = *Capim melado*). Cette dernière espèce croît dans les terrains ferrugineux). Les arbres manquent sur une grande étendue ; seuls quelques petits buissons se montrent dans les bas fonds simulant des jardins, ou s'attachent aux rochers de la façon la plus pittoresque. Ces buissons sont formés d'un mélange de Malpighiacées (*Banisteria*, *Erythroxyllum*), de *Paullinia* grimpants et de *Cassia*. Rarement les Palmiers s'y montrent et en tous cas ils sont représentés par des formes naines de *Cocos*. — C'est seulement dans les Campos supérieurs que croissent les *Canella d'Ena* (Pieds d'autruche), Liliacées à tige dichotome se rapportant aux genres *Vellosia* et *Barbacenia*. Ces plantes atteignent souvent un pied de diamètre et après que les incendies, allumés chaque année vers la fin de la saison sèche, ont amené la carbonisation superficielle du tronc, on voit sortir sur les branches dichotomes des touffes de longues feuilles raides et des fleurs brillamment colorées.

9. *Région des Araucarias du sud du Brésil*. — C'est la première des régions subtropicales, elle comprend les provinces de Parana, Sa-Catharina, Rio Grande do Sul, Paraguay, Entre-Rios et le nord de l'Uruguay non recouvert par les Pampas. Elle est caractérisée à la fois par des forêts d'*Araucaria Brasiliensis*, qui remontent jusqu'au cœur de la province de São Paulo, par d'épais bosquets composés des formes les plus méridionales de (*Cocos Yatai*, *Datil* et *australis*), par des buissons d'*Ilex paraguariensis* = *Cassine Congonha* (Martius) Yerba-Maté, Thé-Congonha, Thé du Paraguay) et par des plaines à graminées. C'est la patrie du genre de Palmier flabelliforme *Trithrinax*.

Ici également la majeure partie de la contrée est couverte d'un tapis de graminées d'un vert glauque avec buissons (Carrascos) et plantes herbacées vivaces. Ces dernières formations deviennent de plus en plus fréquentes au fur et à mesure qu'on descend vers le sud jusque dans les Pampas d'où les forêts ont entièrement disparu. Les *Rhexia* et les *Eriocaulon* sont là encore les genres caractéristiques.

Les buissons de *Maté* fournissent aux habitants du Brésil et du Paraguay une sorte de *Thé*, mais sous le même nom on réunit plusieurs espèces distinctes, et l'*Ilex paraguayensis* n'est qu'un nom collectif (voir A. de Candolle, *Origine des Plantes cultivées*, p. 107). Lors de son voyage aux Missions, Niederlein a constaté la présence à l'intérieur du pays de grandes formations de ces arbustes, mais il n'a pas trouvé de formations d'*Araucaria* (G. J., X. 197).

10. *Région subtropicale tempérée des Andes.* — Elle commence à peu près à la hauteur du 19° parallèle S. et sépare, dans les Andes de Tucuman et de Tarija, la *région subtropicale tempérée* (région 2) de la région de la Puna, dont il sera question dans le chapitre qui suit. Elle s'étend vers le sud, sur le versant oriental des Cordilières, à travers les hauts bassins du Pilcomayo, du Vermejo, du Juramento, et la région des sources du Rio Dulce, jusqu'au Gran Chaco.

Elle a été distinguée pour la première fois en 1876 par M. Lorentz, dans ses *Vegetations-Verh. der argentinischen Republik*. C'est une riche région de forêts où se retrouvent beaucoup d'éléments de la Région 9, mais on y voit aussi un grand nombre d'espèces endémiques ou se rattachant à la chaîne des Andes ; on y rencontre également des formes des Andes tropicales. Nous y distinguerons trois zones.

a) Celle des *formations inférieures* qui s'étend jusqu'au-dessus de 1000<sup>m</sup> d'altitude dans les « Montes subtropicicos » de Lorentz. Elle est peuplée d'une grande variété de puissants arbres à couronne touffue à l'ombre desquels se développe un riche sous-bois. Les formes caractéristiques sont principalement des Légumineuses *Machærium Tipa* (= *M. fertile*), le Laurel (*Nectandra porphyria*), le Nogal (*Juglans australis*) et le *Cedrela brasiliensis*, qui est répandu dans l'est. Du côté de la plaine ces « Montes » se terminent par les « Parques » complexes de plaine à graminées, de buissons de Mimosas et de diverses Composées, et encore par des formations d'Acacia Cebil (*Piptadenia Cebil*) et de Quebracho colorado (*Schinopsis* [*Quebrachia*] *Lorentzii*).

b) Les *formations supérieures* sont constituées par le *Pino* (*Podocarpus angustifolia*), l'Aulne *Aliso* (voir p. 167), avec *Sambucus peruviana*, *Escallonia*, etc. et assez nettement séparées, celles de Quenoa (*Polylepis racemosa*), une Rosacée qui atteint 6<sup>m</sup> de hauteur et se montre aux altitudes comprises entre 1000 et 2400<sup>m</sup>.

c) *Prairies alpines* qui dépassent 3000<sup>m</sup> et dont la flore est riche. — Plus haut on arrive dans la région de la Puna. Les limites altitudinales de ces différentes zones varient suivant les localités.

11. Entre les deux régions de végétation 9 et 10 dont nous venons de résumer les caractères, s'intercale, sur le cours inférieur des rivières précitées, le *Gran Chaco* qui porte le cachet subtropical. C'est un pays à aspect de parc où les bouquets d'arbustes alternent avec des prairies, des fourrés de roseaux et parfois des bosquets de *Copernicia*. D'après Lorentz, l'arbuste le plus fréquent et le plus caractéristique de cette région intermédiaire est un *Bougainvillea* (Nyctaginée), le Duraguello, principalement le *B. praeox* qui atteint le double de la hauteur d'un homme.

Voyons rapidement quels sont dans la *flore des tropiques de l'Amérique du Sud* les genres et au besoin les espèces les plus importantes de ces diverses régions de végétation. Parmi les *familles caractéristiques*, nous trouvons les Légumineuses, les Myrtacées et les Rubiacées (*Cinchonées*), les Melastomacées, les Malpighiacées, les Euphorbiacées et même en beaucoup de points les Solanées. Les Palmiers se montrent presque partout. Toutes ces familles ont une large distribution géographique; mais les Broméliacées dont l'Ananas fait partie, les Cyclanthiacées qui rappellent les Palmiers, et dont une espèce le *Carludovica palmata* sert à la confection des chapeaux de Panama, sont exclusivement américaines et presque limitées aux tropiques. Par contre les Cactées qui jouent un si grand rôle dans les pays de steppes du Nouveau-Monde dépassent beaucoup les deux tropiques au nord et au sud, et c'est peut-être au nord du tropique du Cancer qu'elles sont les plus nombreuses. Mentionnons encore les Vochysiacées, les Marggraviacées aux curieuses inflorescences ombelliformes, les Velloziacées qui se retrouvent en Afrique mais sont en Amérique tropicale plus nombreuses que partout ailleurs, etc. Nous avons dit plus haut, p. 456, quels étaient les Palmiers caractéristiques, et signalé à ce propos, l'anomalie remarquable que présente l'*Elæis guineensis* qui se trouve à la fois en Afrique et en Amérique; quant au *Coccoloba variifera* (qui doit être originaire de l'Amérique centrale ou de la Colombie?) sa répartition est moins extraordinaire.

Si nous comparons les régions tropicales de l'Amérique et celles de l'Inde où la flore, bien que différente, est également très riche, nous voyons par exemple que les Diptérocarpées et les Pandanées manquent sur le nouveau continent; d'autre part l'Amérique n'offre rien de comparable aux nombreux *Ficus* indiens encore que parmi les géants de la flore de l'Hylæa, on trouve à Manaos des *Urostygmata* qui peuvent être des formes ancestrales de *Ficus*.

De nombreuses plantes utiles et alimentaires sont encore à l'heure actuelle exclusivement indigènes dans cette importante région florale, ou ne se sont répandues au dehors que par les cultures. L'estimation des plantes du Brésil, publiée par Hehl, donne bien l'idée de la richesse et de la variété de la flore

de ces contrées. — Parmi les *plantes cultivées*, il faut citer avant tout le Manioc (*Jatropha Manihot*, *Manihot utilissima*) qui fournit le tapioca et la Cassave. Cette plante est depuis longtemps cultivée aux Indes, mais il n'est pas douteux qu'elle soit originaire d'Amérique. Comme plantes moins importantes nous citerons les Igname parmi lesquelles le *Dioscorea triloba* croît à l'état sauvage en Guyane, mais les autres espèces semblent avoir été importées de l'Afrique ou des Indes. La Pistache de terre ou Arachide (*Arachis hypogæa*) qui joue un si grand rôle en Afrique et dont on importe l'huile en Europe, semble originaire du Brésil, bien que la culture ait contribué depuis longtemps à étendre considérablement son aire. Il n'est pas douteux non plus que le *Theobroma Cacao* (*Th. silvestris* est la forme sauvage à petits fruits) et l'*Ananas sativus* soient originaires de ces contrées, du nord du Brésil aux États de l'Amérique centrale.

## 20. Hautes Andes et Amérique australe

Bibliographie. — a) Flores systématiques : *Gay*, Flora Chilena, 8 vol. in Historia física y polit. de Chile, Paris 1844-1854. *Philippi*, Catalogus Plantarum vascul. Chilensium, 1881. *Miers*, Illustrations of South-Amer. Plants, Londres 1846-1857. *Grisebach*, Plantae Lorentzianae et Symbolae ad Floram Argentinam, in Göttinger Abhandl. 1874 et 1879. *Hieronymus*, Icones et descriptiones plant. in republ. Argentina (en publication) ; Cordoba 1885. *Lorentz y Niederlein*, Botanica de la Expedicion al Rio Negro, Patagonia ; (Buenos Ayres 1881, Informe oficial).

b) Géographie botanique, relations de voyages, etc. : *Tschudi*, Reisen d. Südamerika (les Pampas et les hautes Andes dans les Tomes 4 et 5, 1869). *Darwin*, Voyage, et Journal of Researches 1843 cité par *Griseb.* Ber. Fortschr. Pflanzengeogr. 1443, p. 67 *Hooker*, On the vegetation of the Galapagoš Archipelago, Transact. Linn. Soc. London 1847. *Andersson*, Flora Insularum Galapagensium et Om Galapagos-Oearnes Vegetation, Stockholm 1857-1861 et 1854.

*Hieronymus*, Klimat. Verh. d. südl. Teile von Südamerika u. ihre Flora, in Ber. d. Schles. Ges. vaterl. Kultur 1884, p. 306-308. *Engler*, Vers. Entwickel. Pflanzenwelt, Tome II, Cap. X (p. 230). *Lorentz*, Vegetationsverh. d. Argent. Republik, Buenos Ayres 1876.

*Ball*, Contributions of the Flora the Peruvian Andes, etc., in Journ. Linn. Soc. London, Botany XXII (*G. J.*, XI, 143) ; Notes on the Botany of Western South-Amer., même recueil, XXII (*G. J.*, XIII) et Notes of a Naturalist in S.-Amer., Londres 1887 (voir Geogr. Mittlgn. 1888, Littb. N° 78-80). *Philippi*, Florula Atacamensis, Halle 1860.

*Güssfeldt*, Reise in den Andens von Chile und Argentinien, 1888 (voir Geogr. Mittlgn. 1888, Littb. N° 46, et Verh. Ges. Erdk. Berlin X, 409-434). *Philippi*, Veränderung in d. Flora von Chile, in Geogr. Mittlgn. 1886, p. 294-326. *Philippi*, R. A., botan. Excurs. in die Prov. Aconcagua, in Gartentflora 1883, p. 336; 1884, p. 11; et : Bemerk. ü. d. chilen. Prov. Arauco, in Geogr. Mittlgn. 1883, p. 453. *Martin*, Der Chonos-Archipel, in Geogr. Mittlgn. 1878, p. 461; Der patagon. Urwald, in Mittlgn. d. Ver. Erdk., Halle 1882, p. 88, et Geogr. Mittlgn. 1880, p. 165.

*Niederlein*, Südöstl. Pampa bis Rio Salado, in Zeitschr. Ges. Erdk. Berlin XVIII, 305 et XVI, 81. *Ball*, Contrib. to the Flora of N. Patagonia, in Journ. Linn. Soc., Bot. XXI, 203 (*G. J.*, XI, 143).

*Moseley*, Juan Fernandez, in Notes by a Naturalist of the Challenger, 1879; et *Hemsley*, Insular Floras (Challenger-Reports). *Hariot*, Plantes etc. du détroit de Magellan, in Bull. Soc. bot. de France 1884, p. 151 (*G. J.*, XI, 143). *Franchet*, Mission scientifique au Cap. Horn, Botanique, Paris 1889. *Berg*, Naturhist. Reise nach Patagonien, Geogr. Mittlgn. 1875, voir aussi « Patagonien » in Geogr. Mittlgn. 1880, p. 48, et 1882, p. 41.

*Philippi*, Analogie Zwischen Chilenischen u. europäischen Flora (Petermann's Mitteilungen, Tome 38, 1892).

*Philippi*, Comparacion de las floras i faunas de las republicas de Chile e Argentina (Anales de la Universidad Republica de Chile, Tome 84, 1893). *Philippi*, Plantas nuevas Chilenas (Anales de la Universidad Republica de Chile, 1892 et suivantes).

Nous avons indiqué dans le précédent chapitre la limite de la flore tropicale si autonome du Nouveau-Monde par rapport à la flore australe de ce continent; partant à peu près de la baie de Guayaquil, cette limite traverse les Andes, et, arrivée sur le versant oriental, se dirige vers la région des Araucarias du Brésil. La carte de Köppen qui figure à la fin du volume nous montre que la côte du Pérou et de la Bolivie jusqu'au tropique du Capricorne et le cours inférieur de la Plata ont un climat subtropical; tout le reste de l'Amérique du Sud est caractérisé par des étés très chauds puis par des hivers froids et enfin, pour l'extrémité du continent, par un été frais et un hiver rigoureux. Depuis le cap Horn jusqu'à l'archipel des Chonos, on ne trouve sur la côte Pacifique que 10° C. comme moyenne de janvier; à latitude égale, la côte atlantique est plus chaude.

Si l'on en excepte les régions supérieures des Andes, les températures hivernales ne sont jamais aussi basses que dans les régions continentales. L'isotherme de juillet de 0° C. ne passe que sur le versant atlantique des montagnes de la Terre-de-Feu; l'isotherme de + 10° C. pour le même mois, traverse le continent environ à la hauteur du 36° parallèle. Le régime

des pluies sur les deux côtes n'est pas moins différent que celui de la température, et ces différences ont également été indiquées sur notre carte des zones géothermiques. Sur la côte occidentale de l'Amérique du Sud, c'est à la hauteur du troisième ou du quatrième parallèle N. que les pluies atteignent leur maximum. Quelques degrés au sud de l'équateur la ration annuelle de pluie est extrêmement réduite. C'est la région des brouillards dits *Garuas*. Du cap Blanco jusqu'à Copiapo, c'est à dire sur 23° de latitude environ, le caractère de sécheresse est très accusé. A cette contrée, il convient de rattacher les îles Galapagos qui constituent un district spécial et dont la flore si remarquable a été très bien étudiée (Griseb. V. d. G. II, p. 806, voir ci-dessus, p. 113). Plus loin au nord du Chili et au sud du Pérou la différence entre les moyennes de températures estivale et hivernale est à peu près de 5° C. C'est un peu au nord du tropique, dans le désert d'Atacama, que la sécheresse atteint son maximum, tandis que, à latitude égale, sur le versant oriental des Andes, on trouve les forêts subtropicales de Salta, Jujuy et Oran.

- Quand on descend la côte occidentale, on voit la hauteur annuelle de pluie augmenter peu à peu ; le 27<sup>e</sup> parallèle sud marque la limite septentrionale des pluies régulières ; au 30<sup>e</sup>, les massifs d'arbres commencent à se montrer ; passé 32°30'30", on trouve de véritables forêts, et quand on est arrivé au 35<sup>e</sup> parallèle, la quantité de pluie augmentant encore, les forêts atteignent un très grand développement. Un second maximum de pluie correspond à la latitude de Chiloe. Au 44<sup>e</sup> degré S. les types caractéristiques des régions australes subtropicales s'arrêtent et là peut être placée la limite nord de la *flore antarctique* qui occupe une surface très restreinte. Sous les latitudes antarctiques, les côtes du Pacifique et de l'Atlantique se comportent à l'inverse de ce que j'ai dit tout-à-l'heure sous le rapport de la ration de pluie et de la température. La côte orientale est sèche et a des hivers plus rigoureux.

L'île de Juan-Fernandez, située sous le 34<sup>e</sup> parallèle sud, ne présente pas seulement les caractères généraux des îles océaniques chaudes, mais ses affinités systématiques la relie à la région montagneuse humide des Andes (voir Grisebach V. d. G. II, p. 810; G. J. VIII, 265 et Hemsley, *Insular Floras* et ci-dessus p. 113).

Les 10 régions de végétation principales de ces parties de l'Amérique du Sud dont il va être question ici sont climatologiquement très distinctes, car elles correspondent successivement à toute la série de subdivision des zones de végétation V et VI (voir p. 77-79) et leurs peuplements diffèrent absolument de ceux de la région florale néotropicale. Comme toujours il y a des parties où les transitions entre les deux régions sont si insensibles que les limites précises ne sont pas faciles à fixer. Pour arriver à se faire une idée complète de ces flores, il est nécessaire de connaître les principaux caractères différentiels des flores australe et antarctique de l'Amérique du Sud.

Là où en allant vers le sud les formations tropicales avec leurs formes caractéristiques de Palmiers, Aroïdées, Bambous, Clusiacées, Méliacées, leurs lianes appartenant à la famille des Malpighiacés, Bignoniacés, etc., s'arrêtent brusquement, elles sont remplacées par une végétation xérophile où l'on trouve encore une bonne partie des genres continentaux des régions tropicales (en Amérique, par exemple, les Broméliacés). Toutefois ce ne sont pas les mêmes sections, et les groupements sont différents. C'est ainsi que les Acacias, les Ilicinées, les Rhamnées revêtent des formes épineuses, qui se montrent associées à des herbes vivaces manquant ou n'étant que faiblement représentées dans les régions tropicales telles que des Géraniacées, des Ombellifères, etc. De plus certains groupes peuvent franchir la limite des tropiques dans un sens ou dans l'autre. En tous cas, l'élément floral austral est représenté par des formes particulières à chaque continent, différant par conséquent les unes des autres en Afrique, en Australie et dans le sud de l'Amérique, et seules quelques rares familles (comme les Protéacés) sont communes à toutes les régions australes. D'après ce qui a été dit dans la Deuxième partie, p. 95 et suivantes, des lois énoncées par M. de Candolle et d'après lesquelles chaque groupe systématique bien tranché possède un caractère climatérique qui lui est propre, les flores australes nous apparaissent comme un membre détaché de la flore tropicale plus ancienne et avec laquelle elles ont les affinités des plus nettes. Par contre, sous les latitudes très méridionales où les pluies sont abondantes, c'est-à-dire vers le 40° parallèle sud et plus près de l'équateur dans les montagnes, on voit apparaître sur les trois continents remplaçant la flore australe xérophile et la flore de buissons des régions tempérées chaudes, un nouveau type de forêts à feuillage persistant

composées de familles *manquant* aux régions tropicales. Il y a donc là entre les régions australes des deux groupes Nouvelle-Zélande Australie-Tasmanie d'une part, Amérique du Sud d'autre part, malgré l'éloignement géographique, un caractère commun qui rappelle jusqu'à un certain point ce qu'on observe dans l'hémisphère nord pour les chênes, pessés, sapins, rhododendrons, etc., d'où il suit que pour des raisons de systématique nous devons distinguer dans ces contrées une Région spéciale, la *Région florale antarctique*. Sans doute cette flore est morcelée et les différentes parties n'en peuvent être réunies que par des liens assez lâches; pour des raisons géographiques (latitudes trop basses) elle n'est pas représentée dans le sud de l'Afrique, et c'est sur la côte occidentale de l'Amérique du Sud et dans le sud de la Nouvelle-Zélande, où elle constitue avec l'élément subtropical indien ce riche mélange de flores dont il a été question au chapitre XV. qu'elle atteint son maximum de développement. On la retrouve encore abondante en Tasmanie, médiocrement représentée dans les Alpes australiennes et même, avec des formations plus pauvres, dans les îles du Sud. Les Conifères jouent un grand rôle dans la flore antarctique (voir ci-dessus p. 163-164); ils n'atteignent pas toutefois les îles australes. Parmi les Cupulifères, des Hêtres *Nothofagus* (voir ci-dessus p. 168) sont caractéristiques de toutes les régions australes et s'avancent sur les montagnes dans les contrées subtropicales. Des Liliacées grimpantes (*Luzuriaga*, voir ci-dessus p. 185) remplacent sous une autre forme les lianes des régions tropicales. Il est très intéressant de remarquer que plusieurs des familles de plantes vivaces les plus remarquables de l'hémisphère nord, telles que les Ombellifères, les Renonculacés, les Crucifères retrouvent ici toute leur importance après avoir presque totalement manqué dans les régions tropicales. Les Composées constituent avec les Graminées et les Cypéracés des herbages et des formations dans les régions supérieures des montagnes et ici au sud de l'Amérique l'élément andin se mêle à l'élément antarctique. Le nombre des genres boréaux est particulièrement considérable dans les Andes de l'Amérique du Sud. Les *Valeriana*, *Saxifraga*, *Draba*, *Gentiana*, *Bartsia*, *Alchemilla* et *Astragalus* s'élèvent très haut dans les montagnes du Pérou. Nous trouvons donc au Sud des conditions particulières favorables au retour de la flore boréale, ce qui met bien en évidence l'influence élective du climat sur les formes des différents domaines, influence

qui détermine la disparition des dernières formations tropicales à partir de certaines latitudes.

On comprendra maintenant la signification des différentes régions de végétation en lesquelles se divise cet ensemble et dont les trois dernières, qui envoient des émissaires jusque sur les hautes-montagnes des Andes tropicales, appartiennent à la région florale antarctique.

1<sup>o</sup> *Région côtière des steppes du Pérou et Région andine.* — Elle s'étend sur le versant occidental de la Cordillère et jusqu'aux steppes des hauts plateaux de l'intérieur de la chaîne. On y peut distinguer trois zonés altitudinales. *a)* La zone *inférieure* qui, d'après M. Ball, se termine à 2.400<sup>m</sup> pour les latitudes comprises entre 10 et 14° S. On y trouve une végétation susceptible de résister à la sécheresse se rattachant à ces domaines de xérophytes à affinités tropicales indiquées par des étoiles rouges sur notre carte de la fin du volume. Là croissent : *Cereus peruvianus*, *Prosopis limensis*, *Acacia tortuosa*. *b)* La zone de la Cordillère qui s'étend de 2.400 à 3.900<sup>m</sup> et même 4.000<sup>m</sup>; soumise à un climat tempéré chaud, elle est peuplée de genres américains tels que *Calceolaria*, *Alonsoa*, *Lupinus*, *Clematis*, *Echeveria*, *Nicotiana*, etc. — *c)* La zone *alpine des Cordillères*, qui, au-dessus de la région de la Puna (dont il sera question plus loin dans le § 4), en raison de la rigueur du climat du plateau intérieur des Andes, commence déjà à 3.650<sup>m</sup> au lieu de 4.000<sup>m</sup> et s'étend jusqu'à la limite des neiges. Sous ces latitudes cette limite correspond environ à 5.000<sup>m</sup>

M. Ball (voir G. J. XI, 143 et Engler Botan. Jahrb. Syst. VII. Littber. p. 103), a fort bien résumé les caractères des différentes formations qui se succèdent depuis la côte près de Lima jusque dans l'intérieur de la Cordillère à Chicha. La partie moyenne de la zone des Cordillères est caractérisée à sa limite inférieure par l'*Heliotropium peruvianum* qui est bien connu et à sa limite supérieure par des Calcéolaires semi-frutescentes (*Calceolaria virgata*, *lobata tenuis*, *ovata*, *bartsiaefolia*) et par de grands massifs de *Lupinus paniculatus*. M. Ball place la limite supérieure beaucoup plus haut que les autres voyageurs et Grisebach dans la *Végétation du Globe* ne l'avaient indiquée. Ainsi, tandis que Humboldt avait fixé cette limite à 3.300<sup>m</sup>. M. Ball constate qu'à Chicha, à 3.650<sup>m</sup>, on se trouve encore dans la zone tempérée. Il est fort possible que ces limites varient d'une façon notable suivant les localités, car il est rare que dans les Andes tropicales et subtropicales de l'Amérique du Sud, les différents observateurs donnent pour ces limites altitudinales des nombres concordants, mais tous paraissent d'accord sur ce point, que les formations présentent dans leur constitution une variété assez grande. En effet, sur 46 espèces recueillies à la hâte par M. Ball dans la région alpine,

Seulement avaient été trouvées par le même observateur à Chila. Parmi ces herbes vivaces et plantes suffrutescentes alpines, les plus caractéristiques sont des *Baccharis*, des *Senecio*, des *Liabum*, des *Chuquiraga*, le *Saxifrage Cordillerarum*, un genre arctique boréal des *Astragalus*, *Lentibac*, *Halenia*, *Valeriana* et *Ballunium* et aussi un *Cristilleja*, un *Bartsia*, de nombreuses Graminées appartenant aux genres bien connus : *Poa*, *Festuca*, *Bromus*, *Deschampsia*, *Agrostis*.

A propos du Mexique nous avons déjà eu l'occasion (v. p. 472) de signaler l'importance de la région du Pérou sous le rapport des plantes alimentaires auxquelles elle a donné naissance et qui de là se sont répandues par la culture dans les différentes contrées. En dehors du Mais il faut citer à cet égard différentes sortes de Haricots (*Phaseolus lunatus*, *P. vulgaris*) qui seraient originaires de cette contrée. Remarquons que la majorité des espèces de ce grand genre habite le Brésil, mais que les contrées subtropicales de l'Amérique du Nord ont eu aussi à l'origine leurs espèces spéciales. Dans la région supérieure des Andes on extrait des graines d'une Salsolacée, *Chenopodium Quinoa*, une farine alimentaire.

2. Région désertique d'Atacama. — Elle s'avance au sud jusqu'à Caldera (27° S) et se rattache à la première division de la Cinquième zone de végétation. Beaucoup d'éléments tropicaux s'arrêtent sur la côte occidentale soumise à un régime très sec.

Les pluies se produisent à intervalles très éloignés et elles sont immédiatement suivies de floraisons abondantes. La contrée n'est pas dépourvue d'arbres (voir ce que Grisebach a dit du *Prosopis Siliquastrum*, Végétation du Globe, II, p. 627) ; le *Cristaria spinolæ*, différents *Teucrium* saxicoles, des Rhamnées et des Composées (*Baccharis Tola*) sont les formes caractéristiques.

3. Région de transition du Chili. — Elle appartient à la troisième division de la V<sup>e</sup> zone de végétation. Ici le contraste est frappant entre les deux versants de la chaîne puisqu'on voit sous la même latitude les formations tropicales bien développées dans l'est tandis que c'est la flore tempérée qui se montre sur le versant occidental. Les formes endémiques y sont nombreuses et Grisebach (Végét. du globe, T. II, p. 701-716) a très bien indiqué son caractère distinctif et le contraste qu'elle présente d'une part avec le sud du Chili (Valdivie) et d'autre part avec la côte sèche, située plus au nord.

Elle diffère en effet du sud du Chili en ce qu'on n'y trouve pas les belles forêts qui se montrent dans cette dernière partie dès qu'on a franchi le 34<sup>e</sup> parallèle ; de plus, ici il y a des pluies d'hiver, ce qui n'est pas le cas pour la côte très sèche de Bolivie, du Pérou et de l'Équateur. Le caractère principal de la végétation se rapproche de celui des deux régions précédentes (c'est d'ailleurs pour cela que dans la carte des flores d'Amérique de l'Atlas physique de Berghaus on a réuni toutes ces régions en une seule, ce qui n'est pas tout à fait conforme à la réalité des choses). On y trouve une maigre végétation arborescente, des Mimosées et des Rhamnées épineuses (*Colletia*) et autres formes analogues. Parmi les Cactées les *Quisco*, parmi les Broméliacées les *Puya* (*Cardones* = *P. coarctata*) et le *Cryptocarya Peumus* en sont les formes les plus remarquables.

D'après M. Güssfeld, dans le domaine d'Aconcagua les Cierges *Quiscos* et les Cierges candélabres s'arrêtent à 1.200<sup>m</sup> ; ils sont remplacés d'abord par deux Euphorbiacées, le *Colliguaya odorifera* et l'Olivillo (*Ertoricum penitatum*) ; à 1.500<sup>m</sup> apparaissent les premiers *Libocedrus Chinensis* qui montent jusqu'à 1.650<sup>m</sup>, mais ils n'y constituent pas de formations et ce ne sont ici que des avant-coureurs de la huitième région de végétation.

Les *Cardones* manquent également à la région des Andes ; ils doivent moins leur aspect singulier à leurs rosettes de feuilles raides et épineuses, qu'à leurs pédoncules floraux portant des capitules jaunes et surtout à leurs rhizomes rampants, tortueux, qui atteignent la grosseur de la cuisse et dont Kittlitz a donné une excellente figure dans ses vues de paysages chiliens.

4. *Région de végétation andine de la Puna.* — (Voir au précédent chapitre la région 2 a). Elle comprend tous les hauts plateaux couverts de steppes situés entre les deux versants de la Cordillère, et est caractérisée surtout par le *Stipa Ichu*, les buissons de *Tola*, et des Composées appartenant aux genres *Lepidophyllum* (voir Grisebach, V. d. G. II, p. 648 et Abh. p. 399) ; plus au sud elle se rattache entre le 28<sup>e</sup> et le 35<sup>e</sup> parallèle à la région antarctique des hautes chaînes et à la suivante (5<sup>e</sup> Région).

5. *Région « spinale » argentine.* — Elle appartient de nouveau à la première division de la Cinquième zone, et est caractérisée par l'arbuste *Chañar* (*Gourliæa decorticans*), le *Bulnesia Retama*, des Mimosées arborescentes aux feuilles petites et finement découpées qui ne répandent qu'une ombre très faible. Ces formes ligneuses, basses, épineuses, constituent là de petites forêts naines. Cette région s'étend dans la partie de la Répu-

blique Argentine située entre les Pampas et les Andes. C'est Hieronymus qui a remplacé le nom de steppe de Chañar, donné par Grisebach, par celui d'Espinale.

Il a été question plus haut (voir p. 262) de ces formations de buissons dont les descriptions ont été empruntées à Lorentz.

On trouve également dans cette région des formations très variées de plantes halophytes qui font graduellement passage aux steppes sablonneuses et argileuses non salées, dont nous avons également parlé dans la Quatrième partie (voir p. 299).

6. *Région des Pampas de la Plata.* — Elle comprend les grandes plaines à graminées du versant atlantique de l'Amérique australe. Il n'est pas encore absolument certain que les graminées des genres *Stipa*, *Melica*, *Aristida*, *Pappophorum*, etc., y constituent les formations principales. Cette région fait partie de la 1<sup>re</sup> division de la Cinquième zone où les pluies sont rares.

7. *Région des plaines à cailloux roulés de la Patagonie.* — Elle commence au sud de la région Espinale et comprend la Patagonie entre la région antarctique des hautes chaînes et l'Océan Atlantique.

Elle a commencé à être connue par les collections rapportées de quelques expéditions (entre Bahia-Blanca et Chubut G. J. XI, 143; à Roca G. J. IX, 199; Darwin voir Grisebach Ber., 1843 p. 67-72; Berg). Presque toutes ces récoltes proviennent du nord de cette région dont la limite septentrionale correspondrait, d'après Ball, à 43°30', c'est-à-dire à peu près à l'embouchure du Rio Chubut. Le peu d'abondance des pluies, les étés froids, les grands écarts de températures font que cette région ne peut être rattachée à la Cinquième zone et bien que la flore andine conserve encore là son caractère général, elle mérite de constituer une division spéciale de la zone antarctique (voir ci-dessus p. 78). La flore est très pauvre, les plantes y croissent dans des plaines sèches, pierreuses ou dans des vallées humides mieux protégées. A Santa-Cruz par 50° S. M. Berg a encore pu réunir une collection de 60 espèces et a fait remarquer que les graminées sont en régression. Le *Chuquiraga erinacea* et d'autres Composées frutescentes sont, avec des *Plantago*, des *Verbena*, des *Acana* et des *Margyricarpus*, les espèces caractéristiques. Les buissons y atteignent rarement un mètre de hauteur; leurs feuilles sont toujours d'un gris terne. L'*Adesmia* est presque la seule espèce qui ait de belles fleurs.

8. *Région des forêts de Conifères de Valdivie.* — Elle occupe la côte occidentale de l'Amérique du Sud et c'est, en venant du nord, la première qui appartienne à la région florale antarctique et empiète également sur le versant oriental

des Andes. Elle appartient à la quatrième division de la Cinquième zone et renferme de riches formations d'arbres dicotylédones et de Conifères du type septentrional, des Lauracées et de Monimiacées (*Persea*, *Peumus*) des Rosacées (*Eucryphia cordifolia*), une Composée arborescente (*Flotowia*) des Magnoliacées (*Drimys Winteri*) des hêtres à feuilles persistantes et même à feuilles caduques (*Fagus betuloides*, *F. Dombeyi*, *F. obliqua* et autres) et de nombreuses Conifères déjà mentionnées plus haut p. 164. Un grand nombre de genres se retrouvent en Nouvelle-Zélande ou y sont représentés par des genres très voisins.

*La patrie de la Pomme de terre.* — On sait que, malgré la richesse de sa flore, l'Amérique n'a relativement fourni aux cultures de l'Ancien Monde qu'un petit nombre d'espèces. Ratzel (*Antropo-Geographie*, p. 367), et F. Höck (*Geogr. Mitteil.* 1885, p. 33), ont déjà fait remarquer la chose; cependant une plante importante, la Pomme de terre, est originaire de ces contrées. Dans plusieurs de ses publications sur l'origine des plantes cultivées, A. de Candolle dit qu'il considère le sud du Chili, comme la patrie de cette espèce, assertion qui, jusque dans ces derniers temps, a rencontré des contradicteurs prétendant que cette plante était originaire de l'Amérique du Nord ou tout au moins d'autres parties de l'Amérique méridionale.

L'opinion de M. de Candolle repose sur les données suivantes :

Darwin a trouvé la pomme de terre sauvage dans l'Archipel des Chonos. La plante très abondante croissait dans des terrains sablonneux et encore qu'elle ne portât que des tubercules petits, était-elle extrêmement vigoureuse, ses pieds atteignant 4 pieds de hauteur, ce qui peut tenir à la grande humidité du climat de cet archipel. Un second exemplaire de l'herbier de Candolle récolté par Gay porte la mention « au milieu de la Cordillère de Talcague et de Cauquenes, dans des stations qui n'ont encore été visitées que par des botanistes et des géologues ». L'objection que Baker a élevée contre la manière de voir de A. de Candolle, qui a amené cet auteur à vérifier ses observations antérieures (*Geogr. Mitteil.* 1887 (Littber, n° 413), est qu'on a confondu le vrai *Solanum tuberosum* avec d'autres espèces du même genre également tuberculeuses. Il a été prouvé depuis qu'il y a en effet entre ces différentes espèces une parenté très réelle, mais que les plantes recueillies à l'état sauvage aussi bien au Pérou qu'en Arizona présentent des différences spécifiques importantes. Étant donné que la culture de la pomme de terre existait déjà dans cette contrée avant que d'être introduite en Europe ce seraient donc les Indiens du Pérou qui ayant commencé à cultiver cette plante l'auraient propagée vers le nord.

9. *Région de taillis magellanique.* — Quand on descend vers le sud on voit disparaître plus ou moins vite les formes à feuilles persistantes des climats plus chauds de la huitième

région à affinités tropicales, et on ne trouve bientôt plus à partir du 46° S. (Ball dit le 44°), marquant le seuil de la sixième région de végétation, qu'une partie appauvrie de la flore antarctique. Ce sera là notre neuvième région.

Au détroit de Magellan les Conifères ne sont plus représentés que par le *Libocedrus tetragona*. Le *Fagus antarctica*, le *F. betuloides* forment encore des forêts à l'intérieur des terres, et sur les montagnes qui bordent la côte, des buissons bas au milieu desquels croissent sur le sol tourbeux une série d'espèces parmi lesquelles nous citerons les *Forstera*, *Donatia*, *Gunnera*, l'*Astelia pumila*, le *Philesia burifolia*, l'*Embothrium coccineum*, etc. En altitude cette région s'étend jusqu'à 550<sup>m</sup>.

10. La *région antarctique* des hautes montagnes qui termine cette série rappelle comme flore l'élément arctique, qui couvre la Laponie et la Scandinavie et les chaînes européennes situées plus au Sud. Mais dans le Sud de l'Amérique, l'énorme chaîne des Cordillères est une voie toute tracée à l'élément antarctique alpin, qui peut ainsi monter plus haut vers le Nord.

Dans la Terre-de-Feu, cet élément de flore occupe la zone altitudinale comprise entre 550 et 1.000<sup>m</sup>; en Valdivie, il monte jusqu'à 2.000<sup>m</sup>; sur l'Aconcagua jusqu'à 3.000<sup>m</sup>, et même, par places, jusqu'à 4.000<sup>m</sup>; ces altitudes sont caractérisées par la présence d'un *Adesmia* à courtes branches épineuses et par celle de nombreux genres boréaux (Renonculacées, Alsinées, *Pinguicula*, etc.) on trouve un certain nombre de genres antarctiques avec espèces endémiques telles que les genres *Azorella* (*Bolax*, de la famille des Ombellifères), *Acana*, *Pernettya* (Ericacées) et des Graminées (*Poa flabellata*, *Hierochloa Magellanica*).

## 21. Îles Antarctiques

Bibliographie. — *Hooker*, Flora antarctica (c'est le principal ouvrage de systématique pour la flore de Tasmanie, de Nouvelle-Zélande, les Îles du Sud et la Terre-de-Feu; il contient de nombreuses planches coloriées). *Hemslay*, Challenger-Report, et Report on the present state of Knowledge of various Insular Floras, Londres 1885.

*Dumont d'Urville*, Flore des îles Malouines, Paris 1825. *Crié*, Revision de la Flore des Malouines, in Comptes rendus 7 Octobre 1878. *Hooker*, Notes on the Botany of the antarctic Voyage, Londres 1843 (Malouines). *Engler*, Die Phanerogamenflora von Neusüdgeorgien, in Bot. Jahrb. Syst. VII, 281 (Geogr. Mittlgn. 1886, Littber. N° 187). *Will.* Die Insel Südgeorgien, in Deutschen Geogr. Bl. VII, 113, et Botan. Centralbl. XXIX, 251.

Nouvelle-Zélande : voir la Bibliographie du chapitre 15, p. 491 et en outre : *Buchanan*, Mt. Egmont, in Journ. Linn. Soc. London, X, 57. *Green*, Fels- und Gletschertouren am Mt. Cook, Geogr. Mittlgn. 1882, p. 380, 1883, p. 53. *Kerry-Nicholls*. Recent explor. of the King Country, New Zealand, in Proceed. R. Geogr. Soc., Londres 1885, VII, 201. *Scott*. Macquarie-I. in New Zealand Institute, Transact. a. Proc. XV (1892).

*Cheseman*, Further notes on the Three Kings Islands (Transactions and Proceed. of the New-Zealand Institute, Tome XXIII, 1891. *Kirk*, On the botany of the Snares (Transactions and Proceed. of the New-Zealand Institute, Tome XXIII, 1891. *Kirk*, On the Botany of the antipodes Island (même recueil, même volume). *Tate*, On the Geographical relations of the floras of Norfolk and Lord Howe Island (Macleay Memorial Volume 4 pl.).

*Ross*, Voyage in the Southern and antarctic regions 1839-1843 (Auckland, Campbell, et autres îles). *Kurtz*, Flora d. Aucklands-Insel, in Verh. bot. Ver. Prov. Brandenbg., 29. Octobre 1875. — Kerguelens-Land, Natural History etc. 1874-1875, Londres 1879 ; voir *G. J.*, VIII, 264. *Naumann et Studer*, Botan. Beobacht. u. Samml. der Gazelle auf d. Kerguelen, in Zeitschr. Ges. Erdk. Berlin, XI, 94, Flora p. 126-131 et Verh. botan. Ver. Prov. Brandenbg., XVIII, 26. — *Moseley*, Flora of Marion-I., in Journ. Linn. Soc., London, XV, 481. *Hooker*, Phanerogams, etc. of Amsterdam a. St. Paul, in Journ. Linn. Soc. Bot., XIV, 474 (*Griseb. Abh.* p. 554). *Fournier*, *Bescherelle*, *Nylander*, Fougères, Mousses et Lichens de St-Paul et d'Amsterdam, in Comptes rendus 1875 et 1876 (*G. J.*, VII, 227-228).

Géorgie du Sud, voir *Neumayr*. Die internationale Polarforschung 1882-1883. Die deutschen Expeditionen u. ihre Ergebnisse Hamburg 1890 (Tome II. Histoire naturelle). On y trouve les notes suivantes : *Engler*. Die Phanerogamenflora p. 166-172 ; *Will*, Vegetations-Verhältnisse Süd-Georgiens, p. 172-194. Florule des Mousses, des Lichens, des Fougères des Algues d'eau douce, des Algues marines et des Hépatiques, par MM. C. Müller, J. Mütler, Prantl, Reinsch et Gottsche.

A la région magellanique et à celle des hautes montagnes du Sud de l'Amérique méridionale dont il a été question dans le chapitre qui précède (Régions 9 et 10) se rattachent intimement les îles Antarctiques. En effet c'est le même élément floral qui y domine ; toutefois à l'exception de la partie de la Nouvelle-Zélande qui appartient à cette région, ces îles se distinguent du sud-ouest de la Patagonie, par l'absence de végétation arborescente. En effet, toutes ces îles se trouvent au sud de la limite des Conifères et l'espèce la plus australe de hêtre à feuille persistante a été trouvée par M. Hooker sur l'île l'Hermite à l'ouest du cap Horn (*Grisebach*, Bericht, 1843, p. 72). Ces arbres sont donc limités dans la région florale antarctique au sud-ouest de l'Amérique australe, à la Nouvelle-Zélande, à la Tasmanie et aux Alpes australiennes, la région florale antarctique se divisant ainsi en deux

zones très différentes comme climat : la première qui comprend sous des latitudes moins hautes de grandes îles ou parties de continents, est peuplée de forêts où l'on trouve associés l'élément austral subtropical et l'élément antarctique ; c'est la première division de la VI<sup>e</sup> zone (voir ci-dessus p. 78) ; la seconde située sous des latitudes plus hautes et comprenant un certain nombre de petites îles éparses à la surface de l'Océan est ou bien recouverte de buissons bas d'un type purement austral (*Rubiacées*, *Myrtacées*, *Epacridées*, *Araliacées*), ou bien absolument dépourvue de forêts et constitue la troisième division de la même zone. La flore antarctique d'herbes vivaces présente un mélange analogue à ce qu'on trouve dans le nord ; toutefois chaque archipel conserve ses espèces spéciales et des îles très petites possèdent encore de nombreuses formes endémiques. Les conditions du nord ne sont donc pas identiquement trouvées, réalisées au sud, et au lieu de couvrir de vastes surfaces comme l'élément boréal, l'élément floral antarctique ne se montre que sur quelques îles éparses se rattachant à un *continent unique*, au seul qui descende très avant au sud. Là toutefois la chaîne de montagnes la plus considérable du globe contribue beaucoup en raison de sa longueur, de son altitude et de sa direction N.-S., à faire avancer cette flore antarctique jusque dans les régions tropicales et facilite ainsi son mélange avec la flore boréale alpine et avec la flore des montagnes tropicales de l'hémisphère sud.

Au point de vue du climat les contrées occupées par la flore antarctique et les montagnes de la Nouvelle-Zélande et de la Tasmanie, appartiennent à la zone froide et même, pour une partie, à la zone polaire de Köppen et se trouvent très au sud de la ligne bleue correspondant sur notre carte de la fin du volume à l'isotherme de 10 degrés du mois le plus froid. Il n'y a que l'île St-Paul et l'île Amsterdam dans le sud de l'Océan Indien (38°-39° S.) qui appartiennent à la zone constamment tempérée et qui possèdent une flore se rapprochant de Tristan d'Acunha, c'est-à-dire une flore australe-africaine et non une flore antarctique. On sait que le principal obstacle au développement de la flore dans les îles de l'extrême sud, c'est le manque de chaleur en été. A l'exception du groupe des îles Saint-Paul et Amsterdam déjà cité, la moyenne de janvier oscille entre 10° et 5° C. ne dépassant guère le premier chiffre. Quant à l'hiver il est généralement doux car c'est seulement dans le sud de la Géorgie et sur les côtes glacées très mal connues du Sud, que la moyenne de juillet est inférieure à 0°

(sud de la Géorgie — 2 C.); toutefois la douceur de l'hiver ne peut compenser le manque de chaleur en été. Cependant il est probable que c'est à cette circonstance que bien des plantes australes doivent de pouvoir descendre très loin vers le Sud; c'est ainsi qu'on trouve aux Malouines le *Myrtus nummularia*.

Nous allons passer en revue les îles les plus importantes. On peut les ranger en quatre groupes: 1° Les Malouines, qui sont les plus rapprochées de la Terre-de-Feu. 2° Les Auckland et les îles du Sud de la Nouvelle-Zélande, les plus proches de l'Australie et de la Tasmanie. 3° Le groupe des îles Saint-Paul et Amsterdam qui se rattachent à Tristan d'Acunha et dont la flore ne présente pas le caractère antarctique. 4° Les îles Kerguelen. La flore antarctique comprend donc en dehors de l'Amérique du Sud les groupes 1, 2, 4 et la flore des montagnes de la Tasmanie et du sud-est de l'Australie.

1<sup>er</sup> Groupe. *Malouines*. La flore est encore relativement riche. Hemsley y compte 115, et Crie 135 espèces de Phanérogames dont 26 sont endémiques, les Cryptogames sont probablement encore bien plus nombreuses. On connaît 86 Fougères ou Mousses, 173 Thallophtes. On trouve là quelques buissons touffus d'arbustes bas à feuilles persistantes (*Chiliodrion amelloides*, *Pernettya empetrifolia*); les plantes les plus remarquables sont le *Balsambog* et le *Tussockgrass*.

Le Balsambog (*Bolax glebaria* ou mieux *Azorella glebaria*) est une grande Ombellifère formant des touffes arrondies. En dehors des îles Malouines, on la retrouve dans les Andes jusqu'au 20° parallèle S. Les rameaux de cette plante qui couvre le sol tourbeux de masses étendues et serrées sécrètent de la résine en si grande abondance que, lorsque les explorateurs de l'expédition de Bougainville voulurent se frayer un chemin en mettant le feu à ces fourrés, l'incendie se propagea sur de très grandes surfaces, et l'île en garda le nom d'*île brûlée* (voir Hooker, in Hookers Journ. of Bot. VIII, 71, 1856). L'*Empetrum rubrum* se montre fréquemment associé à cette plante.

Le Tussock (*Poa flabellata* ou *Dactylis cæspitosa*) est répandu aux îles Malouines dans la Nouvelle-Géorgie du Sud, sur l'île L'Hermite, le long du détroit de Magellan, etc. Son feutrage de racines forme des monticules de 1 à 2<sup>m</sup> de hauteur d'où sortent les chaumes à larges feuilles retombant sur les rhizomes. — Pour les *Myrtus* voir ci-dessus p. 176.

*Géorgie du Sud*. — La flore qui comprend 13 phanérogames et de nombreuses cryptogames a été étudiée par les naturalistes allemands de l'expédition du passage de Vénus. Parmi les plantes caractéristiques des Malouines on retrouve le *Poa flabellata*, les

autres manquent; par contre les treize espèces de la Géorgie du Sud se retrouvent presque toutes aux Malouines et neuf d'entre elles se rencontrent en outre dans les îles Campbell, Kerguelen, etc. Une espèce de *Juncus* de cette contrée, le *Juncus Novæ-Zelandiæ* se retrouve dans les régions alpines de la Nouvelle-Zélande.

Parmi les Phanérogames les Graminées sont les seules qui constituent des formations, car outre le Tussock on trouve encore dans les endroits marécageux des gazons formés par l'*Aira antarctica*. En 1882, la floraison commença au début de novembre pour se continuer jusqu'en février; en mars le sol disparut de nouveau sous une épaisse couche de neige (G. J. XIII. 349).

2<sup>e</sup> Groupe. — Nous avons dit plus haut (Paragr. XV p. 459) à propos de la flore de la Nouvelle Zélande, le grand intérêt que présente sa flore complexe. Rappelons brièvement ici quels sont les types essentiels. Le *Kentia sapida*, le seul Palmier indigène qui atteint sa limite Sud dans la Nouvelle Zélande et les îles Chatham, appartient à la flore tropicale de la Mélanésie et se rattache à d'autres Palmiers de Norfolk, des Fidji, du nord de l'Australie, de la Nouvelle-Guinée, etc. Parmi les Conifères, les *Dammara* se rattachent également à la flore mélanésienne. Le *Fagus Solandri* et les Conifères de la Nouvelle-Zélande (*Libocedrus Doniana*, *Podocarpus* et autres genres qui ont des espèces endémiques et représentent les formations des parties les plus chaudes de la flore antarctique) se rattachent à la fois à la Tasmanie et à la province de Valdivie du Chili. Au contraire certaines Graminées qui constituent des formations dans les Alpes néozélandaises, telles que *Hierochloa redolens*, *Agrostis antarctica*, *Deschampsia cæspitosa*, *Carex trifida*, *Juncus Novæ Zelandiæ* et *J. Scheuchzerioides*, des herbes vivaces comme *Colobanthus subulatus*, *Oxalis Magellanica*, *Oreomyrrhis Colensoi* (Ombellifère), *Gunnera monoica*, etc., appartiennent à l'élément floral antarctique. Dans tout cela il n'y a pas de genres endémiques, et l'on retrouve identiquement ou sous des formes représentatives les mêmes plantes dans la Terre-de-Feu, les Andes, ou les îles antarctiques.

Sans doute il est impossible de dire à quel groupe (Malouines, Nouvelle-Zélande, etc.) appartient chaque espèce en particulier.

Il est probable qu'une étude plus approfondie des formes néo-zélandaises permettra de les mieux séparer non seulement en Nouvelle-Zélande mais aussi, quoique plus difficilement, en Tasmanie et dans les Alpes

australienne (voir Engler Versuch Entw. Pflanzenwelt. T. II et III ; on y trouvera une liste très minutieusement dressée des plantes de la Nouvelle-Zélande).

En ce qui concerne les limites altitudinales respectives de la région forestière (correspondant à celle de Valdivie) et des régions alpestres où l'on ne trouve plus que des buissons et des herbes vivaces exclusivement antarctiques, on a donné beaucoup d'évaluations locales, malheureusement le travail d'ensemble est encore à faire. Sur le Mont-Eguonnet la zone forestière à *Libocedrus Doniana* s'arrête à 1000<sup>m</sup> ; au-dessus commencent les buissons de Composées-ligneuses : *Senecio elæagnifolius* et *Olearia nitida* ; à 1500<sup>m</sup> on ne rencontre plus qu'une végétation de plantes herbacées et de Graminées (*Poa foliosa*). Dans la province de Marlborough la région forestière où domine le *Fagus Solandri* monte jusqu'à 1200<sup>m</sup> et par places jusqu'à 1,500<sup>m</sup>. Puis vient la zone des plantes herbacées alpines qui, à 2000<sup>m</sup>, n'est plus composée que du *Cotula coronopifolia*. Les formations de Graminées se comportent de même, car 10 espèces qui constituent des formations dans les pâturages plus chauds de la région inférieure s'arrêtent toutes au-dessous de 1000<sup>m</sup>. Sur le Mont-Cooke, qui atteint 3764<sup>m</sup>, M. Green trouva la limite de la végétation à environ 2000<sup>m</sup> avec *Haastia*, *Gnaphalium*, *Ranunculus Lyallii* et des formations de lichens. — M. Kerry-Nicholls a noté sur le Ruapehou que les phanérogames qui montent le plus haut (2130<sup>m</sup>) sont le *Ligusticum aromaticum* et le *Gnaphalium bellidioides*.

*Iles Auckland.* — La flore de ces îles désertes a été étudiée pour la première fois par Hooker lors de la célèbre expédition de Ross en 1840. Comme le sommet le plus élevé, le mont Eden, n'a que 400<sup>m</sup> d'altitude, il n'atteint pas, par conséquent, la limite des neiges persistantes, et, comme les montagnes ont la forme arrondie, toute la contrée est uniformément revêtue de végétation. Sur les côtes s'étend une forêt basse, plus haut, une large zone de buissons, et plus haut encore, jusqu'au sommet, des pâturages alpins.

Au-dessous des taillis d'arbres aux branches noueuses croissent des Fougères d'un vert brillant avec quelques espèces arborescentes qui arrivent là et aux îles Campbell à leur limite Sud (l'*Aspidium venustum* atteint 1<sup>m</sup> de hauteur). Ces taillis ne sont formés que de cinq espèces d'arbres très bas : *Metrosideros lucida*, *Dracophyllum longifolium* (Eparicidée), *Panax simplex*, *Veronica elliptica*, *Coprosma fatidissima*, toutes espèces à feuilles persistantes.

Dans les pâturages fleuris des montagnes on trouve à la fois des genres antarctiques et des genres boréaux-alpins. La plus belle plante est une Liliacée : *Bulbinella (Chrysobactron) Rossii* aux grappes de fleurs d'un jaune d'or longues de 20 à 25 centimètres. On trouve encore des composées, aux capitules rappelant ceux des Aster (*Pleurophyllum Celmisia*) des représentants des Renoncules alpines voisins des formes européennes,

des *Cardamine*, *Geranium*, *Epilobium*, *Myosotis*, *Centiana*. La flore compte environ 85 espèces de plantes vasculaires parmi lesquelles 8 sont endémiques. Les porcs sauvages se nourrissent principalement de *Pleurophyllum criniferum* et d'une intéressante espèce d'*Aralia* (*A. Polaris*) aux gigantesques ombelles et aux feuilles arrondies, d'un vert foncé atteignant près de 50 centimètres de diamètre.

*Ile Campbell.* — Située sous le 53<sup>e</sup> parallèle environ elle est peuplée d'une maigre végétation où l'on peut cependant compter 61 espèces de phanérogames parmi lesquelles 3 sont endémiques. Les formes ligneuses (quelques espèces des îles Auckland), sont encore plus basses et ne se trouvent qu'en certains points de l'île. Les petites anses sont couvertes de verdure sur leurs bords, mais les rochers qui atteignent jusqu'à 300<sup>m</sup> d'altitude semblent de loin absolument nus et ne nourrissent que quelques rares Graminées, des mousses et des lichens, mais, par contre, les parties basses sont occupées par des pâturages de facies alpin alternant avec des buissons nains, et par des prairies avec de nombreuses herbes vivaces aux fleurs élégantes. D'après Hooker, l'espèce la plus répandue sur beaucoup de points est le *Chrysobactrum Rossii*, qui couvre les gazons de ses fleurs jaunes.

Les autres genres caractéristiques sont parmi les herbes vivaces : *Myosotis*, *Ranunculus*, *Sieversia stellaria* ; parmi les Graminées et les Joncaccés *Trisetum*, *Hierochloa*, *Luzula*, *Juncus*.

*Ile Macquarie.* — On y compte 16 espèces de Phanérogames réparties en 13 genres, et (jusqu'à présent) 23 Cryptogames ; comme pauvreté cette flore est donc comparable à celle de la Géorgie du Sud. Ses affinités sont nettement avec la partie antarctique de la Nouvelle-Zélande, à cette différence près qu'on y trouve, comme d'ailleurs à Kerguelen, l'*Azorella Selago* de la Terre-de-Feu, espèce qui manque à la Nouvelle-Zélande.

Sous le même méridien que ces îles antarctiques, entre le 70<sup>e</sup> et 80<sup>e</sup> parallèle sud, se trouve la Terre de Victoria ; mais elle ne paraît être qu'un désert de glaces dépourvu de végétation malgré les montagnes volcaniques qui doivent cependant répandre de la chaleur autour d'elles. Il semble bien probable que les expéditions ultérieures y découvriront au moins des lichens et aussi des mousses, en admettant que l'assertion des premiers explorateurs relativement à l'absence complète de phanérogames vienne à être confirmée.

3<sup>e</sup> Groupe. Dans l'île Amsterdam qui se trouve sous le 38<sup>e</sup> parallèle sud on trouve 16 phanérogames parmi lesquelles 4 espèces endémiques ; à l'île Saint Paul par 39<sup>e</sup> S., sur 10 phanérogames, il y a 3 espèces endémiques (nous ne tenons pas compte ici des mauvaises herbes européennes introduites). Seule la première de ces îles possède des taillis de *Phytica arborea*, une Rhamnée se rattachant à un genre du sud de l'Afrique, endémique à Tristan d'Acunha et apportée de cette île par les courants. Le problème de cette introduction entre deux îles éloignées qui suppose un transport de presque 90° en longitude a depuis 1874, date de l'apparition du travail de Hooker, vivement préoccupé les botanistes géographes, car il soulève relativement à l'origine unique d'une espèce et aux transports de végétaux des questions du plus grand intérêt. Une seconde espèce, fréquente à Amsterdam, où elle constitue des formations, le *Spartina arundinacea*, est endémique à Tristan d'Acunha. Cette Graminée se retrouve à Saint-Paul où elle forme des gazons conjointement avec le *Poa Novaræ* et le *Scirpus nodosus* ; 4 Fougères et 1 Lycopode complètent le nombre des 15 plantes vasculaires dont se compose la flore de cette île.

De ce que nous venons de dire il résulte que si ces deux îles sont *antarctiques* par leur position géographique (et c'est la seule raison qui nous fasse en parler ici), elles ne peuvent par leur flore être rapprochées de l'ensemble de terres dont il est question dans ce chapitre. Il n'en est pas de même du dernier groupe, où nous retrouvons le caractère antarctique sur des terres éloignées des continents et même des grandes îles.

4<sup>e</sup> Groupe. — *Terre de Kerguelen*. — Située sous le 49<sup>e</sup> parallèle sud, cette île, plus étendue que les autres, ne possède que 21 espèces de Phanérogames réparties en 18 genres ; 1 genre et 3 espèces sont endémiques. Mais il vaut mieux réunir en un seul groupe Kerguelen, Marion-Crozet et l'île Macdonald, car, si dans tout cet ensemble on trouve le même nombre de plantes qu'à Kerguelen (21 espèces), on peut caractériser tout le groupe par les deux genres endémiques *Pringlea* et *Lyallia* et par 6 espèces endémiques. La plus commune est le Chou de Kerguelen (*Pringlea antiscorbutica*), une Crucifère aux longues grappes fleuries. Cette espèce se retrouve également à l'île Macdonald malgré que le climat y soit beaucoup plus froid et qu'en hiver la neige persiste 4 mois durant. A l'île Marion il y a 9 Phanérogames dont les plus communes sont l'*Azorella*

*Selago* qui forme d'épaisses touffes cespiteuses, l'*Acena adscendens* et le *Pringlea antiscorbutica* qui est plus rare qu'à Kerguelen ; d'après M. Moseley, toute végétation phanérogamique cesse déjà au-dessous de 500<sup>m</sup> d'altitude (G. J. VII. 229).

Dans ces dernières années l'expédition de la *Gazelle* et la mission anglaise du passage de Vénus nous ont bien fait connaître la flore et la végétation de la terre de Kerguelen (voir G. J., VII, 228 et VIII, 264). La masse basaltique entaillée de fjords innombrables qui la constitue et dont l'altitude atteint 1000<sup>m</sup> ne montre le plus souvent que la roche nue. C'est seulement dans les vallées plus abritées, sur les pentes protégées contre le vent d'ouest que l'on retrouve l'*Azorella Selago* et les *Pringlea*, les *Ranunculus crassipes*, *Moseleyi* et *trullifolius*. C'est à la fin d'octobre quand la neige descend encore entre 300 et 500<sup>m</sup> que les plantes commencent à fleurir ; au mois de janvier la neige ne descend pas au-dessous de 600<sup>m</sup>, puis plus tard au-dessous de 900<sup>m</sup>. de sorte qu'il n'y a alors que les sommets des montagnes et les pics qui en soient couverts. C'est alors qu'on peut trouver sur le Mt Crozier, au delà de 700<sup>m</sup>, le *Pringlea* qui est la plante phanérogame montant le plus haut. — La place systématique du Chou de Kerguelen est assez isolée et toutes ses affinités sont lointaines ; mais le *Lyallia* (*L. kerguelensis*) l'autre genre endémique qui appartient à la famille des Alsinées se rapproche des genres des Andes et les autres espèces endémiques sont plus ou moins voisines d'espèces de l'Amérique du Sud ; d'autre part toute une série de plantes de Kerguelen se retrouve à la Terre-de-Feu. Cela justifie bien la notion donnée plus haut d'une flore antarctique, s'étendant par delà les océans sur des terres très éloignées les unes des autres.

#### CHAPITRE IV

##### Région florale océanique.

A l'ensemble des flores terrestres et des flores des eaux douces continentales, il nous faut opposer la flore des océans avec ses *Algues* et ses *Plantes marines* si dissemblables comme organisation des végétaux que nous avons vus jusqu'ici.

Sur la terre ferme les plantes de marais et les phanérogames aquatiques font pour ainsi dire partie de la flore terrestre et entrent dans le caractère de la région florale dont elles dépendent, tandis que les algues d'eau douce, si abondantes qu'elles puissent être, n'occupent, au point de vue de la masse, qu'une place tout à fait secondaire.

Nous comprendrons toutes ces plantes marines sous la dénomination générale de région florale océanique en remarquant expressément que ce qualificatif a ici un sens plus restreint et tout différent de celui que nous lui avons attribué en parlant des îles océaniques; nous entendions alors indiquer des relations *géographiques*, nous nous occupons maintenant de toute une *végétation* intimement liée, par sa nature même, à la vie dans les océans.

L'étude des conditions de vie et de la répartition des organismes au sein des mers, est de date tout-à-fait récente. Dans cette direction on a beaucoup travaillé en Europe et dans le nord de l'Amérique, en particulier dans les stations maritimes comme Naples, Trieste, Roscoff, Cherbourg et Kiel. En outre, de nombreuses expéditions ont remarquablement contribué à l'extension de nos connaissances des organismes marins. A cet égard, c'est dans le haut nord et dans la région antarctique que ces études ont été particulièrement fécondes. Comme il est impossible de suivre des yeux les différentes manifestations de la vie dans les profondeurs des eaux, on a dû chercher des méthodes d'observation nouvelles; toutefois les conditions générales de répartition depuis longtemps connus, du moins dans leurs traits généraux pour ce qui concerne la flore terrestre, présentent encore pour la flore marine beaucoup d'incertitude. Dans la région tropicale par exemple, on ne sait encore au juste dans quelle mesure les formations d'algues diffèrent sur deux côtes opposées d'un même océan, si par exemple la flore est la même sur les côtes du Brésil et sur celles de la Guinée, ou bien au contraire, si toutes les côtes des mers tropicales ne présentent pas les mêmes caractères. D'autre part la flore marine ne montre pas une diversité comparable à celle de la flore terrestre; les algues y constituent partout les principales formations dont les subdivisions qui reposent sur des études de systématique délicates, auxquelles ne sont encore exercés qu'un petit nombre d'observateurs attentifs, sont beaucoup plus difficiles à établir.

Nous nous contenterons donc ici d'exposer les lois générales de constitution des formations et, dans ses grands traits, la répartition des plantes marines.

Bibliographie. — a) Ouvrage généraux : *Lamouroux*, Géogr. d. plantes marines, in *Annales Sc. natur. Bot.* VI, 68 (1826). *Schleiden*, *Das Meer*, 3<sup>e</sup> édition revue par le Dr E. Voges, Brunswick 1888. (Dans cet ouvrage

de vulgarisation, le lecteur désireux de faire connaissance avec le monde des Algues trouvera sous une forme attrayante des données sur la morphologie, la systématique et la biologie de ces plantes. Les questions de la distribution bathymétrique et de l'influence du substratum y sont également traitées. Voir aussi *Havot*, Atlas des Algues marines, 43 pl. P. Klincksieck, Paris 1892). *Drude*, Florenreiche d. Erde, 1884, p. 21 et 39-43; Pflanzengeographie in Neumayers Anleitung zu wissensch. Beob. auf Reisen, 2<sup>e</sup> édition, II, 180-184.

*Ascherson*, Geogr. Verbreitg. d. Seegräser, in Geogr. Mittlgn. 1871, p. 241 avec 13 pl.; voir aussi: Annalen der Hydrographie u. marit. Meteorol. 1876, p. 119 et Neumayers Anleitung zu wiss. Beob. auf Reisen, 1<sup>re</sup> édition, p. 358-373; 2<sup>e</sup> édition, II, 191 à 212; voir aussi Actes du Congrès Amsterdam 1877, in Botan. Ztg. 1880, p. 305, etc. (*G. J.*, VII, 172 et VIII, 226). *Sauvageau*, Sur les feuilles de quelques Monocotylédones aquatiques, Ann. d. Sc. nat. Bot., 1891. *Piccone*, Prime linee per una geografia algologica marina, voir Botan. Jahrb. Syst. Tome V. Litt. p. 34. *Kny*, Methoden zur Messung der Tiefe, bis zu welcher Lichtstr. in d. Meerw. eindringen, Botan. Ztg. 1878, p. 302. *Fuchs*, Einfluss des Lichtes etc., voir *G. J.*, X, 154.

b) Flores spéciales et géographie botanique: *Kjellman*, The Algae of the Arctic Sea in K. Svenska Vetensk. Akad. Handlingar avec 31 planches in 4<sup>e</sup>, 1883 (*G. J.*, XI, 144). *Merrifield*, Arctic marine veget. in Nature, XII, 55 (1875). *Dall*, Arctic marine vegetation in Nature, XII, 166 (1875). *Farlow*, Notes on Arctic Algae, in Proc. Amer. Ac. 1886. *Kjellman*, Die winterl. Algenvegetation d. Mosselbay, Spitzbergen 1872-73, in Bot. Zeitg. 1875, p. 771; Om Spetsbergens marina Thalophyter in K. Svenska Vetensk. Akad. Handlingar XVII; Bihang IV, fasc. 1; Ueber d. Algenvegetation d. Murmanschen Meeres von Nowaja Semlja und Wajgatsch, in Nova Acta Reg. Soc. Upsal. 1877. *Wille et Kolderup Rosenvinge*, Alger fra Nowaja-Zemlia in Dijnphna-Exped. 1882-83, Kopenh. 1885. *Kjellman*, Algevegetationen i det Sibiriska Ishafvet, in Vega-Exped. Vetensk. Arb. I, 223, et Nature XXII, 376, et Oefvers K. Vet. Akad. Förhandl. 1879.

*Strömfelt*, Om Algevegetationen vid Islands Kuster, Göteborg 1886. *Ratray*, The distribution of marine Algae of the Firth of Forth, in Transact. botan. Soc. Edinburgh XVI. *Gobi*, Algenflora d. Weissen Meeres, etc. in Mémoires Acad. St-Petersbourg 7 Ser., XXVI, N<sup>o</sup> 1, 1878 (*G. J.*, IX, 208). *Braun*, Physik. u. biolog. Unters. im westl. Teil. d. Finn. Meerbusens, im Archiv f. Naturk. Liv-, Esth- u. Kurlands X, 1, 1884. *Kjellman*, Algenregionen und Algenformationen im östl. Skagerrack, Bihang till K. Svenska Akad. Handl., Tome IV, Heft 1, 1877. *Lacowitz*, Vegetation d. Ostsee etc., in Schriften d. naturf. Ges. Danzig 1888. *Ackermann*, Phys. Verh. d. Ostsee, 1885. *Reinke*, Atlas deutscher Meeresalgen, Berlin 1889 (en publication); Ueb. d. Vegetationsverh. in d. deutschen Bucht d. Nordsee, in Ber. deutsch. bot. Gesellsch. 1889, p. 367; Algenflora d. westl. Ostsee deutschen Anteils, avec carte, Kiel 1889.

*Farlow*, List of the marine Algae of the United St., in Amer. Journ. of arts and sciences 1875, p. 351. *Kjellman et Petersen*, Om Japans Laminariaceer, in Vega-Exped. vetensk. Jakttag. IV, 259.

*Hauck*, *Algenflora in Rabenhorsts Deutschlands Kryptogamenflora* (y compris l'Istrie). *Loëntz*, *Physik. Verb. und Verteil. d. Organismen im quarnerischen Golfe*, 1863. *Falkenberg*, *Meeresalgen d. Golfes v. Neapel*, in *Mitteil. d. zool. Station I*, 218. *Berthold*, *Verteilg. d. Algen im Golf v. Neapel*, in *Mittlgn. d. zool. Station III*, 393.

*Kuntze*, *Dr. O.*, *Ueber das Sargassomeer*, in *Mittlgn. d. Vereins Erdk.*, Leipzig 1880, p. 14 ; *Revision von Sargassum u. d. sog. Sargassomers*, in *Botan. Jahrb. Syst. I*, 191. Le lecteur trouvera dans les deux excellentes Revues des travaux sur les Algues, publiées par M. Flahault dans la *Revue générale de Botanique* (Tomes II, 1890 ; V, 1893 ; VI, 1894) de précieuses indications.

*Hauck*, *Meeresalgen von Puerto-Rico* in *Botan. Jahrb. Syst. IX*, 457. (l'auteur fait remarquer la très grande analogie de cette flore et de celle de la mer Rouge). En général les travaux sur les flores marines tropicales et australes sont limitées à la détermination des espèces et à leur description au point de vue botanique, de sorte qu'il semble presque superflu de les mentionner ici.

Des recherches toutes nouvelles et du plus grand intérêt sont celles entreprises en pleine mer par MM. Krümmel et Brandt (*Die Plankton-Expedition 1889*, in *Verh. Ges. Erdk. Berlin, XVI*, 502, 515 (1889)).

#### *Formes de végétation océanique ; leurs conditions de vie. —*

Comme on l'a dit plus haut il n'y a que deux catégories principales de végétaux marins. Les *herbes marines* et les *Algues*. — Les *herbes marines* (27 espèces) soigneusement étudiées par M. Ascherson (b. c.) et plus récemment par M. C. Sauvageau se rapportent à deux familles monocotylédones, les Hydrocharitines et les Potamées ou Naiadinées. Les plantes qui les composent sont si semblables les unes aux autres qu'on a souvent confondu les genres et les espèces. L'intérêt du travail de M. Sauvageau est précisément d'avoir montré que l'anatomie des organes végétatifs, les seuls dont on dispose souvent, permettait de distinguer facilement ces différentes plantes.

« La plus grande partie possède des feuilles minces rappelant celles des graminées, non pétiolées et pourvues le plus souvent de longues gaines comme dans notre *Zostera marina* du nord de l'Europe auquel la plupart des herbes marines ressemblent d'ailleurs par leurs longs rhizomes rampants qui couvrent au fond de l'eau de vastes surfaces. Il faut cependant excepter les espèces des genres *Posidonia* et *Phyllospadix*. Le *Posidonia oceanica* de la Méditerranée est pourvu d'un rhizome dont les nombreuses ramifications constituent sur les fonds rocheux un feuillage serré fortement adhérent au substratum. Seules les Cymodocées (*C. Isoetifolia* et *manatorum*) ont des feuilles très différentes de celles des Graminées, cylindriques et rappelant celles des joncs ; il en est de même de celles des *Halophila* arrondies, ovoïdes ou allongées, portées d'ordinaire sur un pétiole atténué vers le bas (Aschers. in Neumayr *Anl. II*, 191).

Ces herbes marines sont représentées par toute la terre, sur les côtes des continents et des îles, à l'exception des rives arctiques et antarctiques ; elles appartiennent à la région littorale inférieure et ne se trouvent généralement pas, d'après M. Ascherson, au-dessous de 10° de profondeur. Elles diffèrent des Algues par leur préférence pour les sols vaseux et sablonneux, où elles forment des prairies sous-marines. Sur leurs feuilles viennent se fixer un grand nombre de petits algues qui, dans ces stations, ne pourraient trouver un autre substratum. Ainsi par leur mode de végétation ces herbes marines cimentent entre elles les particules des sols meubles. Dans la région littorale supérieure et le long des côtes dans les eaux saumâtres elles découvrent à marée basse.

Un second groupe de plantes marines, le plus important, celui des Algues et des Varechs, qui appartient à la classe des Thallophytes, présente une variété incomparablement plus grande. On y peut distinguer les catégories suivantes : les Floridées ou algues rouges au thalle délicat généralement coloré en rose ou en rouge ; les Mélanophycées (Fucoidées) ou Algues brunes dont le structure est plus ferme ; elles sont coriaces, brunes à l'état frais, noirâtres à l'état sec ; les Algues vertes proprement dites (Chlorophycées) qui sont d'ordinaire vert-feuille, sont représentées dans les eaux douces par un nombre considérable d'espèces ; enfin les Bacillariacées (Diatomées), petites algues microscopiques unicellulaires à carapace silicifiée constituent une dernière catégorie celle des Algues siliceuses. Leurs débris facilement conservés par la fossilisation forment souvent de puissants dépôts ; elles vivent aussi bien dans les eaux salées que dans les eaux douces, ce qui n'est pas le cas pour les Algues rouges et les Algues brunes qui, à très peu d'exceptions près, se trouvent exclusivement dans les mers.

Même en ne tenant pas compte des Diatomées il est difficile d'évaluer le nombre d'espèces des grandes algues marines. Pour la flore arctique M. Kjellmann estime ce nombre à 260 espèces parmi lesquelles figurent 104 Floridées et 92 Mélanophycées ; la flore du golfe de Naples compte plus de 300 espèces, parmi lesquelles 187 Floridées et 75 Mélanophycées. Si les Floridées dominent dans les mers chaudes, on voit d'après les chiffres de M. Kjellmann qu'elles sont encore nombreuses dans les mers polaires, mais là ce sont les Algues brunes qui non seulement comptent un nombre d'espèces relativement plus considérable mais sont aussi des agents de production organique beaucoup plus actifs, représentés par des formes extrêmement vigoureuses, d'une activité végétative

et incomparablement plus grande que celle des formes terrestres des mêmes contrées. Dans le haut nord le nombre des espèces est, il est vrai, relativement un peu moindre, mais le nombre des individus est énorme, et la grande taille de quelques espèces très communes, n'en est que plus remarquable. Parmi ces grandes espèces citons par exemple, dans les mers du Nord de l'Europe, les Laminaires. Ce genre est représenté au Groënland par cinq espèces dont la plus commune, le *Laminaria longicurvis*, a de 20 à 25 mètres de longueur. Les *Ataria* de la mer d'Okotsk sont également très grandes.

Les conditions de vie et de répartition des Algues au sein des mers dépendent en premier lieu de la lumière nécessaire à leur nutrition et qui règle la distribution bathymétrique des différentes formations, puis du substratum et enfin de la température de l'eau intimement liée aux variations périodiques de la lumière et de la chaleur.

*Lumière.* — La lumière disparaissant à partir d'une certaine profondeur, les Algues ne peuvent donc vivre que relativement près de la surface de l'eau, à 200 brasses au plus.

En effet les Algues disparaissent rapidement lorsque la profondeur augmente, la lumière jouant ici un rôle comparable à celui de la chaleur dans la distribution altitudinale des plantes sur les montagnes. Nous pouvons distinguer trois zones :

I<sup>re</sup> Zone littorale supérieure découvrant à marée basse.

II<sup>e</sup> Zone littorale inférieure (zone sublittorale de Kjellmann); elle s'étend depuis le niveau des plus basses mers jusqu'à 10 ou 15 brasses (20 à 30<sup>m</sup>) de profondeur.

III<sup>e</sup> Zone profonde (zone élitore de Kjellmann); elle s'étend depuis la limite inférieure de la précédente jusqu'à environ 50 et 80 brasses où s'arrêtent d'ordinaire les Algues; quelques espèces seulement appartenant à cette troisième région et moins sensibles au manque de lumière descendent au plus jusqu'à 200 brasses. Parmi elles on ne compte aucune espèce spéciale.

Toutefois la vie végétale ne semble pas limitée à ces trois zones et nous devons dire un mot de quelques espèces qui se trouvent plus haut et plus bas que les niveaux précités. Au-dessus de la zone littorale supérieure croissent sur les rochers à peine atteintes par la ligne du flot et en plein soleil quelques espèces appartenant à une zone spéciale dite *supralittorale* ou zone sèche. D'autre part, les recherches les plus récentes ont révélé la possibilité d'existence à de grandes profondeurs de petites

Algues unicellulaires, pourvues de chlorophylle nageant librement dans la mer, et qui, autant du moins que nous pouvons en juger par les moyens qui nous servent à apprécier la lumière, vivent dans l'obscurité. On pourrait donner à cette dernière zone le nom de zone *obscurae*, car elle l'est, du moins pour notre œil.

Il va de soi qu'il n'y a pas de limite bien nette entre les zones 2 et 3. Il est très probable également que dans les mers polaires les limites ne sont pas les mêmes que dans les mers subtropicales (Méditerranée) et que celles-ci diffèrent à leur tour des mers équatoriales. Jusqu'ici nous n'avons pas de terme de comparaison. M. Kjellman considère que la zone littorale supérieure a les mêmes limites dans les mers polaires que dans les autres, mais ici, en raison du frottement des glaces contre la terre, elle est particulièrement pauvre. La zone littorale inférieure (sublittorale de Kjellman) atteint d'après lui 20 brasses; la zone profonde au maximum 150. Hauck estime qu'en moyenne dans la Méditerranée la zone littorale inférieure ne descend pas au-dessous de 5<sup>m</sup>. Dans le golfe du Quarnaro, Lorentz distingue 6 zones. La zone supralittorale, la zone littorale supérieure, la zone littorale « submergée » allant du niveau des plus basses mers jusqu'à 2 brasses (on y compte 218 espèces, soit 82 % de l'ensemble des Algues marines de la contrée); les « bas fonds » de 2 à 15 brasses et deux zones profondes: a) de 15 à 30; b) au-dessous de 30 brasses.

MM. Hauck et Lorentz semblent donc d'accord sur ce point que dans la Méditerranée la zone 2 descend à une très faible profondeur

*Substratum.* Les Algues marines comme le plus grand nombre des Algues d'eau douce et la totalité des Phanérogames habitant les mers, se fixent à des corps solides. C'est le cas même pour ces grandes Algues vertes à structure continue (non cellulaire) comme les *Caulerpa* très répandues dans les mers chaudes et qui se différencient en crampon fortement attaché aux petites pierres, aux morceaux de roches ou aux coquilles de mollusques, et axe dressé dans la direction des rayons lumineux. Un nombre considérable de petites Algues vivent aussi fixées en masses serrées à la surface du thalle foliacé des grandes espèces, ou dans les prairies de phanérogames marines au sol vasard desquelles ces plantes ne pourraient se fixer directement.

C'est ainsi que dans la Méditerranée le *Posidonia oceanica* et le *Phucagrostis minor* ont envahi et fixé des sables mouvants, et que sur les fonds vaseux, le *Caulerpa prolifera* a pu former de véritables « prairies ». C'est parce que les côtes rocheuses offrent aux Algues une fixation plus facile que ces plantes sont plus nombreuses là que partout ailleurs, les unes s'attachant directement au sol, les autres croissant à la manière des épiphytes

sur des espèces plus robustes. Hauck a trouvé, fixées sur un échantillon de *Cystosira barbata*, une grande espèce méditerranéenne, 115 autres Algues. La carte de M. Reinke, la seule à mon avis qui donne une idée exacte d'une petite partie de mer, nous montre les vastes étendues que peuvent recouvrir ces Algues.

En dehors de ces formations d'Algues des côtes qui se mêlent aux Phanérogames marines, il y a d'autres petites Algues unicellulaires ou réunies en colonies linéaires et qui nagent librement dans la mer; telle, par exemple, la plus grande partie des Algues siliceuses (Diatomées, Bacillariacées) qui vivent en haute mer et dont de récentes recherches nous ont révélé l'importance au point de vue de l'entretien de la vie animale. On peut les désigner sous le nom de *formations de Plankton* et elles semblent caractérisées par l'intime association d'un petit nombre d'espèces. Bien plus nombreuses sont les Diatomées qui habitent les côtes en compagnie d'autres Algues, auxquelles elles s'attachent en longues chaînes, ou se fixent par un pédoncule mucipare, tout comme elles font d'ailleurs dans les fossés et les étangs d'eau douce. On pourrait rattacher à ce Plankton les Algues marines arrachées aux côtes lointaines et qui continuent à se développer en plein océan, comme les Algues de la mer des Sargasses qui viennent des côtes des Antilles.

*Température de l'eau ; périodicité.*— C'est à l'influence protectrice du milieu qu'il faut attribuer la richesse de la flore algologique jusque sous les latitudes arctiques et antarctiques. D'après ce que nous savons aujourd'hui il semblerait que dans les mers froides ces Algues soient plus vigoureuses encore que dans les mers tropicales, aussi bien en ce qui concerne les formations des côtes qu'au point de vue du Plankton et, fait qui paraît en désaccord avec ce qu'on sait du développement des flores arctiques, M. Kjellmann pendant l'hivernage de l'expédition suédoise au Spitzberg en 1872 a noté que sous le 80° parallèle N. les Algues marines continuent à croître pendant les trois mois que dure la nuit dans ces régions.

Malgré la température très basse de l'eau qui oscille entre — 0,5 et — 1,8, pendant tout l'hiver on peut observer la même flore d'Algues que pendant l'été et l'automne. Le *Lithothamnion calcareum* recouvre de vastes surfaces au fond du golfe associé à de nombreuses Floridées, à un *Fucus* à des *Laminaria*, *Alaria* etc., et à trois espèces d'Algues vertes. Dans la plupart des cas on ne remarque pas de différences, au point de vue morphologique, entre la même plante en hiver et en été; quelques espèces seulement témoignent d'une périodicité absolument différente

de celle qu'on pouvait attendre; l'*Halosaccion ramentaceum* ne fructifie que d'août à octobre; la plupart des Phœosporées (en particulier le *Chaetopteris plumosa*) ne fructifient que pendant la nuit polaire. Leurs organes de reproduction ne se montrent qu'à la fin de novembre pour disparaître à la fin de mars.

C'est là un phénomène très singulier quand on songe à l'influence régulatrice de la lumière sur les phénomènes biologiques; d'autant plus extraordinaire que ces observations ont été faites dans l'extrême nord. On ne peut citer pour les plantes vivaces aucun autre fait comparable, et nous l'avons déjà signalé plus haut (p. 58). Sur 27 espèces étudiées 22 ont continué pendant l'hiver à développer leurs organes reproducteurs et semblaient être insensibles à la diminution de la chaleur et de la lumière (G. J., VII, 174; Bot. Zeitg.; 1875, p. 771).

Tandis que, au Spitzberg, les *formations* sont les mêmes d'un bout de l'année à l'autre, il n'en est pas ainsi dans les mers tempérées, par exemple, sur les côtes de la Scandinavie et surtout dans la Méditerranée. Pour les régions tropicales, il n'a malheureusement pas été fait (à ma connaissance du moins) d'observations analogues.

Dans la Méditerranée des formations ou mieux des végétations d'Algues très différentes, se succèdent au cours de l'année dans une même localité, se complétant pour ainsi dire les unes les autres en une formation unique, par un phénomène comparable aux floraisons successives des espèces d'une prairie qui changent avec les saisons. Tandis que près de la surface la période végétative comprend la fin de l'automne, l'hiver et le printemps, et que la période de repos correspond au milieu de l'été, pour les profondeurs de 50 à 100<sup>m</sup> les époques ne sont plus les mêmes; la période végétative tombe en été et en automne, et le repos est presque complet de février jusqu'en avril. C'est de l'hiver à l'été que les différentes formes d'Algues se succèdent le plus rapidement; mais près de la surface au cœur de l'été les Algues brunes elles-mêmes ont disparu des stations ensoleillées.

*Répartition des familles d'algues océaniques.* Depuis que dans mon mémoire sur les *Régions florales* (p. 39-43), j'ai cherché à diviser en domaines naturels la flore océanique, essai qui si imparfait qu'il puisse être à beaucoup d'égards, a été accepté dans ses résultats par Schleiden qui l'a reproduit dans son livre intitulé *la Mer* (l. c. p. 190), la question n'a été dans son ensemble reprise par aucun algologue, encore que la flore de certaines mers, celle de la mer Glaciale par Kjellmann, celle des mers allemandes par Reinke, celle de la Méditerranée à la suite des travaux de la station zoologique de Naples, aient été l'objet d'efforts persévérants. Pour ne pas me répéter je renverrai le lecteur au dit mémoire et je rappellerai seulement ici que je distingue pour les Algues un domaine boréal, un domaine tropical et un domaine

austral dont chacun peut être divisé en districts suffisamment caractérisés par un certain nombre de genres et d'espèces spéciales, divisions qui me paraissent encore aujourd'hui correspondre à la réalité des choses.

Le *domaine boréal* où se montrent principalement les *Laminaria*, *Alaria*, *Agarum*, *Fucus*, descend en Europe jusqu'en Irlande, en France et en Espagne (comme on peut le voir sur la carte des flores de l'Europe de l'Atlas physique de Berghaus) sur le versant atlantique de l'Amérique du Nord jusqu'au 44<sup>e</sup> parallèle (Cap Cod). Le *domaine tropical* des Algues marines dépasse beaucoup plus les tropiques au nord et au sud que ne le font les flores terrestres correspondantes, et c'est à lui que la Méditerranée doit être rattachée. Il est surtout caractérisé par le grand développement des Floridées et par l'extrême variété de formes du genre *Sargassum*. Le *domaine austral* nous montre de nouveau la prépondérance des Algues brunes qui se présentent là avec des types sensiblement différents de ceux du domaine boréal, tels par exemple, les gigantesques *Macrocystis*, *Durvillæa*, etc. Ce domaine comprend les côtes méridionales du territoire du Cap de Bonne-Espérance, de l'Australie et de la Nouvelle-Zélande, celles de l'Amérique antarctique et des îles situées sous ces latitudes.

Au fait précédemment énoncé par moi dans mes *Régions florales*, à savoir que sous les tropiques, des côtes opposées du même Océan, ou bien des côtes éloignées de deux continents différents, possèdent chacune une flore d'Algues spéciales, on a voulu donner des explications très diverses. Tandis que la présence, aux Antilles, d'un grand nombre d'espèces de la mer Rouge tendrait à faire croire que tous les districts doivent être réunis en un seul, la distribution géographique des phanérogames marines prouverait plutôt que cette distinction doit être maintenue. Ascher-son admet expressément qu'il n'y a qu'un très petit nombre de ces plantes répandues sur tout le pourtour d'un océan, à moins qu'il n'y ait des points où les côtes opposées arrivent très près l'une de l'autre; il n'en cite positivement qu'un seul exemple, celui du *Zostera marina* qui se trouve en Europe et en Amérique, sur les deux côtes de l'Océan Atlantique.

C'est à l'avenir qu'il appartient de décider de ces questions; de même qu'il nous faut attendre les observations comparatives pour expliquer comment le petit nombre d'espèces qui caractérisent le Plankton peuvent passer dans toutes les mers du Globe.

FIN.

## TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

				Pages
<b>A</b>				
<i>Abies</i>	161,	165		
— <i>balsamea</i>		400		
— <i>cephalonica.</i>		368		
— <i>citica</i>	361,	368		
— <i>grandis</i>		408		
— <i>Nordmanniana</i>		355		
— <i>Pindrow.</i>	162,	452		
— <i>Pinsapo</i>	366,	368		
— <i>religiosa.</i>	162,	416		
— <i>Sibirica</i>	341,	386		
— <i>Smilhiana</i>		452		
— <i>Veitchii</i>		395		
— <i>Webbiana</i>		162		
Abiétinées	164,	165		
Abyssinie	120,	437		
<i>Acacia.</i>		415		
— <i>abyssinica.</i>		437		
— <i>aneura</i>		126		
— <i>Catechu</i>	448,	452		
— <i>Cavenia.</i>		486		
— <i>Cebil.</i>		491		
— <i>detinens.</i>		442		
— <i>dumetorum</i>		261		
— <i>etbaica</i>		437		
— <i>excelsa</i>	442,	465		
— <i>giraffæ</i>		442		
— <i>harpophylla</i>		464		
— <i>heterophylla</i>		445		
— <i>horrida</i>		125		
— <i>Koa</i>		458		
— <i>robusta.</i>		441		
— <i>saticina.</i>		465		
— <i>tortuosa.</i>		498		
<i>Acæna.</i>		503		
— <i>adscendens.</i>		511		
Acajou		480		
Acajou de montagne		409		
<i>Acanthacées.</i>			142,	278
<i>Acantholimón</i>	125, 319,	362,	370,	378
— <i>gtumaceum</i>				372
<i>Acanthophyllum</i>		370,		371
<i>Acanthosicyos horrida</i>				441
Acclimatation				27
<i>Acer</i>				313
— <i>grandidentatum</i>				409
— <i>Mono</i>				369
— <i>Negundo</i>				409
— <i>opulifotium</i>				369
— <i>spicatum</i>				392
<i>Aconitum.</i>		105,		451
— <i>barbatum</i>				385
— <i>pallidum</i>				385
— <i>septentrionale.</i>				385
<i>Açores.</i>		113,	116,	363
<i>Acrocomia</i>		157,		474
— <i>tasiospatha</i>				480
<i>Actinidia kotomikta</i>				392
<i>Actinostrobos.</i>		163,		165
<i>Adansonia digitata</i>				432
<i>Adenium</i>		436,		437
<i>Adenocarpus.</i>				437
<i>Adenophora litiifolia.</i>				353
<i>Adesmia</i>		500,		503
<i>Ægiceras.</i>				450
<i>Ægilops ovata</i>				374
<i>Aeranthus</i>				216
<i>Æsculus discolor</i>				415
— <i>Hippocastanum.</i>				369
<b>AFRIQUE</b>				
— Rareté des Conifères.				159
— Rareté des Cupulifères				168
— Absence de Rhododendrinées				174
— australe				439
— tropicale		427,		438
<i>Agapetes</i>				449

	Pages		Pages
<i>Agapetes Meiniana</i>	121	<i>Alsophila</i>	225
<i>Agathis australis</i>	457	— <i>armata</i>	489
— <i>Dammara</i>	457	<i>Alyssum</i>	362
<i>Agathosma</i>	264	<i>Amarylhidées</i>	297
<i>Agauria</i>	174	Amazone	231
<i>Agave</i>	415, 476	Ambatsch	434
— <i>Parryi</i>	415	Amérique centrale	165, 173
— <i>Palmcri</i>	415	<i>Ammodendron persicum</i>	371
<i>Aglaia</i>	233	<i>Amomum</i>	223
<i>Agriophyllum gobicum</i>	125, 378	<i>Amorpha canescens</i>	411
<i>Agropyrum glaucum</i>	411	<i>Amorphophallus</i>	220
Ahaggar (Montagnes d')	433	— <i>Titanum</i>	220
<i>Agrostis</i>	499	Ampélidées	215
— <i>antarctica</i>	507	<i>Ampelopsis quinquefolia</i>	410
— <i>nevadensis</i>	369	Amsterdam (île)	113
<i>Aichryson</i>	438	Amygdalées	131
<i>Ailanthus glandulosa</i>	392	<i>Amygdalus</i>	370
<i>Aira antarctica</i>	507	— <i>nana</i>	354
— <i>caespitosa</i>	279	<i>Amyris balsamifera</i>	480
<i>Airelles</i>	171	<i>Ananas sativus</i>	493
Aires végétales	80	<i>Anaphallis</i>	381
<i>Ajuga</i>	369	<i>Anastatica hierochuntica</i>	427
Alang (savanes d')	449	<i>Ancistrophyllum</i>	434
<i>Alaria</i>	518	Andes	164, 225, 486, 487, 493, 498
Alaska	405	<i>Andromeda</i>	171, 173, 344, 401
<i>Atbizzia</i>	451	— <i>calyculata</i>	384
— <i>Julibrissim</i>	452	— <i>polifolia</i>	171, 400
<i>Alchemilla</i>	468, 480, 497	Andromédées	414, 484
<i>Aldrovanda</i>	291	<i>Andropogon sericeus</i>	465
<i>Aleurites</i>	231	— <i>macrurus</i>	411
— <i>moluccana</i>	458	— <i>virginicus</i>	411
<i>Algarobia glandulosa</i>	415	<i>Androsace olympica</i>	373
Algues	15, 16, 17, 291	<i>Anemone</i>	451
<i>Alhagi</i>	380	— <i>altaica</i>	341
— <i>Camelorum</i>	125	— <i>narci-siflora</i>	385
<i>Alisma</i>	291	— <i>nemorosa</i>	399
Aliso	167, 491	Angélique	331
<i>Allium</i>	186, 362	Animaux (influence des)	103
<i>Alnus</i>	167	Anonacées	414
— <i>acuminata</i>	167	Antarctique (flore)	422
— <i>Mirbelii</i>	477	<i>Anthemis</i>	362
— <i>ovata</i>	328	<i>Antiaris toxicaria</i>	231
— <i>setchuanensis</i>	393	<i>Antisthiria</i>	274
— <i>viridis</i>	260	— <i>australis</i>	465
Aloe	183	<i>Anthurium</i>	220
<i>Alonsoa</i>	498	Antioa	480
Alpes	119, 347	Antilles	165, 169, 477
Alpes australiennes	168, 468	<i>Apeiba</i>	241
<i>Alphitonia excelsa</i>	465	<i>Aquilegia glandulosa</i>	385
<i>Alpinia Galanga</i>	450	Arabie	424, 426
<i>Alsine aizoides</i>	372	Arabie (Sud de l')	436
— <i>recurva</i>	372	Aracées	220, 458
<i>Alsinidendron</i>	114	Arachide	493

	Pages		Pages
<i>Aralia polaris</i>	509	<i>Asclepias tuberosa</i>	412
<i>Araucaria</i>	245, 457, 484	Asclépiadées	<b>278</b>
— <i>Bidwilli</i>	463	Ashburton (riv.)	467
— <i>brasiliانا</i>	164, 491	<i>Asimina</i>	414
— <i>imbricata</i>	164	Asir-Yemen.	431
Araucariées	164	<i>Asphodclus</i>	184
Arbres (de la région septen-		<i>Asplenium Serpentina</i>	43
trionale)	317	<i>Aspidium venustum</i>	508
Arbre à thé	467	Assam	450
<i>Arbutus</i>	110, 173, 365, 471	<i>Astelia</i>	187, 243
— <i>Andrachne</i>	363	— <i>alpina</i>	457
— <i>canariensis</i>	363	— <i>pumila</i>	503
— <i>Unedo</i>	363	<i>Aster sericeus</i>	412
Archipel malais	101, 152	<i>Asteriscus pygmaeus</i>	427
<i>Archontophœnix</i>	157	<i>Astragalus</i>	125, 362, 370, 425, 497, 499
Arctiques (iles).	320	— <i>creticus</i>	369
<i>Arctostaphylos alpina</i>	171	— <i>denudatus</i>	372
— <i>Uva Ursi</i>	172	<i>Astrocarya</i>	157, 221, 488
Arcto-tertiaires (formes).	319	<i>Astrocaryum Ayri</i>	459
Areca	157, 456	<i>Atalaya hemiglauca</i>	465
— <i>Catechu</i>	449	<i>Atherosperma</i>	245
Arécinées.	155, 445	Atlantide.	110
<i>Aranga</i>	156	<i>Attalca</i>	150, 484, 488
Arfak (montagnes d')	163	— <i>butyracea</i>	486
<i>Argania Sideroxyylon.</i>	362, 365	— <i>compta</i>	490
<i>Argemone mexicana</i>	476	<i>Atragene alpina</i>	385
<i>Aristea</i>	444	<i>Atraphaxis</i>	370, 378.
<i>Aristida</i>	500	<i>Atriplex nummularia.</i>	125, 465
— <i>arenaria.</i>	465	<i>Attractocarpus.</i>	225
— <i>catyœina.</i>	465	Auckland (iles).	113, 176
— <i>ramosa</i>	465	<i>Autacomnium palustre</i>	286
— <i>vagans</i>	465	Aurantiacées	449
— <i>pungens.</i>	368	Australes (flores)	422
<i>Aristolochia rigida</i>	436	Australie.	<b>460</b>
Arizona	124	Anstralie.	176, 179, 231, 244
— (steppes de P)	415	— climat	461
<i>Armeria juncea.</i>	47	— formations.	462
Arole	383	<i>Avena bromoides</i>	368
Arracane.	448, 453	— <i>filifolia</i>	368
<i>Artemisia androsacea</i>	325	— <i>sativa.</i>	375
— <i>campestris</i>	46	— <i>subspicata</i>	342
— <i>herba alba</i>	367	<i>Avicennia.</i>	234
— <i>splendens</i>	373	Avocatier.	232, 480
— <i>tridentata.</i>	402, 412	<i>Axyris</i>	384
— <i>trifida</i>	413	<i>Azalea</i>	172
<i>Arthraterum brevifolium</i>	442	<i>Azorella</i>	503
<i>Arthrotaxis</i>	163, 165	— <i>glebaria.</i>	506
— <i>cupressoides</i>	470	— <i>Selago</i>	509, 511
Artocarpées	229, 230		
<i>Artocarpus</i>	230	<b>B</b>	
— <i>incisa.</i>	456	<i>Baccharis</i>	157, 221, 477, 488
— <i>integrifolia</i>	456		
Ascension (île)	113, 438		

	Pages		Pages
<i>Baecka.</i>	177	Bixacées	130
Bahia	155	Black-Spruce	406
Baléares	152	<i>Blaeria spicata.</i>	437
Balkans	119	Bois de Campêche.	479
Balsambog	506	<i>Bolax</i>	503
<i>Balsamodendron</i>	436	<i>Bolax glebaria.</i>	506
Bambous.	224, 452	<i>Bolbophyllum</i>	218
<i>Banisteria</i>	490	Bombacées	226, 237, 474, 477, 480, 485
<i>Banksia</i>	420	<i>Bombax</i>	241
— <i>speciosa</i>	179	— <i>Ceiba</i>	240
Baobab	432, 433	Boraginées	142
<i>Baptisia</i>	412	Borassinées.	154, 155
<i>Barbacenia</i>	490	<i>Borassus.</i>	433, 448
Barbe d'or	273	— <i>flabelliformis</i>	432
<i>Barclaya.</i>	291	Borneo.	162, 163, 448, 450
<i>Barnadesia</i>	487	<i>Borcszowia</i>	125
<i>Barringtonia</i>	176, 235	<i>Boswellia.</i>	436
— <i>speciosa.</i>	449, 452	<i>Bolrychium</i>	468
Baringtoniées	176	Bouchihr	359
<i>Bartsia</i>	797, 499	<i>Bougainvillea</i>	490, 492
— <i>abyssinica.</i>	437	— <i>præcox.</i>	492
<i>Batatas</i>	473	Bouleau	167
<i>Batschia</i>	412	Bouleau (Végétation du).	253
<i>Rauera sessiliflora</i>	468	— (Aire du).	248
<i>Bauhinia</i>	230, 463	— (Courbe phénothermique du)	249
— <i>Gilesii</i>	466	Boutan	172
Baumiers.	436	<i>Bouteloua oligostachya.</i>	411
Baw-Baw (M <sup>1</sup> )	468	Box-tree	466
Bégoniacées	130	<i>Brayera anthelmintica.</i>	436
<i>Bejaria</i>	121, 171, 471, 487	Brésil	164, 177, 225, 231
Berbéridées	131	Brigalow	465
<i>Berberis</i>	369	Brisbane (rivière)	156
— <i>aetnensis</i>	369	Broméliacées	219
— <i>amurensis</i>	392	<i>Bromus</i>	499
Bermudes.	113	Broom Sage.	413
<i>Bertholletia</i>	176	<i>Broussonetia papyrifera</i>	392
— <i>excelsa</i>	176, 228	Broussailles	256
Bétel	456	<i>Bruguiera</i>	233, 450
<i>Betula.</i>	167, 208	Bruniacées	443
— <i>alba.</i>	247	<i>Buchloe dactyloides</i>	411
— <i>Bojpattra</i>	452	<i>Bucida.</i>	230
— <i>dahurica</i>	391	<i>Buddleja</i>	487
— <i>Ermanni</i>	387	Buffaloberry.	409
— <i>fructicosa</i>	442	Buffalo grass	411
— <i>papyracea.</i>	400, 405, 410	Buissons	256, 257
— <i>pubescens</i>	341	— (formes de Grisebach)	258
Bétulacées	131, 318	<i>Bulbinella Rossii.</i>	508
<i>Bigelovia graveolens.</i>	413	<i>Bulnesia Retama</i>	500
Biafra.	437	Bunya-Bunya	463
Bignoniacées	130	<i>Bupleurum aureum</i>	385
<i>Biota</i>	165	Bursera	477
<i>Biotia.</i>	393	<i>Bursera gummifera</i>	414, 480
Birmanie.	449, 451		

	Pages		Pages
Burséracées	130	<i>Calyptanthes chytraculiu.</i>	176
<i>Butea frondosa</i>	448	<i>Camellia Thea.</i>	393
<i>Butomus</i>	292	<i>Campanula</i>	362
Button-Grass	469	— <i> barbata</i>	280
<i>Buxus batearica</i>	367	— <i> Erinus.</i>	116
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	274	— <i> Vidalii.</i>	116
Babool	447	Campbell,	113
<i>Baccharis</i>	475, 487, 499	<i>Camphorosma</i>	125
— <i> glutinosa</i>	300	Camphrier de Borneo	454
— <i> Tola.</i>	499	Campine	276
<b>C</b>			
Caatinga (forêts de).	237, 485, 490	Canada	172
<i>Cabrata</i>	233	Canara	448
<i>Cacalia hastata</i>	387	Canaries	169, 113, 363
Cacaoyer	488	<i>Canna.</i>	223
Cachar.	448	Canella d'Ema	490
Cactées	297, 479, 485	<i>Canella flava</i>	414
<i>Cæsatpinia echinata</i>	489	Canellier	450
Cæsalpiniées	230	<i>Canotia</i>	413
<i>Cajanus indicus</i>	431	Cap de Bonne-Espérance.	164, 174, 176, 245
Calamées.	153, 155	Cap Vert (iles du).	438
<i>Catamintha</i>	369	Capim mellado.	470
<i>Catamus</i>	156, 449, 458	Capocs.	485
<i>Calamus australis.</i>	463	<i>Capparis Sodadu</i>	426
— <i> Rotang</i>	452	Caprifoliacées	264
— <i> secundiflorus</i>	434	<i>Caragana</i>	386
<i>Calceolaria</i>	498	<i>Carapa</i>	233
— <i> barlsieifolia</i>	498	<i>Cardamine</i>	509
— <i> tobata</i>	498	Cardainome	450
— <i> tenuis</i>	498	Cardones	500
— <i> ovata</i>	498	<i>Carex</i>	468, 480
— <i> virgata.</i>	498	— <i> ferruginea</i>	279
Calcicoles (plantes)	43	— <i> firma</i>	279
<i>Calectasia cyanea.</i>	185	— <i> humilis</i>	46
Calectasiées	185	— <i> trifida</i>	507
Californie	169, 413	<i>Carcya herbacea</i>	176
Calligonées	378	<i>Carica Papaya.</i>	481
<i>Calligonum</i>	125	<i>Carissa edulis</i>	436
— <i> Caput-Medusæ</i>	378	— <i> ovata</i>	465
— <i> comosum</i>	425	<i>Carludovica patmata.</i>	492
<i>Callitriche</i>	291	<i>Carolinea.</i>	474
<i>Callitris</i>	164, 165, 468	<i>Carpinus.</i>	362, 372
— <i> quadrivatis</i>	162, 366	— <i> Betulus</i>	167
— <i> verrucosa.</i>	466	— <i> caroliniana.</i>	407
<i>Caltuna</i>	171, 174	<i>Carragana frutescens</i>	354
<i>Calluna vulgaris</i>	338	Carraseinos.	251
<i>Catodendron capense.</i>	437, 442	Carrascos.	261, 485, 490
<i>Calotropis</i>	436	Cartes de Géographie botaniqu.	190
— <i> procera</i>	425, 447	Caryophyllées	131
<i>Caltha.</i>	399	<i>Caryophyllus aromaticus</i>	456
<i>Catycotrix.</i>	177	<i>Caryola</i>	156, 466
		— <i> urcns</i>	451
		Caryotées.	153

	Pages		Pages
<i>Cassia</i> .	230,	Chamaelauciées .	131
<i>Cassine Congonha</i> .	490	<i>Chamaerops</i>	315, 367
<i>Cassiope hypnoides</i>	171	<i>Chamaerops humilis</i>	152, 153, 366
— <i>tetragona</i>	171, 324	Champs d'Alang	273
<i>Castanea</i>	167, 169, 362	Chañar	262, 486, 500
— <i>pumila</i>	169	Chaparals	262
— <i>'yesca</i> .	169, 344, 355	Charmyk .	378
<i>Castanopsis</i>	167, 169, 449	Châtaignier	167, 168
— <i>chrysophylla</i> .	169, 402, 407, 413	Chatham (île)	113, 152
<i>Casuarina</i>	468	Chènes.	168, 449, 471, 477
<i>Cassytha</i> .	231	Chêne-liège	366
<i>Castilleja</i> .	412, 499	Chêne de vie de Virginie	401
Casuarinées	131, 453	<i>Chenopodium Quinoa</i>	499
<i>Catalpa Bungei</i> .	392	<i>Chesneya</i> .	380
Catha	436	Chicalt.	408
Catjang	431	Chihuahua .	415
<i>Cattleya</i>	219	<i>Chimaphila</i>	480
<i>Cavanillesia</i> .	238	<i>Chiliotrichum amelloïdes</i>	506
<i>Cedrela</i>	233	Chili	499, 501
— <i>brasiliensis</i>	491	Chine	165, 389, 394
<i>Cedrus</i> .	165	<i>Chiogenes</i>	171
— <i>atlantica</i>	368	Chittagong	448
— <i>Deodara</i> .	162, 369, 452	<i>Chlamydomonas nivalis</i> .	17
— <i>Libani</i>	368	Chlœnacées	421
Célastracées	264	Chlorophycées	291
<i>Celastrus edulis</i>	436	<i>Chrysobactron Rossii</i> .	508, 509
<i>Celtis</i>	319	<i>Chrysanthemum Catananche</i>	369
— <i>australis</i>	452	<i>Chuquiraga erinacea</i> .	501
— <i>occidentalis</i>	409	<i>Chusquea</i> .	225, 487
— <i>sinensis</i>	391	<i>Cinclidium arcticum</i>	283
<i>Centaurea</i>	319, 362	<i>Cinchona</i> .	232
— <i>rhizantha</i> .	373	<i>Cinnamomum</i>	231
<i>Cephalotaxus</i>	161	— <i>ceylanicum</i>	450
<i>Cerastium dahuricum</i> .	341	<i>Cistus</i>	365
<i>Cercis occidentalis</i>	415	— <i>albidus</i>	366
<i>Cercocarpus ledifolius</i>	409	— <i>monspeliensis</i>	367
<i>Cereus giganteus</i> . 124, 402, 415,	490	— <i>salviaefolius</i>	367
— <i>peruvianus</i> .	498	Citrouille.	481
<i>Ceriops</i>	233	<i>Citrullus colocynthis</i> .	125
Céroxylinées.	154	<i>Citrus aurantium</i>	449
<i>Ceroxylon</i>	153, 487	— <i>medica</i>	449
— <i>andicola</i>	487	<i>Claytonia angustifolia</i>	385
— <i>cerifera</i> .	487	<i>Clematis</i>	498
Cistinées	131	<i>Clethra</i>	479
<i>Cetraria</i>	327	— <i>arborea</i> .	364
<i>Chætopteris</i>	518	Climat solaire	13
<i>Chamæcyparis</i>	161, 162, 165	Climat marin (influence du)	247
— <i>Lawsoniana</i>	413	<i>Clusia</i>	232
— <i>Nutkaensis</i>	161, 408	Clusiacées.	130, 229, 232, 449
— <i>sphaeroidea</i>	102	<i>Cneorum tricoccum</i>	367
— <i>thuoides</i>	161	<i>Cochlearia</i>	331
<i>Chamaedorca</i> .	153, 474	Cocoinées.	155
		<i>Cocos</i>	153, 484, 490

	Pages		Pages
<i>Cocos australis</i> .	157, 158,	Courges	481
— <i>coronata</i> .	237,	Courge musquée	481
— <i>Datil</i> .		Couroupita	176
— <i>nucifera</i> .	153, 457, 458,	— <i>guianensis</i>	486
— <i>Yalai</i> .		— <i>nicarraguensis</i>	486
Cocotier	154,	<i>Cousinia</i>	319, 362, 370
<i>Cœlogyne</i> .		Crassulacées	444
<i>Coffea</i> .	232,	<i>Crescentia</i> .	217
<i>Coix</i>		Créosotier	415
<i>Colchicum</i>	362	<i>Crislaria Spinolæ</i>	499
Colima.	475	<i>Crocoxylum excelsum</i>	443
<i>Colletia</i>	500	<i>Crocus</i> .	362
<i>Colligya odorifera</i>	500	<i>Croton batsamifer</i> .	479
<i>Colobanthus subulatus</i>	507	— <i>Eluteria</i>	479
<i>Colocasia</i> .	220	— <i>glandulosus</i>	479
— <i>antiquorum</i>	456	Crucifères	278
Colombie.	173,	<i>Cryptandra</i>	265
Coloquinte	299	<i>Cryptocarya Peumus</i> .	500
Colorado	124,	<i>Cryplomeria</i> .	161, 165
<i>Columnea Schiedeana</i>	475	<i>Cucumis Caffer</i>	441
<i>Colulea</i>	386	— <i>Melo</i>	449
Combrétacées	130,	— <i>sativus</i>	449, 481
<i>Combretum</i>	474	<i>Cucurbita maxima</i>	481
Composées	263, 278	— <i>Pepo</i> .	481
Concombre	481	<i>Cunninghamia</i> .	161, 165, 393
<i>Condaminea</i> .	232	Cunninghamiées	163
<i>Condenbergia</i>	241	<i>Cupania</i>	477
Conifères.	159, 242,	<i>Cupressus</i>	165
	243, 317, 362, 407,	— <i>guadelupensis</i>	416
	409, 416, 442, 448,	— <i>horizontalis</i>	369
		— <i>Lawsoniana</i>	161
<i>Contoselinum univittatum</i>	457	— <i>macrocarpa</i>	413
<i>Conocarpus</i>	233	Cupulifères	131, 167, 317
Conospermées	204	<i>Curatella americana</i> .	274
<i>Convallaria</i>	183	<i>Curcuma</i>	450
<i>Copaifera</i> .	230	<i>Curtisia faginea</i> .	443
<i>Copernicia</i>	155, 484,	<i>Cyathea</i>	225, 468
— <i>cerifera</i>		— <i>dealbata</i>	459
<i>Coprosma felidissima</i>	508	<i>Cyathodes</i>	458
<i>Cordyliné</i> .	187,	Cycadées	442, 468
— <i>australis</i>		Cyclanthées	131
Cornées	264	<i>Cydonia</i>	319
Corse	152	<i>Cymodocea Isoetifolia</i> .	514
Corylinées	167	— <i>manatorum</i>	514
<i>Corylus</i>	167,	<i>Cymopterus</i>	413
— <i>Colurna</i> .		Cypéracées	270
— <i>heterophylla</i>	452	<i>Cyperus</i>	488
<i>Corypha Gebanga</i>	449	— <i>Papyrus</i>	434
— <i>umbraculifera</i> .	448	<i>Cyprès</i> .	162
Coryphinées.	154, 155,	<i>Cypripedium candidum</i>	412
<i>Coloneaster nummularia</i>	355	<i>Cyrtostachys</i> .	449
Cotonnier.	481		
<i>Colula coronopifolia</i>	508		
<i>Couratari</i> .	176		

<b>D</b>		Pages		Pages
<i>Duboezia polifolia</i>	115, 345,	364	<i>Diptycosia</i>	174
<i>Daerydium</i>		164	Diplérocarpées	449
— <i>cupressinum.</i>		459	<i>Dipterocarpus tuberculatus.</i>	451
— <i>Franklinii</i>		470	<i>Diselma</i>	165
<i>Dactylis cæspitosa</i>		506	Diospyrées	130
<i>Dalbergia Sissoo</i>	447,	452	<i>Dodecatheon.</i>	328
<i>Dammara</i>	125, 160, 163, 459,	507	Dog Wood	465
Dampier (Terre de)		467	Domaine méditerranéen (forêts)	244
<i>Daphne</i>		265	Domaine des steppes.	376
— <i>Gnidium</i>		364	<i>Donatia</i>	503
— <i>laureola</i>		364	<i>Dorema Aucheri</i>	373
<i>Darwinia</i>		177	<i>Doryanthes</i>	245
<i>Dasytirion</i>	124, 415.	476	<i>Draba</i>	369, 497
<i>Dasypogon</i>		185	— <i>ochroleuca</i>	385
Dattiers		363	<i>Draba scabra</i>	356
Déga	431,	435	<i>Dracæna</i>	186, 366
Deleb (Palmier)		432	<i>Dracæna Draco.</i>	436
<i>Delphinium</i>		451	— <i>Ombet</i>	437
— <i>caucasicum.</i>		380	<i>Dracocephalum.</i>	354
<i>Dendrobium.</i>		218	— <i>nutans</i>	384
<i>Dendrocalamus strictus</i>	225,	452	— <i>Ruyschianum.</i>	384
<i>Dendrosycios socotrana.</i>		436	<i>Dracontium</i>	220
<i>Deschampsia</i>		499	<i>Dracophyllum</i>	457, 458
— <i>cæspitosa</i>		507	— <i>longifolium.</i>	508
Déserts subtropicaux (flore des)	124	22	Dragonniers.	186
— (vapeur d'eau dans les)		22	Draken (Mont)	441
<i>Desmoncus</i>		157	<i>Drimys</i>	487
Développement géologique. 92,		314	— <i>axillaris</i>	459
<i>Deverra</i>		426	— <i>Winteri</i>	500
Devils Walkings Sticks.		408	<i>Drosera</i>	208
<i>Dianthus</i>		362	<i>Dryandra.</i>	420
— <i>petræus</i>		373	<i>Dryas octopetala</i>	324
<i>Diarthron pesiculosum</i>		371	<i>Dryobalanops Camphora</i>	449
<i>Diapensia lapponica</i>		324	Dschaengael.	372
<i>Dicksonia</i>	225,	245	Duragnello	492
<i>Dicksonia antarctica.</i>		469	Durango	415
<i>Dicksonia arborescens</i>		439	<i>Dysoxylum spectabile</i>	233
— <i>Billardieri.</i>		468		
<i>Dicranum.</i>		287	<b>E</b>	
<i>Dicyclophora persica.</i>		371	Eau (Influence de l'eau sur la	
<i>Didymophysa</i>		373	végétation).	24
<i>Digitalis purpurea.</i>		267	Ebénacées	449
<i>Dilléniacées.</i>		445	<i>Echeveria</i>	475, 498
<i>Dimorphanthus mandshuricus.</i>		392	<i>Echinocactus</i>	124, 415
Dioscorées		13	<i>Echinolena scabra</i>	490
<i>Dioscorea.</i>		456	<i>Ehretia saligna.</i>	465
— <i>alata</i>		456	<i>Elæococca verrucosa</i>	393, 423
— <i>sativa</i>		456	<i>Elæodendron orientale</i>	445
— <i>triloba</i>		493	— <i>capense.</i>	443
<i>Diospyros.</i>	244,	320	<i>Elæis guineensis</i>	153, 434, 492
<i>Diplothemium</i>		484	Eléagnées.	131
			<i>Elymus arenarius.</i>	328

	Pages		Pages
<i>Elymus mollis</i>	328	<i>Eucalyptus</i>	245, 463
<i>Elytropappus Rhinocerotis</i>	263, 443	— <i>alpina</i> .	468
<i>Embothrium coccineum</i>	503	— <i>amygdalina</i>	468, 469
— <i>ferrugineum</i>	180	— <i>dumosa</i>	466
<i>Empetrum rubrum</i>	506	— <i>gracilis</i>	466
<i>Encephalarlos Fraseri</i>	468	— <i>Gunnii</i> .	467
— <i>horrida</i>	244	— <i>hemiphloia</i>	466
Endémiques (formes).	106	— <i>obliqua</i>	469
<i>Enkyanthus</i>	174	— <i>oleosa</i>	406
Epacridées	131, 264, 457	— <i>paniculata</i>	468
Ephedra	262	— <i>pauciflora</i> .	468
<i>Epidendrum</i>	218	— <i>rostrata</i>	468
<i>Epigæa</i> .	171	— <i>viminalis</i>	468
<i>Epilobium</i>	509	<i>Eucryphia cordifolia</i> .	500
— <i>angustifolium</i>	385	<i>Eugenia</i>	176, 177, 480
— <i>pedunculare</i>	457	<i>Eupatorium</i>	475
Epiphytes	216	<i>Euphorbia balsamifera</i>	364
<i>Epipogium</i>	252	— <i>canariensis</i>	364
<i>Eremospatha</i> .	434	— <i>caracassana</i>	239
<i>Eremosporion</i>	380, 434	— <i>origanoides</i>	438
<i>Eremophila Mitcheli</i> .	465	— <i>grandidens</i>	442
<i>Eremurus</i>	379	— <i>tetragona</i>	442
<i>Erica</i>	174	— <i>Tuckeyana</i>	438
— <i>arborea</i>	174, 122, 363, 364, 365, 435	Euphorbiacées.	229, 231, 237, 262
<i>Erica azorica</i>	115, 364	Euphrate	152
— <i>cinerea</i>	174	<i>Eurotia lanata</i>	402, 412
— <i>tetralix</i>	174, 344	Europe	331, 375
Ericacées.	115, 171, 327, 338, 401, 449, 468, 480	<i>Eurya chinensis</i>	393
<i>Ericcephalus</i>	442	— <i>japonica</i> .	393
<i>Ericinella</i> .	437	<i>Euterpe</i>	480
<i>Erinacea hispanica</i>	369	Everlasting Sage-brush	412
<i>Erinus alpinus</i>	367	<i>Evolvulus alsinoides</i>	465
<i>Eriocaulon</i>	480	<i>Exocarpus</i>	468
<i>Eriodendron</i> .	226	Explorations botaniques.	309
— <i>anfractuosum</i> .	480		
<i>Eriogonum</i>	413	<b>F</b>	
<i>Eriophorum vaginatum</i>	326	Fagacées	167
<i>Eritrichum villosum</i>	326	<i>Fagus</i> .	157, 362
<i>Eriocoma cuspidata</i>	411	— <i>antarctica</i> .	503
<i>Erigonum</i> .	409	— <i>betuloides</i>	502, 503
<i>Erya</i>	451, 454	— <i>Cunninghami</i> .	469, 470
<i>Eryngium campestre</i>	46, 366	— <i>Dombeyi</i>	502
<i>Erysimum</i>	362	— <i>ferruginea</i> .	406
<i>Erythrina</i>	241	— <i>Gunnii</i>	470
<i>Erythroxylon</i>	490	— <i>obliqua</i> .	502
<i>Escallonia</i>	487	— <i>silvatica</i>	337
<i>Espeletia corymbosa</i>	487	— <i>Solandri</i>	507, 508
— <i>grandiflora</i>	487	Falklands (iles)	113
Espinales.	262	<i>Fatsia</i> .	408
EtI	426	— <i>horrida</i> .	400
		Faunes (comparaisons des flores et des)	100

	Pages		Pages
Fernando de Noronha	113	Formes du Banyan	226
<i>Ferula</i> .	366, 380	— de Bombacée	256
— <i>erubescens</i> .	373	— du Laurier	226
<i>Festuca</i>	499	— physionomiques	201
— <i>granatensis</i>	368	— du Sycomore	237
— <i>ovina</i>	367	— de végétation	51
Fever bush	401	Formose	449
<i>Ficus</i>	453	<i>Forsythia</i>	264
— <i>carica</i> .	316, 373, 447	<i>Forstera</i> .	503
— <i>clasica</i>	449	Fortescue (rivière).	152, 467
— <i>religiosa</i> .	449	Fougères	225, 243, 244, 445, 449, 458,
— <i>Sycomorus</i>	237		459
— <i>Wightiana</i>	394	<i>Fouquieria</i>	415
Fidji	156, 174, 457	— <i>splendens</i>	124
Figuier	373	<i>Fourcroya</i>	476
<i>Fimbristylis</i> .	270	<i>Fragaria virginica</i>	399
Finlande (forêts de)	341	Frailejon	487
<i>Finschia</i>	181	<i>Franklandia</i>	180
<i>Filzroya</i> .	163, 165, 245	<i>Fraxinus excelsior</i>	369
— <i>Archeri</i>	470	— <i>pislaciæfolia</i> .	416
— <i>patagonica</i> .	164, 470	— <i>pubescens</i>	409
Fjelds (régions des)	330, 340	— <i>viridis</i>	409
Fjords (régions des)	322	<i>Freycinetia</i>	221, 458
Fleurs (sur le vieux bois)	228	<i>Fritillaria</i>	362
<i>Flindersia</i>	233	— <i>Melcagris</i> .	354
Flores (limites des)	129	Froids extrêmes	19
Flore miocène	314	<i>Fuchsia</i>	480
Flore nivale.	348		
Floride	176, 414, 478	<b>G</b>	
Floridées.	513	<i>Gabon</i> .	225
<i>Flotovia</i>	502	Galanga	450
Forêts.	212, 450, 451	Galapagos	131
Forêts (division des).	243	Galatzo	153
— à feuilles caduques	367	<i>Galium australe</i>	457
— (influence des).	66	<i>Garcinia</i>	232, 449
— de l'Europe moyenne	346	<i>Gardenia</i> .	232
— des régions froides	246	<i>Garrya arenicola</i> .	325
— sèches: phénomènes pé- riodiques.	236, 240	— <i>Fadyenii</i>	480
— subtropicales	241	Gascoine (riv.).	467
— tropicales humides	214	<i>Gaultheria</i>	172, 173, 174, 175
— tropicales sèches. Prin- cipales essences	237	Gaultheriées.	174
Formations à aspect de parcs	276	<i>Gay-Lussacia</i>	173
— glaciales	294	Genévrier des Bermudes.	163
— de graminées	267, 268	<i>Genliana</i>	497, 499
— d'herbes vivaces	277	— <i>aspathoides</i>	369
— de mousses et de lichens	281	— <i>gelida</i>	373
— végétales (caractères des)	205	— <i>horrida</i>	369
— végétales	198	— <i>ramosissima</i>	368
ormes biologiques	201	— <i>septemfida</i>	373
		<i>Geonoma</i> .	156, 477, 488, 489
		— <i>macroclona</i>	489
		— <i>Pohlana</i>	489

	Pages		Pages
Géraniacées	278,	Guttifères	449
<i>Geranium</i>	509	<i>Gymnocladus</i> .	241, 401
— <i>pseudosibiricum</i> .	384	<i>Gymnoschaenus sphaerocephalus</i>	469
Gesneriacées.	130,	<i>Gypsophila ucerosa</i>	371
<i>Geum montanum</i>	280	— <i>altissima</i> .	353
Gibarra	436		
<i>Gilliesia</i>	186	<b>H</b>	
Gingembre	450		
<i>Ginkgo</i>	161,	<i>Haastia</i>	508
	393	<i>Habenaria</i>	218
Giroflie	456	Hadramaout.	431
<i>Gladiolus Radeanus</i>	373	Hamadryades	489
Glaga	271	<i>Hamatoxylon</i> ..	230
<i>Gleditschia</i>	244, 320,	— <i>campechianum</i>	479
— <i>chinensis</i> .	392	Hainan	450
Glen of Palmes.	153	<i>Hakea</i> .	420
<i>Globularia</i>	279	<i>Halenia</i>	499
<i>Glycyrrhiza</i>	349,	Halfa	273
	380	<i>Halimodendron argenteum</i>	371
<i>Glyptostrobos</i>	165	<i>Halophila</i>	514
<i>Gnaphalium bellidioides</i>	508	Halophytes	43, 300
<i>Gnidia</i> .	265	<i>Halosphæra viridis</i>	16
Goodeniacées	131	<i>Haloxylon ammodendron</i> .	
<i>Gordonia</i> .	402,		124, 299,
<i>Gossypium</i>	481	<i>Hancornia speciosa</i>	460
— <i>arboresum</i> .	481	Hawai.	456, 457
— <i>barbadense</i>	481	<i>Hedysarum</i>	125, 370
— <i>herbaceum</i>	372,	— <i>obscuram</i>	373
— <i>hirsutum</i>	481	<i>Hedyotis ascensionis</i> .	438
— <i>religiosum</i>	481	Hékistothermes	96
Goyaz	155	<i>Heldreichia rotundifolia</i>	373
Gourliæa.	486	<i>Helianthus tuberosus</i>	403
— <i>decorticans</i> .	263,	<i>Helichrysum</i>	442, 475
	500	— <i>chrysocoma</i>	437
<i>Grahamia bracteata</i> .	300	<i>Helicia</i>	179,
Graminées	269,		468
<i>Grummatophyllum</i> .	467	<i>Heliotropium pesruvianum</i>	498
<i>Grayia polygaloides</i>	218	<i>Hemerocallis fulva</i>	386
Greasewood.	412	Hémodoracées	131
Grèce	402	Herbages.	280
Grenadier.	152	Herbe au Pore épïc	465
<i>Grevillea</i> .	373	<i>Herminiera claphroxylum</i> .	434
	420,	<i>Hesperomannia</i>	114
	468	Hêtre	168
<i>Grewia oppositifolia</i>	452	<i>Hecca</i>	231
Grinnel (terre de)	329	— <i>brasiliensis</i>	483
Groenland	113, 167,	<i>Hibiscus tiliaceus</i> .	453, 458
	325	<i>Hieracium</i>	480
<i>Guadua</i>	487	— <i>saxatile</i>	367
<i>Guadulla</i>	225	<i>Hierochloa</i>	503, 509
<i>Guajacum officinale</i> ..	480	— <i>redolens</i>	507
<i>Guarea</i>	233	Himalaya	172,
<i>Guevina Avellana</i> .	121		448
Guis	238	Hindou-Kouch	152
<i>Gunneru</i>	503	Hippophaë	381
— <i>monoica</i> .	507		
Gurgun	451		
<i>Gustavia</i> .	176		
<i>Guthriea</i> .	120		

	Pages		Pages
<i>Hyssopus</i> .	369	<i>Jatropha Curcas</i>	239, 241
<i>Holodiscus discolor</i>	475	— <i>gossypifolia</i>	239
Honduras.	163	— <i>Manihot.</i>	231, 493
Hooge-Veld	441	Java	453
<i>Hordcum distichum</i>	374	Johnsoniées	184
Humiriacées.	488	Joncacées.	<b>270</b>
<i>Hydrocharis</i> .	292	Juan Fernandès	113
Hydrocharitines	514	<i>Jubwa spectabilis</i> .	158
Hylæa	488	Juglandées	131
<i>Hymenæa</i> .	230	<i>Juglans</i>	319, 244
<i>Hymenane complexiuculis</i> .	488	— <i>australis</i>	491
<i>Hyophorbe</i>	156, 445	— <i>jamaicensis</i>	480
<i>Hyospathe</i>	157	— <i>mandshurica</i>	391
<i>Hypericum</i>	362, 437	— <i>nana</i>	415
<i>Hypericum balearicum</i>	367	— <i>nigra</i>	406
<i>Hyphæne</i>	433	— <i>regia</i> 355, 369	372, 452
<i>Hyphæne Argoun</i> .	424	— <i>rupestris</i>	416
— <i>crinita</i>	433	<i>Juncus</i> .	509
— <i>guineensis</i>	433	— <i>Novæ-Zelandiæ</i> .	307
— <i>ventricosa</i>	433	— <i>scheuchzerioides</i> .	507
<i>Hyphæne Thebaica</i>	433	<i>Juniperus bermudiana</i>	479
<i>Hypolytrum pungens</i> .	488	— <i>brevifolia</i>	364
<b>I</b>		— <i>Cedrus</i>	364
Ibarra	153	— <i>dahurica</i>	388
Ignames	456	— <i>excelsa</i> .	370
Iles du Pacifique; climat	455	— <i>fœtidissima</i>	369
— (flore des).	168	— <i>nana</i>	160, 369
<i>Ilex paraguayensis</i>	499, 491	— <i>occidentalis</i>	409
Illiciées	264	— <i>Oxycedrus</i>	366, 367
<i>Imbricaria petiolaris</i> .	445	— <i>pachyphlæa</i>	416
<i>Imperata arundinacea</i>	449	— <i>phanicea</i>	366
— <i>cylindrica</i> .	273, 449	— <i>procera</i> 122, 162,	435
— <i>Kœnigii</i> .	454	— <i>pseudosubina</i> .	379
Indes	177, 331, 445,	<i>Jurinea mollis</i> .	209
<i>Indigofera argentea</i>	436	<b>K</b>	
<i>Ingu</i>	477	Kachmir	451
Insectes	49, 209	Kadiak (île)	405
<i>Iriarteia</i>	477, 486	Kalahari:.	440, 441
Iriartées	156	<i>Kalmia</i>	171, 172, 327
Iridées.	444	Kamtschatka.	119, 172, 277
<i>Iris furcata</i> .	353	<i>Kandelia</i> .	233, 450
Islande	113, 174,	Karoo.	440, 442
Isolément géographique (influence de l')	98	<i>Kenlia</i> .	457
<i>Iresia</i>	413	— <i>sapida</i>	157, 507
<b>J</b>		Kerguelen	113, 510
<i>Jacaranda</i>	489	Khat	436
Jamaïque.	163, 479	<i>Kigelia</i>	453
Japon	165, 172, 167	Kilimandjaro	120
		<i>Kingia</i> .	185
		<i>Kitchingia</i>	444
		<i>Knightia excelsa</i>	245, 459

	Pages		Pages
<i>Kobresia tibetica</i>	381	<i>Libocedrus</i>	163, 165, 245, 413
Kordofan (steppes du)	431	— <i>chinensis</i>	500
Kourdistan	152	— <i>Bidwillii</i>	459
Koussou	436	— <i>decurrens</i>	161
Koutn	481	— <i>Doniana</i> .	459, 507, 508
Krakatoa	117	— <i>macrolepis</i>	161
<i>Kyllingia</i> .	488	— <i>tetragona</i> .	503
		Liehens	285, 326
<b>L</b>		<i>Licuala</i>	466
Lacs américains (région des)	406	<i>Ligusticum aromaticum</i> .	507
<i>Lactoris Fernandeziana</i>	114	Liliacées	<b>183</b>
<i>Lamium</i>	369	<i>Lilium canadense</i> .	412
<i>Landolphia</i>	444	— <i>flavum</i>	353
<i>Languncularia racemosa</i>	233	— <i>Martagon</i>	386
<i>Lantana odorata</i> .	479	Limite nord des arbres verts	242
<i>Lapageria</i>	186	<i>Lindera</i>	244, 393
<i>Laportea moroides</i>	463	<i>Linnaea</i>	341, 401
<i>Larix</i>	165	— <i>borealis</i>	384
<i>Larix dahurica</i> .	383, 386, 391	Linsser (loi de).	35
— <i>Griffithii</i> .	162	<i>Linum suffruticosum</i>	367
— <i>occidentalis</i>	161, 409	— <i>spicatum</i>	371
— <i>sibirica</i>	341, 383	<i>Liquidambar</i>	244, 319
<i>Larrea mexicana</i> .	124, 263, 402, 415	— <i>Altingiana</i>	449
<i>Lasiagrostis splendens</i>	379	<i>Liriodendron tulipifera</i> .	414
<i>Latunia</i>	445	<i>Lithothamnion</i>	518
Lauracées.	229, 236, 243, 474, 479	<i>Livistona</i> .	155
Laurel.	491	— <i>australis</i>	466
<i>Laurus</i>	110, 354	— <i>Marie</i> .	153, 464
— <i>canariensis</i>	364	<i>Lloydia</i>	183
— <i>nobilis</i>	316, 363	Loango (herbes de)	434
<i>Lavandula</i>	366, 369	<i>Lodoicea Seychellarum</i>	114, 149, 227
<i>Lecythis</i>	176	Loganiacées	130
— <i>ollaria</i>	228, 489	<i>Loiseleuria procumbens</i> .	171, 348
<i>Ledum</i> .	172	<i>Lomandra</i>	185
— <i>palustre</i>	171, 384	<i>Lomatia</i>	420
Légumineuses	229, 230, 263	<i>Lomatophyllum</i>	187
<i>Leiospermum racemosum</i>	459	<i>Lonicera persica</i>	373
<i>Lennea</i> .	131	<i>Loranthus</i>	238
<i>Leontopodium</i>	380	Lumière.	14
<i>Leopoldinia</i>	488	<i>Lupinus</i>	498
Lepidocaryinées	154	— <i>paniculatus</i> .	498
<i>Lepidophyllum</i>	500	<i>Luzula</i>	509
<i>Leptochloa virgata</i>	488	Luzuriagées	186, 243, 245, 497
— <i>subdigitata</i>	465	<i>Lyallia</i>	510
<i>Leptospermum</i>	466	— <i>Kerguelensis</i>	511
<i>Leucadendron</i>	179, 245, 457	<i>Lychnis chalconica</i>	253
<i>Leucothoe</i>	401, 437	<i>Lycium</i> .	370, 426
<i>Liabum</i>	499	— <i>chinense</i>	392
Lianes.	53, 214, 250	— <i>turcomanicum</i>	368
<i>Libanotis montana</i> .	354	<i>Lyonia</i>	174, 480
		— <i>calyculata</i> .	331, 400

<b>M</b>		Pages	Pages	
	Pages			
Mac Donnell (monts).	153,	467	Mélèze de Sibérie	383
<i>Machेरium firmum</i>		489	Méliacées.	130, 233, 452, 463
— <i>Tipa</i>		491	<i>Melica</i> .	500
<i>Maclura aurantiaca</i> .		414	Melon	481
— <i>tinctoria</i> .		241	<i>Mentha</i>	369
Maequarie		113	Mer Glaciale.	322
<i>Macrochloa tenacissima</i>		273	<i>Mesembryanthemum</i>	443
Madagascar	164, 232, 238,	444	<i>Metrosideros</i>	176, 178, 245, 459
<i>Madia</i> (sierra)		415	— <i>lucida</i>	508
Madère	113,	363	<i>Metroxylon</i>	150, 156, 456
<i>Magnolia</i> .	402,	449	Mexique	119, 167, 262, 415, 470, 476, 479
— <i>acuminata</i>		414	Mezquite	262, 402, 411
Magnoliacées.		449	<i>Michelia</i>	448, 449
<i>Mais</i>		472	<i>Microptelea chinensis</i>	392
Malabar		448	Microthermes	96
Malaisie	168, 231,	449	Mimosées.	230
Male Bamboo		225	Missouri (prairies du)	410
Mallec-Scrub		465	Mixed forest.	236
Malouines		176	Moluques.	163, 169, 457
Malpighiacées		130	Mongolie	125, 167
Manael (Palmier)		480	<i>Monimia rotundifolia</i>	445
<i>Manicaria saccifera</i> ..		156	<i>Monotropa</i>	252
<i>Manihot utilisima</i>		493	Montagnes (flore des)	118
Manioc		493	Montagnes-Rochcuses	172, 409
Maquis	250, 364, 367,	392	— (steppes et déserts salés des).	412
Marais à mousses		287	Morées.	130, 229, 236
<i>Maranta arundinacea</i>		481	<i>Moriera</i>	373
<i>Marcgravia</i>		131	Morton (baie de)	156
Mareb.		430	<i>Morus alba</i>	374
<i>Margyricarpus</i> .		500	— <i>parvifolia</i> .	415
Marigold.		465	Mousses : multiplication des	283
Marion (île)		113	<i>Mühlenbeckia</i>	126
Martaban.		167	<i>Mulga</i> .	467
Mascareignes	444,	445	Murchison (riv.)	467
<i>Masdevallia</i> .		218	<i>Musa sapientum</i>	450
Maté		491	Musacées.	130
<i>Matthiola nudicaulis</i> .		312	Muscadier	456
Matto Geral		488	Myoporés.	131, 465
Maurice (île).	113,	164	<i>Myosotis</i>	509
<i>Mauricia armata</i>		189	— <i>sylvatica</i> .	373
— <i>vinifera</i> .		489	<i>Myrica</i> .	177, 437, 451, 454
<i>Mauritia</i>	154,	483	— <i>Gale</i> .	344
<i>Maxillaria</i>		218	— <i>Faya</i>	364
<i>Maximiliana</i>	157,	488	<i>Myricaria germanica</i>	379
<i>Maximowiczia sinensis</i>		392	<i>Myriophyllum</i>	292
Mégathermes		96	<i>Myristica</i> .	456
Mégistothermes.		96	Myristicacées	130
<i>Melaleuca</i>	177, 457,	466	Myrsinées	234
Mélanésienne (flore)		421	Myrtacées	175, 229, 234, 243
<i>Melanthium virginicum</i> .		412	Myrtinées.	176
Mélastomacées	130,	229	<i>Myrtus</i>	449, 459



	Pages		Pages
<i>Oxyria reniformis.</i>	342	<i>Pennisetum</i>	427
Oyamel	475	<i>Pentanema divaricatum</i>	371
<b>P</b>			
Paléo-océanique (éléments)	423	<i>Pentstemon</i>	412
Palétnviers 234, 235, 450,	458	<i>Pentzia</i>	442
<i>Palicourea speciosa</i>	490	Période végétative (durée de la)	26
PALMIERS. 149, 433, 449,	484	<i>Pernettya.</i> 173, 174.	513
— centres de dévelop-		— <i>empetrifolia</i>	506
— pement des.	154	<i>Perotis rara</i>	465
Palmier Carnahuba.	489	<i>Persea.</i> 110, 232,	502
Palmier Deleb	433	— <i>azorica.</i>	364
— nain 152,	366	— <i>carolinensis</i>	461
<i>Panax Pinseug.</i>	391	— <i>gratissima.</i>	364
— <i>quinquefolia</i>	393	— <i>indica</i>	364
— <i>simplex.</i>	508	<i>Persoonia</i>	420
Pandanées 130, 220		Pesse 165,	383
<i>Pandanus</i> 455, 458,	463	<i>Petersia afriicana.</i>	178
— <i>candéalbrum.</i>	404	<i>Petrophila</i>	180
— <i>obeliseus</i>	444	<i>Peucedanum alsaticum.</i>	354
— <i>odoratissimus</i>	458	<i>Peumus</i> 245,	502
<i>Panicum</i> 427,	483	<i>Phaseolus</i>	403
<i>Panopsis.</i>	181	— <i>lunatus.</i>	499
<i>Papaer nudicaule</i>	385	— <i>vulgaris</i>	499
<i>Papaya</i>	101	<b>Phénologie</b> 28,	324
Papayer	481	Phénologiques (cartes).	37
Papilionacées	230	<i>Philesia baziifolia.</i>	503
<i>Pappophorum</i>	500	<i>Phillippia</i>	445
<i>Papyrus</i>	434	Philippines. 162, 163, 421, 457,	449
<i>Paris</i>	187	<i>Phillyrea.</i>	264
<i>Parkia</i>	451	— <i>angustifolia</i>	367
<i>Parnassia</i>	451	<i>Phippsia algida</i>	324
Parques	491	<i>Phlomis tuberosa</i> 353,	384
<i>Pasania</i> 167,	168	<i>Phlox arislala.</i>	412
<i>Paspalum</i>	490	<i>Phœbe.</i>	110
— <i>conjugatum</i>	488	— <i>montana.</i>	479
— <i>vaginatum.</i>	488	— <i>barbasana</i>	364
— <i>cirgatum</i>	488	<i>Phoenix</i> 154,	448
Passiflorées	120	— <i>acaulis</i>	452
Patagonie. 165,	501	— <i>canariensis</i> 3 11,	364
<i>Paullinia.</i>	490	— <i>dactylifera.</i>	153, 424
<i>Paulownia imperialis</i>	392	— <i>Juba</i> 361,	364
<i>Pavia</i>	401	— <i>reclinata</i> 158, 439,	442
Pays des Gallas.	433	— <i>silvestris</i>	452
Pays des Somalis	433	— <i>trichocarpa</i>	412
<i>Pedicularis</i>	451	<i>Pholidocarpus</i>	155
— <i>proboscidea</i>	335	<i>Phragmites</i>	291
— <i>sceptrum.</i>	334	<i>Phucagrostis</i>	516
— <i>sudetica</i>	324	<i>Phyllica</i>	442
Pégou 448,	450	— <i>arborea.</i> 439,	510
<i>Petargonium</i>	443	— <i>mauriliana</i>	445
Pendjab	447	<i>Phyllanthus utilis</i>	231
		<i>Phyllocladus asplenifolia</i>	470
		— <i>trichomanoides.</i>	459
		<i>Phyllodoce</i>	172

	Pages		Pages
<i>Phyllodoce taxifolia.</i>	171	<i>Pinus monticola</i>	408
<i>Phyllospadix</i>	514	— <i>Montezumae</i>	162, 416, 475
Physiologiques (groupes)	95	— <i>Murrayana</i>	410
<i>Phyttelephas.</i>	157, 485	— <i>nigra</i>	349
<i>Picea</i>	161, 165	— <i>occidentalis</i>	163, 477, 480
— <i>ajanensis.</i>	383, 386	— <i>Peuce</i>	349, 452
— <i>alba</i>	400, 406	— <i>Pinea</i>	162
— <i>Engelmanni.</i>	409	— <i>ponderosa</i>	408
— <i>excelsa</i>	343	— <i>silvestris</i>	337
— <i>Morinda</i>	452	— <i>Strobus</i>	161, 400
— <i>nigra</i>	405, 406	— <i>Teocote</i>	476
— <i>obovata</i>	383, 386	<i>Pinguicula</i>	503
— <i>omorica</i>	349	<b>Pinseng</b>	391
— <i>orientalis.</i>	161, 355	<i>Piper Betel</i>	456
— <i>pungens</i>	409	— <i>officinarum</i>	456
— <i>rubra</i>	406	Pipéracées	131
— <i>Schrenkiana</i>	161, 379	<i>Piptadenia Cebil</i>	491
— <i>Sitchensis.</i>	161, 387, 405, 408, 413	<i>Pistacia</i>	363
<i>Pieris</i>	174	— <i>atlantica</i>	368, 425
<i>Pigafetta.</i>	156	— <i>Lentiscus.</i>	367
<i>Pilagrostis</i>	380	— <i>nutica</i>	370
<i>Pimelea hematostachya.</i>	465	<i>Pistia</i>	292
<i>Pinanga</i>	157	<b>Pitt (île de)</b>	152
<b>Pin d'Alep</b>	366	<i>Pittosporum.</i>	437
<b>Pin de Weymouth</b>	161	— <i>abyssinicum</i>	436
<b>Pine Barrens</b>	401	<i>Plantae gregarie</i>	206
<b>Pino</b>	491	<i>Plantago</i>	500
<i>Pinus</i>	165	— <i>nivalis</i>	369
— <i>albicaulis.</i>	408	Plantes cultivées .	338, 373, 374, 375, 403, 431, 449, 450, 456, 472, 473, 480, 492, 502
— <i>ussuriensis</i>	392	— grasses	53
— <i>australis</i>	401	— lignenses	52
— <i>Ajacahuite</i>	162	— naturalisées	82
— <i>Balfouriana.</i>	409	— sociales.	205
— <i>Banksiana</i>	406	<i>Platanus.</i>	319
— <i>Cembra</i>	341, 347, 583, 386	— <i>occidentalis</i>	312, 407
— <i>canariensis</i>	162, 364	— <i>orientalis</i>	244, 372
— <i>chihuahuana</i>	416	— <i>Whigtii</i>	416
— <i>contorta</i>	408	<i>Plectocomia.</i>	449
— <i>densiflora</i>	395	<i>Pleurophyllum Celmisia.</i>	508
— <i>excelsa</i>	162, 452	— <i>criniferum</i>	509
— <i>flexilis</i>	409	<i>Pleurospermum uralense</i>	384, 385
— <i>Halepensis</i>	366, 367	<i>Pleurothallis</i>	218
— <i>insularis</i>	162, 449	<b>Plombaginées .</b>	131
— <i>Khasya</i>	450	Pluies (influence des).	65
— <i>Lambertiana</i>	408	— (répartition des)	69
— <i>Laricio</i>	369	<i>Poa.</i>	499
— <i>leiophylla</i>	475	— <i>alpina</i>	342
— <i>leucodermis</i>	349	— <i>flabellata</i>	503, 506
— <i>longifolia.</i>	448, 452	— <i>foliosa</i>	508
— <i>mandshurica</i>	391	— <i>Novarae</i>	510
— <i>Merkussii.</i>	449, 450		
— <i>montana</i>	259, 347		

	Pages		Pages
<i>Podocarpus</i>	122, 161, 163, 164, 165, 442, 449, 480, 487,		507
— <i>angustifolia</i>			491
— <i>elongatd.</i>			436
— <i>Hallii.</i>			459
— <i>spicata</i>			459
— <i>Nageia</i>			394
— <i>Thunbergii.</i>			442
<i>Pavonia intermedia</i>			385
<i>Poirier</i>			456
<i>Polemonium humile</i>			326
— <i>pulchellum.</i>	330,		342
<b>Polémoniacées</b>			131
<i>Pollinia Gryllus</i>	273,		352
<i>Polygonum radicosum</i>			373
<i>Polylepis.</i>			487
— <i>racemosa</i>			491
<i>Polymeria calycina</i>			465
<i>Polypodium</i>			217
<i>Polytrichum septentrionale</i>			286
<b>Pomme de terre:</b>			502
<i>Pomaderris elliptica.</i>			469
<b>Pomperango.</b>			225
<i>Populus alba</i>			386
— <i>balsamifera.</i>			405
— <i>euphratica</i>	425,		447
— <i>Fremontii</i>			416
— <i>monilifera</i>			412
— <i>nigra</i>			386
— <i>suaveolens</i>			386
— <i>tremuloides</i>	405,		409
<i>Portulacaria afra.</i>	125,		442
<i>Posidonia</i>			514
— <i>oceanica</i>			516
<b>Potamécés</b>			514
<i>Potamogeton.</i>			291
<i>Potania</i>			125
<i>Potentilla aurca</i>			280
— <i>nevudensis.</i>			369
<i>Pothos.</i>			220
<b>Potiron</b>			481
<b>Prairies</b>			279
<i>Primula</i>			451
<b>Primulacées.</b>	131,		328
<i>Pringlea antiscorbutica.</i>			510
<i>Prionium.</i>			271
<i>Pritchardia</i>	158, 402,		458
<i>Prjccalskia tangutica</i>			381
<i>Prosopis</i>	124,		402
— <i>glandulosa</i>			262
— <i>juliflora</i>			415
— <i>limensis</i>			498
— <i>pubescens.</i>			262
<i>Prosopis siliquastrum</i>			499
<i>Protea abyssinica.</i>			122
— <i>mcclifera</i>			179
<b>Protéacées.</b>			<b>178</b>
—	243, 265, 420, 468,		488
<i>Prunus avium</i>			33
— <i>cerasus</i>			399
— <i>chamæcerasus</i>			354
— <i>laurocerasus</i>			355
— <i>Padus.</i>			344
— <i>reticularis</i>			415
<i>Pseudolarix.</i>	161,		165
<i>Pseudolarix Kämpferi</i>			246
<i>Pseudotsuga Douglasi</i>	161,		400,
			402
<i>Psidium.</i>			176
<i>Psychotria</i>			232
<i>Pterocarpus santalinus.</i>			448
<i>Pterocarya</i>			244
— <i>caucasica.</i>	355,		372
<i>Ptychosperma</i>			157
<i>Pugionium</i>			125
<i>Pulsatilla albana.</i>			380
— <i>patens</i>			386
<i>Pultanea rosea.</i>			468
<i>Punica granatum.</i>			373
<i>Puya</i>	219		500
— <i>coarctata</i>			500
<b>Pyrénées</b>			119
<b>Pyrolacées</b>			131
<i>Pyrus</i>	263,		319

## Q

<b>Quebracho colorado</b>			491
<b>Queensland</b>	163, 231, 462, 463, 464,		468
<b>Quereitron</b>			414
<b>Queiro</b>			115
<b>Quenoa</b>			491
<b>Quercus</b>			<b>167,</b>
— <i>Ægilops</i>			365
— <i>affinis.</i>			474
— <i>alba</i>			169
— <i>Alamo</i>			475
— <i>almaguerensis</i>			476
— <i>Ballota</i>	365,		366
— <i>castanæfolia</i>			365
— <i>Cerris</i>			349
— <i>chrysolepis</i>			402
— <i>chrysophylla</i>			475
— <i>cinerea</i>			414
— <i>crassifolia</i>			416



	Pages		Pages
Rodriguez (île)	113	Sapotacées	130
<i>Rosa</i>	369	Saprophytes.	227
— <i>blanda</i>	410	<i>Sarcabatus</i>	412
— <i>moschata</i>	452	— <i>vermiculatus</i>	403
Rosacées	131, 263	<i>Sarcocaulon Patersoni</i>	412
Rosages	172	<i>Sarracenia</i>	131
Rose des Audes	121	<i>Sassafras</i>	241
<i>Roupala</i>	179, 420, 488	Sauge	475
Rubiacées	232	<i>Saussurea</i>	381, 475
<i>Rubus chamaemorus</i>	341, 406	<i>Saussurea subsinuata</i>	324
<i>Rumex domesticus</i>	327	Savanes	274
Rutacées	442	Saxaoul	299, 278
<b>S</b>		<i>Suxegothava</i> .	164
<i>Sabal</i>	151, 402	<i>Saxifraga</i>	497
— <i>americana</i>	474	— <i>caespitosa</i> .	413
— <i>Palmetto</i>	402, 414, 479	— <i>cernua</i> .	344
— <i>umbraculifera</i> .	384	— <i>Cordillerarum</i>	499
<i>Saccharum officinarum</i> .	154	— <i>nivalis</i> .	413
— <i>spontaneum</i>	274	— <i>granulata</i>	369
<i>Sacrhadd</i> .	372	— <i>herculus</i>	208
Sage-brush	402	— <i>laevis</i>	356
<i>Sagittaria</i>	292	— <i>oppositifolia</i> .	324, 413
Sagoutiers	156, 456	<i>Scalcsia</i>	108
Sahara.	125, 424, 426	Scandinavie	341
Saint-Domingue	163	<i>Schiedca</i>	114
Sainte-Hélène	113, 438	<i>Schinopsis Lorentzii</i>	491
Saint-Paul (île).	113	<i>Schizwa bifida</i> .	469
Saint-Thomas (île)	164	<i>Schoberia</i>	384
Salicinées.	131, 265, 318	— <i>occidentalis</i>	412
<i>Salicornia herbacea</i> .	412	<i>Schotia speciosa</i>	125
<i>Salix glacialis</i> .	325	<i>Sciadopitys</i>	161, 165
— <i>glauca</i>	328	Scillées.	362
— <i>speciosa</i> .	328	<i>Scirpus nodosus</i>	510
<i>Salsola arbuscula</i>	378	Scitaminées	223, 450, 481
Salsolacées	124, 300	<i>Scleria</i>	270
Saltbush	467	<i>Scorzonera</i>	362
<i>Salvadora</i>	447	— <i>purpurea</i> .	353
<i>Salvadora persica</i> .	426, 436	<i>Scrophularia</i>	362
<i>Salvia</i> .	362	Scrubs.	261, 458, 463, 464, 465
<i>Salvinia</i>	291	<i>Secale cereale</i>	375
<i>Sambucus peruviana</i> .	491	— <i>dalmaticum</i> .	375
— <i>racemosa</i>	346	— <i>fragile</i>	375
San Francisco (Brésil).	164	— <i>montanum</i>	375
Sandal-Wood	465	Sécheresse (protection contre la)	57
Sandwichs	113, 116	<i>Sedum</i>	297
<i>Sanicula europæa</i>	437	<i>Seligeria polaris</i> .	286
<i>Santalum album</i>	448	<i>Sempericum</i>	297
<i>Santolina rosmarinifolia</i>	367	<i>Senccio</i>	499
Sapins.	165	— <i>oleagnifolius</i>	508
Sapin argenté	337	— <i>Fuchsi</i>	385
— de Douglas.	161	— <i>Johnstoni</i> .	437
		Sénégal	433

	Pages		Pages
<i>Sequoia</i>	161,	<i>Spirostachys vaginata</i>	300
— <i>gigantea</i>	413	— <i>patagonica</i>	300
— <i>sempervirens</i>	410	Spitzberg.	113, 167, 171, 286,
Seringueiras.	231,		485
Serrados	485	<i>Spondias</i> .	238
<i>Sewerzowia</i>	380	<i>Sporobolus asperifolius</i> .	412
Seychelles	113,	<i>Stachys</i>	362
<i>Shepherdia</i>	265	<i>Stangeria</i>	442
<i>Shorea robusta</i>	448,	<i>Stapelia</i>	297
Siam	419	<i>Stelis</i>	236
<i>Sibbaldia procumbens</i>	385	<i>Stenotaphrum americanum</i>	479
Sibérie.	172	Steppes (voir la table analytique)	
Sicile	152	Steppes pontiques	351
<i>Sida cordifolia</i> .	465	Steppes salées	299
<i>Sideritis</i>	366,	<i>Sterculia</i> .	451
<i>Sideroxylon</i> .	364	— <i>acuminata</i>	434
— <i>cinereum</i>	445	— <i>rupestris</i>	465
Sierra Nevada	119,	— <i>trichosiphon</i>	465
<i>Siccisia</i>	509	<i>Stevia</i>	475
Sikkim	451	— <i>arbutifolia</i>	475
<i>Silene</i> .	319, 062,	— <i>purpurea</i>	475
— <i>acaulis</i>	370	<i>Stillingia</i> .	231
— <i>tragacantha</i>	344	— <i>sebifera</i>	393
Silicicoles (plantes)	43	Stinging tree	463
<i>Simaruba antisyphilitra</i>	490	<i>Stipa</i>	500
— <i>glauca</i>	414	— <i>capillata</i>	380
Simla	451	— <i>Ichu</i>	487,
<i>Sinapidendron</i> .	438		500
Sindh	447	— <i>micrantha</i>	465
<i>Siphonia elastica</i>	488	— <i>orientalis</i>	380
Sitcha.	408	— <i>pennata</i>	352, 353,
<i>Smilax aspera</i>	367		386
Socotra	113,	— <i>seligera</i>	411
Sol (Influence du).	41	— <i>tenacissima</i>	368
Sonde (île de la)	168,	— <i>viridula</i>	411
<i>Sonneratia</i>	234,	<i>Strelitzia</i> .	223
<i>Sophora japonica</i> .	392	<i>Streptopus</i>	183
<i>Sorbus Aria</i> .	359	<i>Struthiola</i>	265
Sorrel Tree	414	<i>Strychnos pseudochina</i>	430
Souak	426	Sturt-Creek	467
Soulkhir = <i>Agriophyllum go-</i>		Stylidiées	131
— <i>bicum</i>	125,	<i>Stylidium soboliferum</i>	468
Sour-Wood	173	<i>Styphelia montana</i>	457
<i>Spartina arundinacea</i>	459,	<i>Styrax</i> .	319
— <i>gracilis</i>	412	Sumatra	162,
<i>Spartocytisus nubigenus</i>	364		453
Spek boom	442	<i>Sueda</i> .	412
<i>Sphagnum</i>	287	Swartziiées	230,
<i>Spinifex</i>	126		488
— <i>longifolius</i> .	465	<i>Swietenia</i> .	233
— <i>paradozus</i>	465	— <i>Mahogoni</i>	480
<i>Spiræa argentea</i>	475	<i>Syagrus</i>	486,
— <i>crenata</i>	354		489
		<i>Syringa</i>	264
		<b>T</b>	
		<i>Tagetes glandulosus</i>	465
		Tainyr	167,
			326

	Pages		Pages
<i>Talauma</i> .	449	<i>Tola</i>	500
Tamariscinées	131	Toundra. 70, 237, 287, 326, 327,	381
<i>Tamarix</i> 362, 363, 426,	436	Tourbières hautes.	289
— <i>canariensis</i>	364	<i>Trachycarpus</i>	315
Tamarix (formes du).	226	— <i>excelsa</i>	393
<i>Tamarix Pallasii</i> .	378	— <i>Khasiana</i>	153
Tasmanie. 163, 165, 168, 174, 176	469	— <i>Martiana</i> 143,	452
Taxacées	164	<i>Traganum</i>	425
Taxodiées	165	Travankour	448
<i>Taxodium</i> 165,	246	Tremble	368
— <i>mexicanum</i>	162	<i>Trichilia</i>	233
— <i>distichum</i>	161	<i>Trifolium</i>	380
<i>Taxus baccata</i> .	366	<i>Trigonella</i>	362
Tchad (Iac)	433	<i>Trillium</i>	187
Tchernoizem. 352, 353,	386	Trinité (La) 113, 478,	155
Tchoukches (pays des)	326	<i>Triodia</i>	126
Tea Tree. 463,	467	<i>Triodia Mitchelli</i>	465
<i>Tectona</i>	448	<i>Trisetum</i> .	509
— <i>grandis</i> 454, 448,	449	Tristan d'Acunha 113,	438
<i>Telekia speciosa</i>	349	<i>Trithrinax</i>	155, 490
<i>Teloxis</i>	384	<i>Tristegis glutinosa</i>	490
Températures (sommets de).	31	<i>Triticum monococcum</i>	374
— du Groenland	15	— <i>Spelta</i>	374
Tennasserin	453	<i>Trollius asiaticus</i>	385
Térébinthlinées 264,	474	<i>Tropæolum</i>	131
Terre-de-Feu 168,	503	<i>Tsuga</i> . 161, 165,	386
Ternstroëmiacées 265,	438	— <i>Canadensis</i> .	406, 407
<i>Tcstudinaria Elephantipes</i>	298	— <i>dumosa</i>	162
<i>Tctradymia canescens</i>	413	<i>Tsuga Pattoniana</i> .	408
<i>Teucrium</i> .	499	— <i>Mertensiana</i>	413
— <i>subspinosum</i>	367	<i>Tulipa</i> .	379
<i>Thalictrum alpinum</i> .	342	<i>Tupa</i>	480
<i>Thapsia</i>	366	Tussokgrass.	506
Thé 393		Twa-Grass	442
<i>Thea sinensis</i>	391		
<i>Theobroma Cacao</i> 488,	493	<b>U</b>	
— <i>sylvestris</i>	493	<i>Ulex europæus</i> .	260
Thian Schan. 172		— <i>nanus</i>	256, 260
Thibaudiées. 173,	175	<i>Ulmus</i> .	318
<i>Thrinax</i> 155,	480	— <i>americana</i>	406, 409
<i>Thuia</i>	165	<i>Umbellaulria californica</i>	413
<i>Thuia gigantea</i> 161, 408,	413	<i>Umbilicaria</i> .	285
— <i>excelsa</i> .	408	<i>Uncinia</i>	457
<i>Thuiopsis</i>	161	<i>Urostigma</i>	492
— <i>occidentalis</i>	400	Upas Antiar	231
<i>Thymus</i>	366	Utah	124
Thyméléacées 265		<b>V</b>	
Tigre 152		<i>Vacciniées</i>	173, 331
<i>Tillandsia</i>	475	<i>Vaccinium</i>	180, 471
— <i>usneoides</i> .	217		
Timor 162			
— .. 457			
<i>Todea ricularis</i>	468		

	Pages		Pages
<i>Vuccinium cylindraceum</i>	115	<i>Weinmannia</i>	245
— <i>longiflorum</i>	115	<i>Wellingtonia gigantea</i>	161
— <i>maderense</i>	364	<i>Welwitschia mirabilis</i>	125, 441
— <i>Myrtillus</i> .	-171, 172	<i>Werehojansk</i>	19
— <i>Oxycochos</i>	171	<i>Werneria</i> .	487
— <i>uliginosum</i>	171, 172, 208, 314	<i>White-Elm</i>	407
— <i>Idæa</i>	171	<i>White-Sage</i>	402
<i>Vahea crassipes</i>	444	<i>White-Spruce</i>	406
— <i>gummifera</i>	444	<i>Widdringtonia</i> .	164
<i>Valdivia</i>	168, 244	— <i>cupressoides</i>	412
<i>Valeriana</i>	497, 499	<i>Winnipeg (lac)</i> .	169
— <i>capitata</i>	342	<i>Wistaria</i> .	393
<i>Vallisneria</i>	292	<i>Wittsteinia</i>	468
<i>Vanda gigantea</i>	219	<i>Wormia</i>	445
— <i>Lowii</i>	219	<i>Wulfenia</i> .	107
Végétation arborescente (cause d'arrêt dans le nord)	90	<b>X</b>	
Végétation (lignes de)	88	<i>Xanthium spinosum</i>	87, 91
<i>Vcllosia</i>	490	<i>Xanthorrhæa</i>	181
<i>Veratrum</i>	475	Xérophiles (plantes)	55, 96
— <i>album</i>	385	<i>Xerotes Bunksii</i>	185
<i>Verbascum</i>	362	Xérotidées	468
<i>Verbena</i>	500	<i>Xyris gracilis</i>	469
Verbénacées.	234	<b>Y</b>	
<i>Veronica elliptica</i> .	508	<i>Yucca</i> .	124, 402
Vernis à huile de Chine.	393	—	415
<i>Veronica prostrata</i>	208	— <i>brevifolia</i>	415
<i>Victoria</i>	225, 468	— <i>canaliculata</i>	415
— (désert)	467	<i>Yunnan</i>	119, 121, 172
— (Terre de)	509	<b>Z</b>	
<i>Victoria regia</i>	488	<i>Zelkova crenata</i>	372
<i>Viburnum Lentago</i>	410	<i>Zingiber</i>	450
Vigne	339	Zingibéracées	130
<i>Viola altaica</i>	385	<i>Zizania aquatica</i>	403
— <i>dichroa</i>	373	<i>Zizyphus</i> .	436
Virginie	173	— <i>Spina Christi</i> .	371
<i>Vitex incisa</i> .	392	— <i>Kampferi</i>	392
<i>Vitis amurensis</i> .	392	— <i>Lotus</i> .	366
— <i>riparia</i>	410	<i>Zone antarctique</i>	78
<i>Vittudinia scabra</i> .	465	— <i>australe</i>	77
— <i>australis</i>	465	— <i>des conifères</i>	71
<i>Voandzeia subterranea</i> .	431	— <i>géothermique (zone de chaleur)</i>	50
<i>Voyria</i>	254	— <i>glaciale arctique</i>	70
<b>W</b>		— <i>de végétation</i>	58
<i>Wahlenbergia</i> .	414	— <i>de végétation de l'hémis- phère sud</i>	76
— <i>linifolia</i>	439	<i>Zostera</i>	514
<i>Wallichia</i>	451	<i>Zsombeck</i>	271
<i>Warszewicia pulcherrima</i>	477		
<i>Washingtonia</i>	402		
<i>Webera nutans</i>	289		



## ADDITIONS ET RECTIFICATIONS

(Les errata sont indiqués par un **E** en caractères gras suivant le N° de la page).

---

- Page 9. — Pour toute cette première partie nous ne saurions trop engager le lecteur à consulter l'excellent livre de M. Warming, traduit en allemand par M. Knoblauch sous le titre de *Lehrbuch der Ökologischen Pflanzengeographie, eine Einführung in die Kenntniss der Pflanzenvereine*. (Born-träger) 1896, Berlin.
- Page 16. — Ligne 4 ; lire : nécessité de la lumière pour les végétaux à *chlorophylle*. Pour la relation entre la fonction végétale et l'intensité lumineuse voir le travail de M. Kissling. *Beiträge zur Kenntniss des Einflusses der chemischen Lichtintensität auf die Vegetation*. Halle (Wilh. Knapp) 1893.
- Page 41. — *Gillot*, Colonies végétales hétérotropiques. Influence de la composition minéralogique du sol sur la végétation. (Bull., Soc., Bot., Fr., XLI 1894, p. 16-36). — *Saint-Lager*, L'appétence chimique des plantes et la concurrence vitale. Lyon 1893.
- Page 48. — Les phanérogames ne sont pas les seuls végétaux qui montrent une préférence pour une catégorie déterminée de sol. Les mousses et les lichens présentent la même exigence de substratum. Lorsqu'un calcaire contient des rognons siliceux, ces rognons montrent une flore lichénique absolument différente de celle de la roche encaissante et caractérisée surtout par le *Lecidea geographica* qui vient étaler ses taches jaunes sur le moindre caillou de silice. La chose est visible en maints endroits mais nulle part peut-être elle n'est aussi frappante que dans les régions très disloquées où des roches siliceuses sont plissées au milieu de roches calcaires de même apparence extérieure. La nature calcaire et siliceuse de la roche est indiquée au premier coup d'œil par la nature de la végétation lichénique.
- Page 56. — *M. Lothelier* (Recherches anatomiques sur les

épinés et les aiguillons. Influence de l'état hygrométrique et de l'éclairement sur les tiges et les feuilles de plantes à piquants, Lille 1893, et Revue Générale de Botanique V), a étudié expérimentalement les conditions de développement des épines et des aiguillons. Il a nettement mis en évidence le rôle de l'humidité et de la lumière dans l'apparition de ces formations. Les piquants tendent à disparaître quand les plantes sont placées dans une atmosphère saturée de vapeur d'eau ou exposées à une lumière faible.

- Page 82. — *Beyer, R.*, Ergebnisse der bisherigen Arbeiten bezüglich der Ueberpflanzen ausserhalb der Tropen (Verhandlungen des botan. Vereins d. Provinz Brandenburg XXXVII, 1895. — *Bitter, G.*, Beiträge zur Adventivflora Bremens (Abh. d. Naturw. Vereins zu Bremen XII, 1895, p. 269-292. — *Burchard*, Ueber einige Unkrautsamen welche unter Umständen für die Provenienzbestimmungen ausländischer Saatwaren wichtig sind (Landwirthschaftliche Versuchsstationen, XLI, p. 449-452).
- Page 89. **E.** — Ligne 27; au lieu de jusqu'à la racine, lire : jusqu'à la souche.
- Page 147. — *Mez*, Bromeliaceæ. Monographia Phanerogamarum Prodrumi nunc continuatio nunc revisio. Tom. IX. Paris, 1896.
- Page 147. — *Franchet*, Les Cyripedium de l'Asie centrale et de l'Asie orientale (Journal de Botanique, VIII, 1894.
- Page 147. — *Meinshausen*, Das Genus *Sparganium*. Bulletin de l'Acad. des Sc. de St-Petersbourg, 1894.
- Page 148. — *P. C. Brandis* (Districts). An enumeration of the *Dipterocarpaceæ* based chiefly upon the specimens preserved at the Royal Herbarium and Museum, with remarks on the genera and species (The Journal of the Linnean Society. Botany, Vol. XXXI. 1895.
- Page 149. — *Beck von Mannagetta, G.* Die Gattung *Nepenthes*. Eine monographische Skizze (Wiener Illustrierte Gartenzeitung, 1895).
- Page 150. **E.** — Ligne 6; au lieu de : au raz; lire : au ras.
- Page 160. **E.** — Ligne 24; au lieu de : *Geographischen*; lire : *Geographische Mitteilungen*.
- Page 161. **E.** — Ligne 10; au lieu de : Sapin résineux; lire : Sapin argenté (*Abies pectinata*).

- Page 169. — Il y a aux Canaries deux espèces de chênes et feuilles persistantes appartenant à la série des formes atlantiques et sud-européennes (*Quercus platyphylla* et *Q. Canariensis*).
- Page 173. **E.** — Ligne 9 ; au lieu de : *Gaylusaccia* ; lire : *Gaylussacia*.
- Page 228. **E.** — Ligne : 29 ; au lieu : sur de jeunes feuilles ; lire : sur des jeunes tiges feuillées.
- Page 233. — Pour les Palétuviers de la côte orientale d'Afrique, voir *Engler*, Die Pflanzenwelt Ost-Afrikas. — Grundzüge der Pflanzenverbreitung in Deutsch Ost-Afrika und den Naehbargebieten, p. 6-11.
- Page 269. — *Hutchinson W.*, Handbook of grasses treating of their structure, classification, geographical distribution and uses also describing the British species, their habitats. in-8° 92 p. London, 1894.
- Page 271. — *Grevillius*, Om vegetationens utveekling på de nybildade Hjelmar ö arne. [Le développement de la végétation sur les nouvelles îles du lae Hjelmar] Bihang till Kngl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlinger, XVIII, 110 p., une Carte.
- Page 271. — *Grevillius*, Etude sur le développement des formations végétales des îles d'Indals et d'Ångersmanefls ; influence de la nature géologique du sous-sol [en suédois] Sveriges Geol. Undersökning. Ser. C., n° 144, 1895.
- Page 279. — *Voigt A.*, Methode und Anwendung der quantitativen botanischen Wiesenanalyse. Landwirthschaftliche Jahrbücher, XXIII, 1894. — *Weber*. Wie kann man eine gute Wiese auf nicht abgetorften Hoehmoor mit den geringsten Kosten herstellen ? (Mitheil. d. Verein z. Fördurung der Moorkultur in Deutschen Reiche, XIII, 1895).
- Page 290. — *Magnin*, Contribution à la connaissance de la flore des laes du Jura suisse (Bull. Soc. Botan. de France, XLI. Session extraordinaire en juin-août 1894). — Les laes du Jura. Généralité sur la Limnologie jurassienne. Paris et Lyon, 1895.
- Page 291. — A la liste des Diotylédones aquatiques ajouter l'*Elodea canadensis* On sait que eette plante originaire d'Amérique se répand rapidement dans les eaux douees d'Europe, où elle se multiplie uniquement par bourgeons.

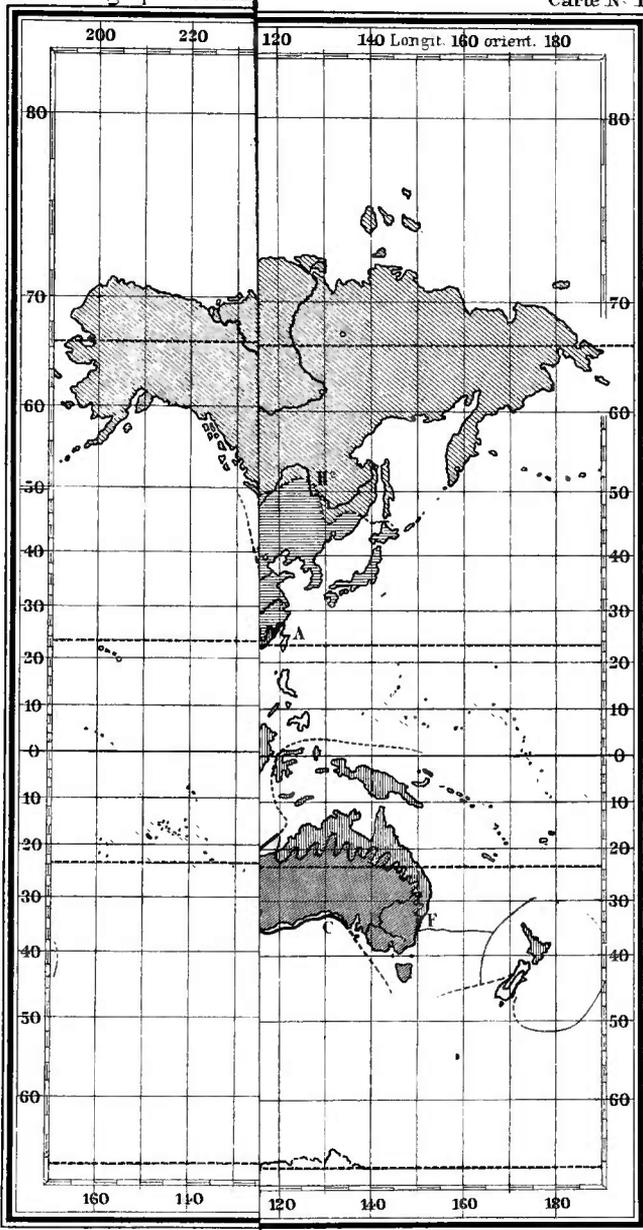
- On n'a jamais trouvé chez nous que la plante femelle.
- Page 327. — *Kurtz*, Die Flora der Tschuktschen-Halbinsel (Botanische Jahrb. f. Systematik. Tome XIX, 1894, p. 432-493).
- Page 330. — *Ekstamm*, Bidrg till k annedomen on Novaja-Zeml. jas fanerogamvegetation. (Végétation phanérogamique de la Nouvelle-Zemle) Ofversigt af Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar, Stockholm, 1894. LI, p. 171-175).
- Page 332. — *Andersson*. Svenska v xtv rldens historia i kortet framst lld. Stockholm, 1896.
- Page 332. — Scandinavie : *Henning*, Etude sur la végétation de Jemtland au point de vue forestier, agricole et géologique [en suédois] Sveriges geologiska unders kning S. C. n  145, 1895. — *Rabot (Charles)*. Sur les limites d'altitude des cultures et des essences forestières dans la Scandinavie septentrionale et les régions adjacentes. (Rev. Gén. Botanique, VIII, 1896).
- Page 332. — *Hjelt*, Conspectus Flor  Fennic . Helsingfors.
- Page 340. — *Normann*, Flora arctica Norwegi  Species et formé nonnull  nov  vel minus cognit  plantarum vascularium. (Christiana Videnskabs Selskabs Förhandlingar for 1893. Christiania 1893.
- Page 341. — Exposé des travaux géographiques exécutés en Finlande jusqu'en 1895 (communication faite au 6  congrès international de Géographie par la Société de géographie de Finlande. Helsingfors, 1895).
- Page 342. — *Gordjagine*, La végétation de calcaire de la Toura, gouvernement de Perm (Travaux de la Société des Naturalistes de l'Université de Kazan). Tome XXVIII. Kazan, 1895 [en russe].
- Page 342. — *Andersson och Berghell*, Torsfmosse  fverlagrad af strandvall v ster om Ladoga (Geologiska F ren i Stockholm Förhandlingar). Tome XVII, 1895.
- Page 350. — *Schmalhausen J. Th.*, Flore de la Russie centrale et méridionale, de la Crimée et du nord du Caucase (en russe), Tome I. Dicotylédones eleuth rop tales. Kiew, 1895.
- Page 350. — *Abboff*, Les forêts de la Transcaucasie occidentale. — Dans les coins perdus du Caucase, 34 p. Genève, 1895.
- Page 350. — *Tanfilieff*. Les steppes de la Russie d'Europe   l'époque préhistorique (en russe), Moscou, 1896.

- Page 353. — *Akinfeff*, La végétation arborescente du gouvernement d'Ekaterinoslaff. V. Les forêts du cercle de Novomoskwa. Ekaterinoslaff, 1895 [en russe].
- Page 354. — *Alboff*, Prodrromus Floræ Colchicæ. Tiflis et Genève, avril-juin 1895.  
— Nouvelle contribution à la flore de la Transcaucasie.  
— La flore alpine de calcaire de la Transcaucasie occidentale (Bulletin de l'herbier Boisdier, III, 1895).
- Page 356. — *Battandier*, Considération sur les plantes réfugiées rares ou en voie d'extinction de la flore algérienne. Compte rendus de l'Association française pour l'avancement des Sciences, 23<sup>e</sup> session. Caen, 1894-1895.
- Page 356. — E. Ligne 40; au lieu de : *Bonnet* et *Maury*; lire : *Bonnet*. Géographie botanique de la Tunisie (Journal de Botanique, IX, 1895).
- Page 356. — *Bonnet* et *Baratte*, Catalogue raisonné des plantes vasculaires de la Tunisie. Paris, 1896.
- Page 365. — *Barbey*, *Major* et *Stefani*, Karpathos. Etude géologique, paléontologique et botanique.
- Page 366. — *Kessler*, Wald und Forstwirtschaft in Algerien (Zeitschrift für Forst-und Jagdwesen, XXVII, 1895).
- Page 367. — *Flahault* et *Combres*, sur la flore de la Camargue et des alluvions du Rhône (Bull. Soc. Bot. F., T. XLI, 1894, p. 37-58. Pl. I-III).
- Page 367. — *Flahault*, Les zones botaniques dans le bas-Languedoc et les pays voisins.
- Page 367. — *Wilkomm*, *Moritz*, Grundzüge der Pflanzenverbreitung auf der iberischen Halbinsel [in *Engler* und *Drude* Die Vegetation der Erde]. Leipzig, 1896.
- Page 371. — *Lipsky*, Plantæ ghilanenses in itinere per Persiam borealem. Anno 1893 lectæ (Acta horti Petropolitani, XIII).
- Page 372. — *Bornmüller*, Ein Beitrag zur Kenntniss der Küstenflora des Persischen Golfes; nebst einem Nachtrag : Pflanzen aus dem Gebiet des oberen Euphrats. (Mittl. aus dem Thüringischen botanischen Vereins. Neue Folge Heft. VI., p. 48-67).
- Page 374. — *Buschman*, V., Vorgeschichtliche Botanik der Kultur-und Nutzpflanzen der alten Welt auf Grund prähistorischer Funde. in-8°. XII + 268 p.p. Breslau, 1895.

- Page 374. — *Bonavia*, The flora of the assyrian monuments and its outcomes ; Westminster, 1894.
- Page 474. — *Eriksson*, Beiträge zur Systematik des cultivirten Weizens (Landwirthschaftliche Versuchsstationen, XLV, 1894, p. 37-133).
- Page 379. — *Lawrence*, The Valley of Kashmir, in-4° II + 478, 4 cartes et 17 planches. London, 1893. (Botanique, p. 66-105 : 319-357).
- Page 383. — *Sommier*, Considerazioni fitogeografiche sulle Valle dell' Ob. (Bolletino della societa Botanica Italiana. Florence, 1893, p. 204-207).
- Page 389. — *J Palacky* Ueber die Grenzen der tropischen Flora in China. Stzb. d. Königl. Böhm. Gesellschaft d. Wissensch., 1888.  
*Almquist*, Zur Vegetation Japans mit besonderer Berücksichtigung der Lichenen (Engler Botan. Jahrb. f. Syst. Tome XIV, 189 ).
- Page 396. — *Carl Mohr*, Die Gebirgsflora Alabamas (Pharmaceutische Rundschau. Vol. X. 1892).
- Page 397. — *Muir, John*. The Mountains of California (The Century Co, New-York, 1894).
- Page 397. — *T. S. Brandegee*, Flora of the Santa Barbara Island (Proc. California Acad. of Science, série II. Vol. I.  
— *Vasey et Rose*, List of Plants collected in southern California, by E. Palmer : at Lagoon Head, Cedros Island, San Benito, Guadalupe, and Head of the gulf of California ; in Lower California and Western Mexiko at La Paz, San Pedro, Martin Island, Raza Island, Santa Rosalia and Agueda Guaymas. (Contributions from the U. S. Herbarium. Washington, 1890).
- Page 397. — *J. N. Rose*, The flora of Carmen Island (Proceedings of the american association for advancement of science 40 meeting held at Washington, août 1891-1892).
- Page 403. — *Kurtz*, Die Flora der Chicaltgebiete im südöstlichen Alaska nach den Sammlungen der Gebrüder Krause (Expédition de la Société de géographie de Brème), Botanische Jahrbücher für Systematik und Pflanzengeographie, XIX, 1894, p. 327-431.

- Coville, F. Vernon*, Botany of Yakutat Bay, Alaska. With a field report by F. Funston (Contributions from the U. S., National Herbarium. III. Washington, 1895, p. 325-353.
- Page 444. — *Mohr*, Die Wälder des südlichen Alabamas. Pharmaceutische Rundschau, New-York. T. XII, 1894.  
— Die Wälder der Alluvial-Region des Mississippi in den Staaten Louisiana, Mississippi und Arkansas. Mème recueil XIII, 1895.
- Page 429. — *Engler (A.)*, Die Pflanzenwelt Ostafrikas und der Nachbargebiete. Berlin, 1895. Le lecteur trouvera une analyse de ce mémoire dans le Journal de Botanique pour 1897.
- Page 431. — *Dammer*, Die Gemüse-Pflanzen Ostafrikas und ihre Cultur in *Engler* Pflanzenwelt Ostafrikas (Berlin, 1895).
- Page 432. — *Rendle*, A Contribution to the flora of eastern tropical Africa (The Journal of the Linnean Society, XXX, 1895, p. 373-435, 4 planches.
- Page 433. — *Ascherson P.*, Synopsis der mitteleuropäischen Flora. Tome I. Leipzig, 1896.
- Page 435. — *Schweinfurth*, Sammlung arabisch äthiopischer Pflanzen. Ergebnisse von Reisen in den Jahren 1881, 1888, 1889, 1891 und 1892.
- Page 437. — *Passarge, Siegfried*, Adamaua. Bericht über die Expedition des Deutschen Kamerun Comités in de Jahren 1893-1894, in-4°, XVII + 573 pp. Berlin (Dietrich Reimer) 1895.
- Page 445. — *Trimen, Henry*, A handbook to the flora of Ceylon containing description of all the species of flowering plants indigenous to the Island and notes on their history, distribution and uses. London (Dulau), 1894.
- Page 446. — *Koorders S. N. et Valetton Ch.*, Bijdrage n° I tot de kennis der boomsoorten van Java-Additamenta and Cognitionem Floræ Javanicæ Pars I. Arborea (Mededeelingen) vit's Lands Plantentuin te Buitenzorg, n° XI. Batavia, 1894.  
— *Schiffner*, Bericht ueber den bisherigen Verlauf seiner mit Unterstützung der Gesellschaft unternommenen Forschungsreise nach Java. 1894. — *J. Massart*, Un botaniste en Malaisie, Gand 1895. Le lecteur trouvera une analyse de ce mémoire dans le Journal de Botanique pour (1897).
- Page 449. — *Koorders*, Beobachtungen über spontane Neubeb-

- waldung in Java (Forstlich naturwissenschaftliche Zeitschrift IV) 1895, p. 88-96. 1 Planche.
- Page 450. — *Gammie*, Report on a botanical tour in the Lakhimpur district Assam (Record of the botanical Survey of India) published by G. King. Vol. I. Calcutta, 1895.
- Page 458. — *Bernard (Augustin)*, L'archipel de la Nouvelle-Calédonie. Paris, 1894.
- Page 460. — *Bailey J. M.*, Contribution to the Queensland botany (nombreuses notices in Bulletin Department of Agriculture Brisbane, Queensland).
- Page 460. — *Moore and Betcher*, Handbook of the flora of New South Wales. Sydney, 1893.
- Page 476. — *Sapper, Carl*, Grundzüge der physikalischen Geographie von Guatemala (Petermann's Mittheil. Ergänzsh. 59 p., 4 cartes).
- Page 477. — *Palacky J.*, Zur Flora von Domingo-Haiti (Stzb. d. k. böhm. Gesellsch. d. Wissenschaften mathem. naturwiss. Classe 1896). — *Urban*, Additamenta ad cognitionem floræ Indiæ occidentalis. (in Engler, Botan. Jahrb. f. Systematik und Pflanzengeographie, XXI, 1896).
- Page 489. — *Taubert*, Beiträge zur Kenntniss der Flora des Centralbrasilianischen Staates Goyaz. Mit einer Pflanzengeographischen Skizze von E. Ule (Engler, Botanisch. Jahrb. XXI, 1895, p. 402-457).
- Page 501. — *Avé Lallement*, Briefe aus Argentinien (Mittheil. der geograph. Gesellsch. u. d. naturh. Museums in Lübeck 1895, p. 53-91).
- Page 509. — *Vanhöffen*, Welches Interesse haben Zoologie und Botanik an der Erforschung des Südpolargebietes? (Verhandl. des XI deutschen Geographentages in Bremen, 1895).
- Page 512. — *Keller (Conrad)*, Das Leben des Meeres nebst botanischen Beiträgen von *Carl Cramer* und *Hans Schinz*. Leipzig, 1895.
-



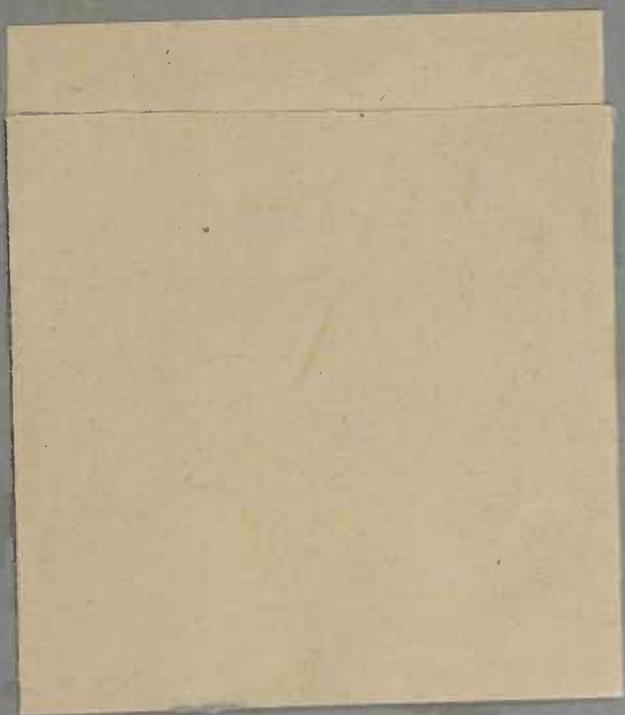
Dressé par O. Drude.

Inst. géogr. de Wagner & Debes, Leipzig





135394





## 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](mailto:dtsibi@usp.br)).