



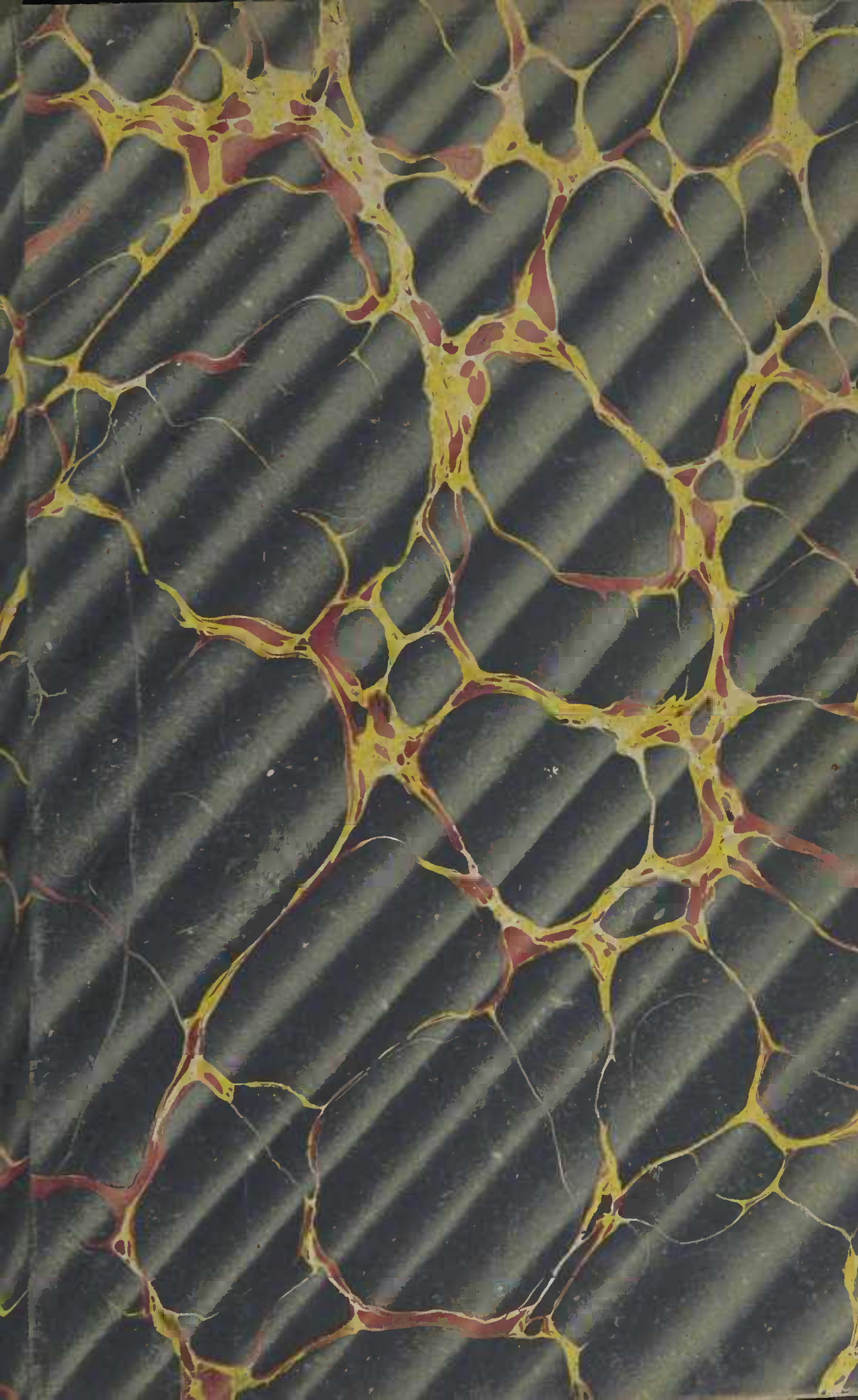




UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA  
LUIZ DE QUEIROZ

Nº 6755

















É T U D E

DE

**L'ALIMENTATION RATIONNELLE**

**DES ANIMAUX DOMESTIQUES.**





**ÉTUDE**  
DE  
**L'ALIMENTATION**  
**RATIONNELLE**  
**DES ANIMAUX DOMESTIQUES**

GUIDE PRATIQUE BASÉ SUR LES NOUVELLES RECHERCHES PHYSIOLOGIQUES

PAR

le Dr **Émile WOLFF**

Professeur à l'Académie agricole de Hohenheim

TRADUIT DE L'ALLEMAND

par **Adolphe DAMSEAUX**

Professeur à l'Institut agricole de l'Etat (Belgique)

---

**BRUXÈLLES**  
**G. MAYOLEZ, LIBRAIRE-ÉDITEUR**  
RUE DE L'IMPÉRATRICE, 13

**PARIS**  
**LIBRAIRIE AGRICOLE**  
DE LA MAISON RUSTIQUE  
RUE JACOB, 26

1876





Parmi les publications récentes sur l'alimentation des animaux domestiques, celle dont nous offrons aujourd'hui, au public agricole, une traduction française a reçu chez nos voisins l'accueil flatteur qui est justement réservé aux travaux de M. E. Wolff; elle forme d'ailleurs le complément annoncé d'un autre ouvrage de l'éminent auteur, intitulé : *Etude pratique sur les fumiers de ferme et les engrais en général*, qui a atteint sa cinquième édition en quelques années et que nous avons aussi publié. (Bruxelles, chez ROZEZ, éditeur.)

Nous croyons répondre à une nécessité réelle et urgente en mettant le livre de M. Wolff à la portée de nos cultivateurs. Dans ces derniers temps, l'attention des agriculteurs a été presque exclusivement dirigée vers les questions d'engrais, c'est-à-dire de



l'alimentation des plantes ; l'alimentation du bétail ne peut tarder à l'exciter au même degré : les deux questions sont d'ailleurs entièrement connexes. Nous pensons qu'à ce titre l'ouvrage de M. Wolff revêt un caractère d'utilité pratique qui sera apprécié.

A. D.

---

## PRÉFACE.

---

Déjà en 1868, lors de la publication de la première édition de *l'Etude pratique sur les engrais*, j'ai exprimé l'intention de condenser aussi, en un petit volume, l'examen de la question de l'alimentation et du rationnement des animaux domestiques. J'avais cependant réservé expressément cette tâche pour une époque qui me paraissait encore éloignée, car je ne pouvais penser m'y livrer dans un délai aussi rapproché et arriver, comme je le désirais, à présenter de cette étude un aperçu clair et ayant un cachet d'ensemble satisfaisant. A cette époque, en effet, l'étude de l'alimentation du bétail avait commencé depuis peu d'années à s'élever sur des bases entièrement nouvelles. Cependant, grâce à l'énergique activité qui se déploya bientôt dans ce domaine, il était à présumer qu'en un temps rela-



tivement court, elle atteindrait un degré de développement tel, qu'elle livrerait bientôt à la pratique, dans sa nouvelle forme, un appui sûr et solide. Je pense que ce moment est arrivé.

Les principes généraux de l'alimentation des animaux, spécialement les lois relatives à la formation de la viande et de la graisse dans le corps animal, dont nous devons surtout la connaissance aux travaux, dirigés avec un si remarquable succès, de l'école physiologique de Munich, sont maintenant clairs et facilement intelligibles pour chacun ; ces travaux ont reçu, après la publication complémentaire qui en a été faite par Voit et Pettenkofer, un premier achèvement. L'importance des sels nutritifs pour l'organisme animal a aussi été mise en lumière par de nouvelles recherches directes ; d'autre part, la question de la digestibilité des fourrages, ainsi que celle de l'aliquote en éléments nutritifs réclamés suivant les diverses destinations du bétail de rente, ont reçu, des efforts multipliés des stations agronomiques, une nouvelle extension dans toutes les directions. Connaissant ainsi quels sont les éléments digestibles des fourrages, pouvant calculer la quotité de corps réellement nutritifs qu'ils renferment, on a réalisé la possibilité de baser partout, dans la pratique agricole, sur des principes rigoureusement scientifiques l'alimentation du bétail. Sans doute, les fon-

dements qui ont été jetés demandent à être affermis dans les détails ; mais le premier grand pas est franchi et il autorise à compter avec certitude sur de vastes progrès dans la voie qu'il a inaugurée. Ajoutons que les magnifiques résultats déjà obtenus dans ce domaine sont essentiellement propres à mettre en relief la haute utilité pratique des stations agronomiques et à éveiller un intérêt de plus en plus vif à l'égard des efforts réunis des physiologistes et des chimistes.

Il me paraît que les résultats des investigations faites dans la sphère de la physiologie animale sont maintenant arrivés à un point qui permet de réunir en un faisceau les conquêtes des quinze dernières années, de les mettre en valeur pour la pratique et, ainsi, de les faire entrer dans le domaine de tous. Assurément, nous ne pouvons encore, sous ce rapport, que présenter un essai, car ce n'est nullement une tâche légère que de coordonner les énormes matériaux accumulés, de les apprécier et de les préparer comme il convient.

Je me suis surtout efforcé de donner un exposé aussi exact que possible et intelligible pour tous de l'aspect nouveau sous lequel se présente l'étude de l'alimentation. Je pense avoir atteint ce résultat, d'abord en bornant partout mes considérations aux principes fondamentaux de la nutrition, que le culti-

vateur doit sans cesse avoir devant les yeux pour opérer sagement, et en écartant avec soin tout ce qui, d'après mon opinion, appartenait à d'autres domaines. Je me suis donc abstenu de présenter des aperçus qui rentreraient spécialement dans le cadre de la chimie pure, de l'anatomie et de la physiologie ; j'ai aussi négligé de mentionner ce qui, résultant de l'expérience personnelle ou d'écrits de praticiens, n'a pas encore reçu la sanction de la science, — comme, par exemple, la sapidité des fourrages, le rang plus ou moins élevé, suivant les espèces animales, à assigner à tel fourrage intensif. Je n'ai pu, d'ailleurs, pour le même motif, entrer dans la description des méthodes de préparation des fourrages en usage, ni des soins externes d'hygiène à appliquer, etc. Je me suis exclusivement attaché à exposer les lois de la digestion et de la nutrition animales, conformément aux enseignements actuels de la science, et j'ai cherché à formuler en conséquence les principes de l'alimentation rationnelle, selon les divers buts de l'entretien du bétail. Je traiterai donc uniquement de quelques substances alimentaires généralement connues et des éléments des fourrages dont la nature et le mode d'action, de même que les phénomènes de production et de désassimilation qu'ils déterminent dans le corps animal, sont faciles à saisir. J'ai peut-être contribué à l'intelligence du

sujet en exposant, chaque fois, les méthodes par lesquelles les résultats communiqués ont été obtenus et en caractérisant brièvement, dans un chapitre final, les phases par lesquelles l'étude de l'alimentation a successivement passé. La conclusion m'a aussi permis de signaler les noms des hommes auxquels la science est redevable de ses rapides progrès ; on y rencontre également quelques appréciations qu'il ne sera pas inutile de faire entrer en ligne de compte dans le jugement de ce travail.

Je dédie cet écrit aux cultivateurs qui veulent s'appliquer à soumettre leur bétail à une alimentation rationnelle ; je pense qu'il pourra aussi servir de guide dans l'enseignement aux établissements d'instruction agricole. Je désire ardemment que ce livre soit partout un stimulant au progrès, qu'il l'éclaire et que son contenu et sa forme répondent à ces fins.

L'AUTEUR.

---





## SECTION I.

### DES PRINCIPES GÉNÉRAUX DE L'ALIMENTATION.

---

#### CHAPITRE I.

##### Des éléments constituants du corps animal.

Le monde animal et le règne végétal montrent clairement les phases que suit dans la nature la circulation de la force et de la matière, comment la somme de l'une et de l'autre se conserve éternellement, tout en revêtant sans cesse d'autres formes ou en apparaissant sous de nouvelles métamorphoses. Soumise à l'action de la lumière et de la chaleur, la plante emprunte à quelques combinaisons du règne minéral les matériaux de formation de sa substance organique et élimine de l'oxygène qui est livré à l'état gazeiforme à l'air ambiant; simultanément, on constate la disparition de certaines proportions de lumière et de chaleur qui sont, en quelque sorte, fixées ou transformées en affinité chimique, et celle-ci tient

les éléments absorbés associés dans les nouveaux corps formés, en les destinant à un autre ordre de phénomènes. La plante est un siège permanent de production, elle augmente, pendant toute la durée de sa vie, la masse de sa substance organique; c'est elle qui a reçu la double mission de produire les éléments nutritifs nécessaires à l'homme et aux animaux et de conserver au milieu atmosphérique ses propriétés d'air respirable.

A tout instant, dans l'organisme animal, la fixation de matière est accompagnée d'une transformation et d'une destruction correspondantes de composés organiques, et le dernier phénomène l'emporte constamment sur le premier. Cependant le corps animal ne possède pas la faculté de se constituer uniquement au moyen de substances inorganiques et de puiser dans celles-ci les éléments de son entretien; il a besoin, pour accomplir ses fonctions vitales, d'éléments organiques préparés, qu'il entraîne finalement, à la suite de transformations diverses, vers une destruction complète. Tandis que les matières organiques digérées, ou des parties digérées de tissus animaux, sont engagées d'abord dans des combinaisons peu compliquées, il se produit déjà une élimination d'une portion de la force accumulée, notamment de celle qui tenait réunies leurs parties ténues; cette portion de force, mise en liberté, peut déjà être approvisionnée, sinon elle peut déterminer la production de courants électriques et se manifester alors sous forme de force vive, concourir aux efforts mécaniques

qu'exige tout travail interne ou externe du corps animal. Simultanément, l'oxygène introduit par la respiration de l'air atmosphérique s'empare des produits de cette décomposition ; ils subissent par là une combustion plus ou moins rapide, qui dégage une somme plus ou moins grande de calorique destinée à réparer toutes les pertes auxquelles le corps vivant est constamment soumis, notamment par le rayonnement de sa surface, afin de conserver ainsi à l'organisme le degré constant de chaleur qui lui est nécessaire.

Un fait capital caractérise donc le monde animé : c'est qu'il emploie à l'accomplissement des fonctions vitales la force et la matière que les plantes avaient accumulées et qu'il les ramène ainsi, directement ou indirectement, à un état tel qu'elles peuvent de nouveau concourir à la création de nouvelles productions.

Outre les produits organiques que les végétaux offrent comme aliments au monde animal, celui-ci réclame encore, pour sa parfaite organisation et son entretien normal, certains corps minéraux fixes, et ce sont précisément les mêmes substances minérales que l'on a reconnues comme étant les éléments nutritifs généraux des plantes. Ils sont, simultanément avec les autres, introduits dans l'organisme animal à l'état de combinaisons appropriées et se trouvent généralement en proportion suffisante dans la nourriture végétale.

Une merveilleuse harmonie préside à l'association des organes les plus divers dans la constitution de la

machine animale des classes à haute organisation ; chaque fonction possède des éléments histologiques très-nets et des organes bien distincts. Les appareils de l'absorption et des sécrétions, ceux de la digestion et de la nutrition, ceux du mouvement et des sensations, ceux de la génération et de la reproduction, les systèmes de tissus et de liquides circulatoires, les os et les cartilages, les muscles et les tendons, les nerfs et les vaisseaux, les appareils glandulaires et les organes respiratoires, la peau et son revêtement pileux, tout se prête un mutuel appui d'activité et chaque organe en particulier est indispensable à la formation de l'ensemble et pour lui communiquer l'aptitude à accomplir sa fonction vitale. Les nerfs, soit qu'ils se divisent en filets d'une extrême ténuité, soit qu'ils se réunissent de nouveau en un réseau anastomosé pénétrant tous les organes, leur transmettent l'excitation à l'activité organique et les soumettent partiellement à la volonté de l'individu ; d'autre part, le sang, en parcourant tout le corps, recueille le protoplasma (suc nourricier) préparé dans l'appareil digestif et dans d'autres organes et le répartit avec l'oxygène inspiré entre tous les tissus, pour y former des dépôts ou déterminer les phénomènes chimiques dont la force et la chaleur sont le résultat. Les produits de décomposition qui accompagnent ces phénomènes rentrent de nouveau dans le mouvement circulatoire du sang pour, finalement, mais souvent encore après de nouvelles transformations, être rejetés comme les derniers résidus

de l'échange organique, par des organes spéciaux chargés d'en opérer l'expulsion.

De même que les végétaux, tous les organismes animaux sont constitués par des *cellules* ayant des dimensions microscopiques et les formes les plus élémentaires, possédant des propriétés d'absorption et d'élimination, comme aussi celles de se développer et de se multiplier. Tous les phénomènes d'accroissement et d'alimentation du corps animal sont liés à l'activité vitale de la cellule. De même que la vésicule embryonnaire de l'œuf fécondé des mammifères, en absorbant le protoplasma, se développe, il naît de nouvelles cellules par segmentation ou fractionnement, dont le nombre croît rapidement, revêtant des formes variées et se groupant en tissus divers jusqu'à ce que l'ensemble compliqué du corps ait acquis des dimensions, des formes et une structure intérieure entièrement normales. Toutefois, les cellules du corps de l'animal adulte, c'est-à-dire entièrement développé, sont dans un état permanent de transmutation ; dans certains organes, elles sont rapidement détruites et régénérées à nouveau et, à tout instant, elles réclament des matériaux nutritifs appropriés pour conserver l'activité fonctionnelle qui leur est dévolue. Des perturbations essentielles dans les fonctions cellulaires déterminent des affections plus ou moins graves ou même la mort de l'organisme entier.

Il n'est pas en notre pouvoir de saisir la cause qui détermine les cellules à se développer dans une direction donnée, à se multiplier, à s'agglomérer



pour former des organes très-disparates et à imprimer, en définitive, au corps de chaque espèce animale une conformation extérieure et une structure intérieure fixes. Nous ne pouvons qu'examiner chaque organe spécial d'après les formes de ses parties constituantes et d'après sa composition chimique, reconnaître les fonctions vitales qui lui sont assignées et rechercher les moyens propres à conserver leur activité ou à diriger celle-ci, dans certains cas et selon le but que l'on poursuit, vers un résultat donné. Nous nous proposons, dans l'examen qui va suivre, d'étudier les principes qui doivent guider dans l'alimentation rationnelle des animaux de la ferme, en nous appuyant sur les résultats des investigations physiologiques les plus récentes et sur les recherches chimiques. Il nous suffira, pour atteindre sûrement ce but, de jeter un coup d'œil préliminaire sur les éléments chimiques essentiels du corps animal et de soumettre ensuite les fonctions de la digestion et de la nutrition dans leur cours normal et dans leurs conséquences à une discussion attentive.

Le corps animal est pénétré d'eau dans toutes ses parties. La quantité qu'il en renferme est d'autant plus élevée, proportionnellement au poids vivant, que l'animal est plus jeune. A la naissance, la proportion d'eau atteint 80 et jusqu'à 85 p. c. du poids vif ; elle s'abaisse ensuite progressivement dans la période d'accroissement rapide et tombe à environ 60 p. c. A mesure que le corps vieillit, et notamment lorsque l'animal soumis à l'engraissement gagne de plus en

plus en poids, la quantité totale d'eau, en y comprenant les liquides que contiennent l'estomac et la masse intestinale, ne forme plus que 40 à 50 p. c. du poids vivant. Les changements dans la teneur en eau se constatent pour toutes les parties du corps, mais ils affectent spécialement le système osseux ; c'est le sang qui, sous ce rapport, éprouve les modifications les moins sensibles. L'analyse révèle, dans les os du nouveau-né, une proportion d'eau s'élevant à environ 70 p. c., tandis que ceux de l'animal adulte de même espèce à un haut état d'engraissement n'en contiennent souvent que 20 p. c. du poids vivant. Il est évident que cette diversité dans le poids de l'eau mérite d'être prise en considération dans l'appréciation de l'effet nutritif que peut exercer un régime donné sur l'accroissement du poids de l'animal.

Les parties plus ou moins solides du corps, c'est-à-dire *les tissus* formés par le groupement de cellules, l'emportent notablement en poids sur les liquides et sur ce qu'on désigne sous le nom d'humeurs, existant dans l'organisme. Les liquides circulant dans les canaux sanguins et dans les vaisseaux chylifères représentent, au maximum, 7 à 9 p. c. du poids vivant ; cette proportion n'est que de 4 à 6 p. c. chez les animaux plus âgés et très-gras. Mais les sucs digestifs et les autres excréments et sécrétions liquides, quoique produits en proportion considérable dans l'espace de vingt-quatre heures, peuvent à peine être considérés comme parties constituantes du corps, puisqu'ils se renouvellent à tout moment, qu'ils sont

éliminés du sang directement ou indirectement, qu'ils rentrent aussi, en partie, dans le torrent circulatoire ou qu'ils sont évacués au dehors ; tandis que la constitution du sang et la masse de ce liquide restent très-constantes, malgré une absorption incessante et des pertes continuelles.

Le poids des os frais varie, suivant l'espèce, l'âge et l'état d'entretien de l'animal, de 6 à 12 p. c. du poids vivant, celui des muscles et des tendons de 35 à 48 p. c. et celui de la graisse, pour autant qu'on puisse l'isoler des reins, de l'épiploon, de l'intestin et de la chair, de 10 à 40 p. c. du poids total. Il est à remarquer ici que les os frais renferment encore 20 à 50 p. c. et les muscles 60 et jusqu'à 75 p. c. d'eau. La moyenne des résultats obtenus au pesage de ces groupes d'éléments, pour divers animaux domestiques, accuse pour 100 kil. poids vivant, savoir : 8.9 kil. pour les os, 40.1 kil. pour la viande et les tendons et 23.9 kil. pour la graisse que l'on peut détacher mécaniquement ; le reste, soit 27.1 kil., est représenté par le sang qui s'écoule à l'abatage, par la peau, les poils et l'appareil digestif, en y comprenant le contenu de l'estomac et des intestins. Le poids relatif des divers organes obtenu à l'abatage des principales espèces domestiques est indiqué dans un tableau inséré à la fin de l'ouvrage (*voir l'appendice*). J'ajouterai seulement que la masse et le poids du contenu de l'appareil digestif sont extrêmement variables, suivant que les animaux consomment, pour être complètement rassasiés, des fourrages plus ou moins

digestibles et, spécialement pour les ruminants, suivant qu'on les nourrit uniquement pour les maintenir dans un état stationnaire ou pour les engraisser. Dans quelques expériences faites à ce sujet à Hohenheim, sur des moutons de même âge et de même race, on a constaté que le contenu de l'estomac et de la masse intestinale, sous l'influence d'un régime dans lequel dominait la paille, était, en moyenne, de 22.3 p. c. du poids vivant; si la ration consistait en foin de pré additionné de petites quantités de fèves concassées, son poids tombait à 15.7 p. c. et, dans la période d'engraissement, à 9.4 p. c. Le porc gras livre à l'abatage un chiffre beaucoup plus faible encore, soit 3 à 5 p. c. Nous désignons, en abrégiant, par l'expression « poids net » celui des diverses parties après déduction du contenu de l'estomac, de l'intestin et de la vessie.

La substance sèche du corps animal est formée de composés organiques et de composés inorganiques; les premiers renferment des matières azotées et d'autres non azotées. Parmi les *corps non azotés*, la *graisse* est dominante; elle se rencontre en faible quantité dans le sang, soit dans la proportion de 0.1 à 0.3 p. c., et en quantité plus grande dans la substance nerveuse et dans les os. On l'observe surtout dans des cellules ou tissus particuliers (tissu graisseux, tissu conjonctif), sous la peau, aux reins, à l'épiploon, au mésentère et dans la chair, entre les faisceaux de fibres musculaires. La membrane, d'une extrême ténuité, qui constitue les parois des cellules

des tissus graisseux et conjonctif est formée par une substance azotée et son poids atteint 0.8 p. c. du poids entier du tissu si celui-ci est entièrement pénétré de graisse; si la richesse en matière grasse est faible, le poids de l'enveloppe cellulaire atteint 4 p. c. et au delà du poids total. Le tissu graisseux frais renferme une quantité d'eau qui est dans un rapport constant avec la teneur en substance membraneuse, soit celui de 5 à 6 d'eau pour 1 de la seconde; la quantité d'eau oscille donc entre 4 et 24 p. c., suivant que les cellules du tissu sont plus ou moins chargées de graisse. La plupart des cellules graisseuses du corps vivant contiennent de la graisse liquide, très-transparente; le degré de consistance de celle-ci varie cependant beaucoup, suivant les organes, et elle se fige plus ou moins facilement en une masse solide et butyreuse, selon la prédominance de l'un ou de l'autre des éléments constitutants. L'aspect, l'odeur et le goût des masses graisseuses varient également selon les espèces animales et, pour chacune d'elles, d'après les régions du corps dont elles proviennent, à cause de la présence de faibles quantités de matières colorantes et de certains principes volatils; cependant, l'influence de ces corps étrangers sur la constitution élémentaire de la graisse est presque nulle, la composition de celle-ci est très-constante. On, a par exemple, constaté à Weende, à l'examen de 28 échantillons de graisses provenant de moutons, de bœufs et de porcs, prélevés à des régions différentes du corps et prises généralement à



des individus distincts, que la teneur en carbone ne variait que de 76.27 à 76.85 p. c., celle en hydrogène de 11.76 à 12.16 p. c. et celle en oxygène de 11.00 à 11.24 p. c.; la moyenne de toutes les analyses accusait 76.5 de carbone, 12.0 d'hydrogène et 11.5 d'oxygène. L'analyse des graisses de cheval, de chien, de chat et d'homme a révélé une composition élémentaire presque entièrement identique.

D'après cela, on peut considérer la masse graisseuse existant dans le corps animal, quelles que soient d'ailleurs les modifications variées qu'elle présente dans les divers organes, comme formant un tout homogène, et il est très-remarquable que la graisse élaborée dans le règne végétal et celle produite par l'animal qui s'en nourrit possèdent une composition élémentaire presque concordante et des propriétés entièrement semblables. La quantité de graisse qui se dépose dans l'organisme vivant et provenant des fourrages ingérés ou formée aux dépens d'autres éléments puisés dans la nourriture est souvent très-importante; c'est ainsi qu'elle peut représenter, chez les ruminants et les porcs gras, 25 et jusqu'à 40 p. c. du poids vivant et atteindre alors, pour un même animal, à un moment donné, un poids double et même triple de celui des substances azotées. La proportion de graisse fléchit assurément d'une manière notable dans le corps des animaux maigres et la quantité totale de matières azotées y domine alors sensiblement.

Les composés organiques non azotés, autres que la graisse, qui se rencontrent dans le corps animal

et qu'il faut considérer comme étant des éléments normaux sont, quant aux proportions dans lesquelles ils y existent, très-secondaires, quoique, cependant, ils aient souvent un rôle essentiel à remplir dans les organes ou les fluides qui les contiennent. Ainsi, le suc gastrique (mucus stomacal) et le jus de viande renferment constamment de l'*acide lactique*; le même corps se rencontre pour une légère fraction d'un centième dans le sang et dans presque tous les liquides animaux. C'est le même corps qui, par l'acidification du sucre de lait, communique au lait aigri son acidité; c'est encore l'acide lactique qui se forme souvent en proportion notable dans la fermentation d'un grand nombre de plantes (choucroûte, feuilles de betteraves, concombres, etc.). On observe aussi le sucre dans le sang, mais, au maximum, dans la proportion de 0.015 p. c.; ce n'est que dans le sang des veines hépatiques (du foie) que cette proportion s'élève ordinairement davantage et atteint 0.1 p. c.; la substance même du foie est relativement riche en un corps sucré ou qui se transforme facilement en sucre (glycogène). Les muscles renferment également de légères proportions d'une substance spéciale appelée *inosite*, corps non azoté que sa composition élémentaire et ses propriétés rapprochent beaucoup du sucre même. Enfin, il se présente dans la bile diverses combinaisons organiques non azotées et, d'une manière générale, les tissus et les humeurs renferment toutes sortes de substances hydrocarbonées classées sous le nom générique de corps extractifs. Mais ces corps

sont, quant aux proportions existantes, sans importance et s'effacent presque complètement, relativement aux grandes quantités de graisse et de substances azotées que contient l'organisme général.

Relativement aux *substances azotées* du corps animal, il y a à considérer trois groupes de composés: ce sont les corps albuminoïdes ou protéiques, les substances gélatineuses et les substances cornées. A tous les points de vue, les corps albuminoïdes sont les plus importants, car c'est d'eux et des organes qu'ils constituent que dépendent toutes les manifestations de l'activité vitale; ils livrent, en outre, les matières premières d'où dérivent les composés des deux autres groupes, tandis que ceux-ci, une fois formés, ne paraissent pas pouvoir retourner à l'état de corps albuminoïdes, ni pouvoir se substituer à eux dans l'accomplissement des fonctions nutritives.

Les *corps albuminoïdes* existent dans l'organisme sous des états divers, suivant les organes et les liquides que l'on considère et dont ils forment les éléments prépondérants; de plus, ces modifications d'état des substances albuminoïdes, par lesquelles elles passent de l'une à l'autre, se produisent presque continuellement sous l'influence vitale, par les réactions les plus simples. On distingue, d'abord, trois espèces de substances albuminoïdes: ce sont l'albumine proprement dite ou blanc d'œuf (dans le sens restreint du mot), la fibrine (cellulose animale) et la caséine (principe du fromage). L'*albumine* prédomine dans presque tous les fluides animaux, parti-

culièrement dans le chyle, dans le serum (partie aqueuse incolore du sang), de même que dans le contenu liquide et coloré en rouge par l'hématine des globules sanguins, dans le jus de la viande et dans la substance nerveuse. On sait que l'albumine possède la propriété de se coaguler et de se séparer en une masse floconneuse lorsqu'on soumet la solution aqueuse qui la contient ou les liquides qui la renferment à une température de 70 à 80° C.; après la coagulation, l'albumine n'est plus soluble dans l'eau pure.

Outre l'albumine, le sang renferme de la *fibrine* dissoute; celle-ci se coagule rapidement à la température ordinaire, aussitôt que le sang est séparé du corps vivant. Elle apparaît alors sous l'aspect d'une masse gélatineuse, englobant les globules sanguins et formant un caillot qui s'isole de la partie aqueuse et incolore, le serum. Le tissu musculaire est aussi constitué par une fibrine particulière (*syntonine*), mais celle-ci diffère de la fibrine du sang en ce qu'elle possède une structure organique; elle apparaît sous l'aspect d'un agglomérat de cellules à formes très-diverses. La fibrine musculaire se comporte aussi, dans maintes réactions chimiques, différemment de celle du sang, mais elle est toutefois facilement transformée en albumine soluble, sous l'influence des sucs digestifs.

Quant à la *caséine*, elle n'est en proportion notable que dans le lait; c'est un produit exclusivement sécrété par les glandes mammaires et que l'on

ne peut donc considérer comme un élément commun à tous les organes. Elle ne se coagule pas lorsqu'on chauffe le lait ; la membrane qui apparaît à la surface de ce liquide, lorsqu'on le soumet à l'évaporation, est due à l'apparition d'un corps spécial se modifiant au contact de l'air. Par contre, la caséine se coagule et se précipite presque complètement lorsqu'on met le lait en contact avec une petite quantité d'estomac de veau (caillette) ou lorsqu'on ajoute au lait légèrement chauffé un peu d'acide acétique (vinaigre), d'acide lactique et diverses autres substances, ou encore lorsqu'on laisse aigrir le lait.

Tous les corps albuminoïdes renferment comme éléments essentiels du carbone, de l'hydrogène, de l'azote, de l'oxygène et une faible quantité de soufre en combinaison organique avec les autres éléments. Ces éléments constituants se présentent dans des proportions tellement constantes, qu'il n'est pas possible de distinguer les matières albuminoïdes les unes des autres d'après leur composition centésimale ; bien plus : le même corps albuminoïde extrait d'organes ou d'organismes différents montre aussi des différences de composition élémentaire. La teneur en carbone varie de 52 à 54 p. c. ; celle en hydrogène s'élève à 7 p. c. ; la proportion d'azote varie de 15 à 17 p. c. ; celle d'oxygène de 21 à 24 p. c., et le soufre y entre pour 1 à 1.5 p. c. Habituellement, on admet que la proportion d'azote est de 16 p. c., et la richesse en azote d'une substance albuminoïde quel-

conque étant connue, on obtient la quantité totale d'albumine qu'elle renferme en multipliant ce chiffre, qui exprime le degré de richesse, par le coefficient 6.25 ( $6.25 \times 16 = 100$ ). Outre le soufre, une certaine proportion de phosphore accompagne généralement les corps albuminoïdes; il semble y exister à l'état d'oxydation, sous forme d'acide phosphorique libre, et non s'y trouver en combinaison organique; il ne faut donc pas le considérer comme un élément essentiel de l'albumine.

Les *substances gélatineuses* entrent dans la constitution du corps animal pour une part qui, à en juger d'après le poids qu'elles représentent, n'est guère inférieure à celle des composés albuminoïdes. Elles forment la matière organique azotée des os et des cartilages, ainsi que la majeure partie de la masse des tendons, ligaments, capsules, du tissu aponévrotique et de la peau. Une ébullition prolongée dans l'eau les dissout et les transforme en gélatine animale. Leur composition élémentaire se rapproche beaucoup de celle des corps albuminoïdes; en général, elles contiennent seulement un peu moins de carbone (50 à 51 p. c.) et la substance cartilagineuse un peu moins d'azote (environ 15 p. c.), tandis que celle des os, des tendons et de la peau est, par contre, plus riche en azote (environ 18 p. c.). L'analyse n'y constate pas la présence du soufre en combinaison organique ou, s'il y existe, la proportion de ce corps est inférieure à celle que nous avons signalée pour les composés albuminoïdes.



Le *tissu corné* s'observe spécialement à la périphérie du corps; tantôt il apparaît à l'état de couche mince, le tapissant extérieurement (épiderme), tantôt il se présente sous des aspects très-divers, notamment sous forme de poils, de laine, de corne, de sabots, d'onglons, de plumes, etc. La matière sèche de toutes ces productions, dépouillée de matières minérales, contient uniformément 50 à 51 p. c. de carbone, environ 7 p. c. d'hydrogène, 16 à 17 p. c. d'azote, 20 à 22 p. c. d'oxygène et 3 à 5 p. c. de soufre en combinaison organique. Il n'y a donc de différence essentielle entre la composition élémentaire du tissu corné et celle des matières albuminoïdes et gélatineuses que relativement au soufre, qui y existe en proportion plus élevée; quant aux autres éléments, leur composition est à peu près identique à celle de ces dernières.

On voit donc que toutes les substances organiques qui dominent dans le corps animal ont une composition élémentaire très-voisine et qu'elle est, *en moyenne*, presque analogue à celle de l'albumine pure, de laquelle toutes dérivent, directement ou indirectement, par les phénomènes de la nutrition et de l'accroissement. Cette concordance a aussi été établie par des expériences faites en Angleterre sur une grande échelle et dans lesquelles on a opéré avec des animaux entiers, bœufs, moutons et porcs, les uns étant maigres et les autres gras. Ces recherches ont été dirigées de manière à déterminer exactement les quantités d'eau, de corps minéraux fixes, de

graisse et des autres substances organiques et la teneur en azote pour ces dernières. Le reste de la matière organique comprenait donc toute la substance de même nature qui, outre la graisse, était contenue dans les animaux; ce reste concordait presque exactement, quant au poids, avec la quantité d'albumine indiquée par la multiplication de l'azote directement trouvé par le coefficient 6.25 (*voir plus haut*). La différence n'a varié que de 0.0 à 0.6 au maximum du poids vivant des animaux; en moyenne, pour toutes les expériences, au lieu de 14.67 p. c. de matière organique résultant du pesage, le calcul de l'albumine en raison de la teneur en azote a donné 14.83 p. c. du poids net des animaux. Il ressort aussi de ces faits que, indépendamment des substances albuminoïdes, des matières gélatineuses et des productions cornées, les autres composés organiques azotés renfermés dans le corps animal et qui sont des éléments constitutants du jus de viande, de la bile, etc., ne peuvent, à cause de leur faible proportion, exercer une influence sensible sur la composition élémentaire, spécialement sur la teneur centésimale en azote de la substance organique du corps animal entier.

Relativement aux *substances minérales*, c'est-à-dire aux éléments des cendres du corps animal, il est à remarquer que leur quantité totale varie, en nombres ronds : pour la bête bovine de 4 à 5 p. c., pour le mouton de 2.8 à 3.5 p. c., pour le porc, de 1.8 à 3 p. c. du poids vivant; les minimum indiqués

s'appliquent à l'état maigre et les maximum à l'état gras des animaux. L'acide phosphorique et la chaux existent en proportions presque égales et forment ensemble environ les  $\frac{4}{5}$  de la matière inorganique totale; le cinquième restant est constitué par de la potasse, de la soude, de la magnésie, du chlore, de l'acide sulfurique, de l'acide carbonique et par une proportion très-faible d'acide silicique. Comme nous l'avons indiqué plus haut, le soufre qui est engagé dans des combinaisons organiques apparaît comme élément constituant de la plupart des corps azotés de l'organisme et il est laissé ici hors d'appréciation.

On sait que les os renferment une grande proportion de matières minérales (cendres d'os), s'élevant ordinairement, pour des animaux d'un âge moyen ayant accompli leur croissance, aux  $\frac{2}{3}$  de la masse sèche et dégraissée. Peu de temps après la naissance, les os secs renferment seulement 50 p. c. de substances fixes; mais à un âge avancé, on en constate souvent jusqu'à 75 p. c. de leur poids; les couches externes des os, spécialement dans les os creux (longs) sont toujours plus riches, tandis que les zones internes, plus poreuses, sont un peu plus pauvres en matières inorganiques. La cendre totale des os est formée, au moins pour les  $\frac{7}{8}$ , par du phosphate de chaux; le reste consiste en carbonate de chaux et en faibles quantités de magnésie, de fluorure de calcium et de sels de sodium. La substance sèche et privée de graisse des os contient donc 27 p. c. d'acide phosphorique, 38 p. c. de chaux, 3 à 4 p. c. d'acide

carbonique et 0.5 à 1 p. c. au plus de magnésie. Les os frais sont souvent riches en graisse et, d'ordinaire, la quantité de ce corps augmente avec l'âge et avec l'état d'embonpoint de l'animal ; dans certaines affections, par exemple dans l'ostéomalacie (fragilité des os), la proportion de graisse s'élève jusqu'au delà de 40 p. c., et alors souvent aussi la quantité de phosphate de chaux a notablement diminué, tandis que celle du carbonate de chaux a augmenté dans le même rapport.

Les os renferment beaucoup plus de *chaux* que d'*acide phosphorique* ; si l'on considère le corps en général, on trouve que les proportions de ces deux éléments sont à peu près égales parce que les tissus mous et les liquides organiques sont proportionnellement plus riches en acide phosphorique, quoique cependant la proportion absolue, en ces éléments, ne soit pas élevée ; ainsi, par exemple, la viande fraîche dégraissée, renfermant environ 25 p. c. de substance sèche, ne dose que 0.5 à 0.6 p. c. d'acide phosphorique ; les mêmes quantités de cet acide se retrouvent dans la substance nerveuse ; le sang, au contraire, ainsi que le chyle et les sucs digestifs en contiennent beaucoup moins, seulement 0.1 à 0.2 p. c. La viande, le sang et le chyle sont très-pauvres en chaux, ils n'en contiennent que 0.01 à 0.02 p. c. ; ce n'est que dans les sucs digestifs que cette proportion s'élève de 0.1 à 0.2 p. c.

La *magnésie* paraît jouer un rôle assez peu essentiel dans la constitution et l'entretien de l'orga-

nisme des mammifères; du moins relativement à la chaux, elle n'occupe qu'un rang très-secondaire: la proportion totale atteint à peine la trentième ou la quarantième partie de celle de la chaux. Il en est tout différemment de la potasse et de la soude et même du chlore, qui existe surtout à l'état de chlorure de sodium. Sans doute, la quantité absolue de ces substances minérales n'est pas considérable, mais elles sont des éléments absolument indispensables des fluides et de la trame des tissus où s'accomplissent activement les phénomènes nutritifs et où, conséquemment, il y a, à chaque instant, destruction et reproduction de matière. Ces derniers éléments sont donc aussi sans cesse expulsés en proportion importante avec les produits de la désassimilation organique, et ce n'est qu'à la condition qu'il en soit réintroduit constamment et en proportion convenable que la nutrition suivra son évolution normale à tous les points de vue et que l'organisme entier se maintiendra dans un état sain.

Il est très-remarquable que la *potasse* existe en proportion infiniment supérieure à la *soude* dans toutes les cellules des tissus où règne une grande activité fonctionnelle, notamment dans la substance musculaire, dans la substance nerveuse, ainsi que dans les globules sanguins. La potasse paraît donc remplir un rôle majeur dans la formation cellulaire de ces tissus et dans l'accomplissement régulier de leur mission. Par contre, les alcalis sont représentés dans les cartilages et même dans les os presque exclu-

sivement par la soude; les derniers cependant, lorsqu'ils sont complètement développés, en contiennent extrêmement peu. La soude forme aussi, particulièrement à l'état de *chlorure de sodium*, un élément caractéristique du serum et du chyle, de même que dans tous les sucs digestifs et dans toutes les substances gélatineuses du corps. Cette répartition des deux alcalis dans l'organisme offre, au point de vue des proportions, un caractère extrêmement constant dans les tissus et les humeurs ; néanmoins, la quantité absolue existante paraît faible puisqu'elle ne s'élève guère à plus de 50 à 60 gr. par 50 kil. poids vivant. Cependant, comme il y a une évacuation incessante d'alcalis par les urines, la nutrition éprouverait rapidement des perturbations graves si l'on ne réparait presque journellement les pertes en alcalis. Les résultats d'expériences directes et récentes établissent surabondamment ce fait. Nous les consignons ici.

Nous rapportons d'abord les recherches établies au laboratoire de physiologie animale de l'université de Bonn. Deux jeunes chiens âgés de sept semaines ont été nourris avec d'égales quantités de viande hachée et épuisée aussi complètement que possible des sels qu'elle renfermait par des lavages à l'eau. L'un des chiens reçut en supplément du chlorure de sodium et l'autre du sel de potasse (4 à 6 gr. par jour) correspondant à la quantité de sel de potasse contenue dans la viande fraîche. Au bout de 26 jours, le premier animal, d'un poids initial de 3405 gr.,



pesait 4215 gr., et le second passait du poids de 3290 gr. à celui de 5375 gr.; ainsi, dans le même temps et sous l'influence de mêmes conditions alimentaires, le second chien acquérait une augmentation de poids  $2 \frac{1}{2}$  fois plus grande que celle du premier. La digestion et la résorption du fourrage absorbé furent absolument les mêmes pour les deux sujets; mais, à la fin de l'expérience, le chien qui avait reçu le supplément de sodium était dans un piteux état; il marchait à peine et restait d'ordinaire tristement retiré dans un coin; son œil était terne, le corps amaigri et il ne prenait sa pitance qu'avec répulsion. L'autre chien, au contraire, conservait tous les caractères d'un animal vigoureux, gai et intelligent; son système musculaire s'était fortement développé, sans qu'il y eût toutefois embonpoint. Ayant interverti l'expérience, le poids vivant du chien soumis précédemment au régime du sodium et qui maintenant recevait de la potasse, atteignit, en 32 jours, 6065 gr.; l'autre, au contraire, assujéti actuellement au régime du sodium, acquit le poids de 5905 gr. La différence dans l'augmentation de poids des deux animaux s'éleva ainsi à 1320 gr., soit près du  $\frac{1}{4}$  du poids total du chien recevant de la potasse.

Des résultats entièrement semblables ont été obtenus à l'académie agricole de Poppelsdorf. Deux porcs d'une même portée, ayant le même poids vivant au début de l'essai, soit 62.5 kil., ont été nourris au moyen de déchets provenant de la préparation de l'extrait de viande dit de Liebig et de féculé de

pommes de terre. Ces aliments furent donnés aux porcs en quantités progressives; chaque animal consumma, en moyenne, par jour, pendant les 73 jours que dura l'expérience, 0,720 kil. de résidus de viande moulus; 2,370 kil. d'amidon et 8 à 10 gr. de chlorure de sodium (sel marin). L'un des sujets en expérience reçut des sels de potasse (à l'état de chlorure et de phosphate) dans une proportion correspondante à celle contenue dans les résidus de viande, tandis que l'autre animal fut privé de ces sels. Au bout de 73 jours, le premier animal avait acquis un poids vif de 98 kil. et le second celui de 79 kil., soit une différence, en faveur du régime aux sels de potasse, s'élevant à 19 kil. Ici encore, l'animal qui trouvait la potasse nécessaire dans la ration se distingua par une grande vigueur et un excellent aspect, tandis que l'autre restait affaissé et somnolent. D'autres recherches ont donné lieu à des observations complètement concordantes relativement à l'influence des sels de potasse sur le corps vivant, et l'on peut en conclure que les différences étonnantes constatées dans l'effet nutritif des fourrages doivent être attribuées, surtout dans les cas précédents, au titre différent de la ration en potasse et bien moins à l'acide phosphorique. Au surplus, le résidu d'extrait de viande contient l'acide phosphorique en proportion légèrement supérieure à celle de la potasse, et, dans les expériences sur les chiens, le sujet privé de soude recevait du phosphore sous forme de phosphates terreux.

Dans les expériences prérappelées, il n'a pas été établi d'observations précises pour reconnaître si l'insuffisance des sels ne produisait pas des changements dans les transformations qu'éprouvent les matières nutritives ingérées ou s'il n'en résultait pas des désordres dans les fonctions de certains organes. La faible augmentation de poids des animaux recevant la soude pouvait, en effet, être due simplement à ce que l'organisme assimilait moins d'eau ; de plus, les sujets en expérience étant très-jeunes réclamaient naturellement, pour un développement normal, beaucoup plus de matières minérales que des animaux adultes, pour se maintenir en très-bon état. Ces études ne permettaient donc pas de conclure définitivement au sujet de la nécessité d'une dose convenable de potasse pour des animaux adultes. Des recherches complémentaires étaient indispensables et elles ont été entreprises à l'institut physiologique de l'université de Munich. On a opéré sur des animaux entièrement développés, sur des pigeons et notamment avec des chiens de grande taille et en tenant compte des quantités de sels absorbées et rejetées ; de plus, à la fin d'une expérience, on a analysé tous les organes de l'un des animaux. Les pigeons furent nourris au moyen de caséine et de fécule privées de toutes matières salines, et les chiens avec de la farine de viande et de la graisse additionnées de fécule et préalablement dépouillées de leurs sels. Les mêmes phénomènes ont toujours été observés : au bout de quelques jours, par suite du défaut de substances

salines, tous les animaux montraient un extrême abattement et une grande faiblesse musculaire, surtout dans les extrémités des membres ; vers la fin de l'expérience, ils furent atteints de crampes et manifestèrent une excessive irritabilité nerveuse. Cependant la digestion et la décomposition des aliments absorbés avaient été absolument normales et, lorsqu'au bout de 13 jours d'expérience, l'un des pigeons ayant régulièrement consommé la ration qu'on lui imposait, succomba à des accidents nerveux violents et répétés, l'autopsie montra que le corps était en bon état d'entretien et les organes absolument sains. Les mêmes constatations furent faites sur l'un des chiens, qui fut abattu le 24<sup>e</sup> jour, l'abattement, la faiblesse musculaire et les symptômes nerveux ayant atteint leur maximum d'intensité.

Aussi longtemps que les animaux reçoivent encore une quantité de nourriture organique combustible, appropriée quant à sa nature et à sa quantité, la digestion, la résorption et la décomposition de cette nourriture ont lieu tout à fait normalement, même à l'exclusion des sels nutritifs préindiqués. Ce n'est que dans les derniers jours de la vie que l'animal, à cause de sa faiblesse physique générale et des désordres qu'elle détermine dans les fonctions vitales, ne digère plus la nourriture organique librement ou forcément absorbée et qu'il la rejette par des vomissements. Mais la privation des sels hâte souvent la mort alors que l'état physique général paraît encore florissant et qu'il semble que l'animal, même privé

entièrement d'aliments combustibles, eût encore pu vivre plusieurs jours. On doit en donc conclure que les phénomènes observés chez tous les animaux mis en expérience, spécialement leur état d'affaiblissement et d'abattement, sont la conséquence directe et exclusive du défaut de sels dans les aliments; en outre, que la mort survient relativement vite parce que les substances minérales essentielles à la constitution normale des liquides et des organes, ainsi qu'à leur activité fonctionnelle, sont enlevées et évacuées par les urines. C'est ce qui, du reste, a été confirmé par l'examen attentif des divers organes de l'un des chiens d'expérience. Par la privation de sels, le sang, les muscles et le cerveau avaient perdu environ 10 p. c. de leur poids d'eau; la quantité totale des matières minérales avait diminué dans le sang de 29.9, dans les muscles de 6.2 et dans le cerveau de 4.7 p. c.; celle de l'acide phosphorique avait baissé dans le sang de 16.6, dans les muscles de 7.5 p. c., relativement à la teneur normale; enfin, la proportion de chlore dans le sang avait éprouvé une réduction de 31.1 p. c. de la richesse normale en cet élément. Le sang, les muscles et les autres parties molles avaient subi ensemble une réduction d'acide phosphorique s'élevant à 33.5 p. c. de la perte totale en cet élément et les os un appauvrissement de 66.5 p. c. Cette perte en acide phosphorique et en éléments minéraux divers, qui atteint ainsi le sang et les autres parties molles du corps, est déjà très-importante; elle doit y provoquer des désordres fonctionnels,

tandis que l'appauvrissement du système osseux, à raison de la grande quantité d'acide phosphorique qu'il renferme, est à peine saisissable par l'analyse chimique. Une observation analogue a aussi été faite à Proskau, dans des expériences sur des chèvres laitières nourries, les unes au moyen de fourrages très-pauvres en acide phosphorique, les autres avec des aliments très-pauvres en chaux. Les animaux succombèrent au bout de 50 jours, en proie aux mêmes accidents que précédemment, et l'analyse chimique révéla que les os contenaient absolument les mêmes proportions d'acide phosphorique et de chaux que s'il s'était agi d'animaux parfaitement sains. L'explication de ce phénomène est facile : les matières minérales soustraites au sang et expulsées au dehors par les urines, le lait, etc., étaient enlevées aux autres liquides et parties molles du corps et les perturbations déterminées, par là, dans les fonctions organiques occasionnèrent la mort avant qu'aucune modification essentielle eût lieu dans la composition des os. Même chez des agneaux âgés de 2 1/2 à 4 1/2 mois, on n'a observé aucune différence dans la composition normale des os, après les avoir nourris pendant 55 jours avec des aliments ne contenant guère d'acide phosphorique (0,387 kil. par jour et par tête), ni de chaux (0,195 kil. par jour et par tête); cependant, les animaux se trouvaient, à la fin de l'expérience, dans un état misérable et bien voisin de la mort. Le développement des divers organes et la croissance étaient entravés ; aussi le poids de ces animaux éprouva une

de 6,5 à 7 kil. par tête, tandis qu'un agneau de même âge normalement nourri accusa, dans le même temps, une augmentation de poids de 6,750 kil.

Toutes ces nouvelles recherches montrent clairement la haute importance qu'il faut attacher aux matières minérales contenues dans les aliments pour l'édification et l'entretien de l'organisme animal. Toutefois on ne peut en déduire des conclusions relativement à la quantité de sels nutritifs impérieusement réclamée, soit qu'on les considère d'une manière générale ou isolément. Au nombre des corps de cette nature qu'il faut nécessairement livrer à l'animal, l'acide phosphorique, à un point de vue quantitatif, prend tout particulièrement une place supérieure et, d'une manière provisoire seulement, les observations connues autorisent à admettre que, dans l'alimentation des carnivores, il faut, pour une partie en poids d'azote, 0.15 d'acide phosphorique (soit le rapport de 7 à 1), tandis que, dans la nourriture d'entretien des herbivores et spécialement des ruminants, la proportion d'azote et celle d'acide phosphorique devraient être dans le rapport de 1 à 0.33. Toutefois, la quantité minimum de sels minéraux à fournir aux animaux ayant atteint leur complet développement ne peut pas être élevée et elle est peut-être un peu plus faible qu'on ne l'admet ordinairement. Les sels nutritifs existent habituellement *en surabondance* dans la nourriture; l'excès est rapidement enlevé au sang par les reins et expulsé, de manière que, lorsque leur introduction est constante,



produit bientôt équilibre entre l'entrée et la sortie des matières minérales dans l'organisme.

Les sels qui se rencontrent dans le corps peuvent être rangés en deux catégories. Il y a, en première ligne, ceux qui interviennent à titre d'éléments indispensables dans la constitution anatomique des tissus ou des liquides et qui sont ainsi engagés dans des combinaisons plus ou moins fixes avec les substances organiques combustibles ; ce sont, à proprement parler, les *sels incorporés* à l'organisme. Ils forment de beaucoup la plus grande partie des éléments minéraux existants dans le corps et ils se présentent, en général, dans l'organisme adulte et sain, dans des proportions très-constantes, soit qu'on considère les quantités relativement, soit qu'on les rapporte à la masse totale de la substance organique. En second lieu, lorsque le régime alimentaire est riche, les liquides organiques renferment en dissolution, c'est-à-dire non engagées dans des combinaisons fixes, une dose beaucoup plus faible de matières salines ; elles peuvent bien communiquer aux fluides, du moins dans certaines limites, une plus grande concentration, mais jamais s'accumuler en quantité quelque peu considérable. Elles sont promptement éliminées du corps par les urines, en compagnie des sels que le cours normal des fonctions et l'oxydation des corps comburés mettent en liberté ou qui entrent en combinaisons avec les produits de désassimilation de l'échange organique. Les sels de cette seconde catégorie ne sont pas complètement et aussitôt qu'ils

ont pénétré dans le sang repris et évacués par les reins ; ils restent en partie dissous dans les liquides circulants, et ils peuvent, associés avec des matières organiques, et notamment avec les corps albuminoïdes, si l'alimentation, d'ailleurs suffisante, est trop pauvre en matières minérales, quitter le canal digestif et entrer dans la circulation.

C'est en concordance avec ce fait que l'on a constaté, dans les expériences de Munich rappelées plus haut, que l'évacuation des sels était précisément la plus faible lors de l'absorption par le corps d'aliments combustibles abondants, mais très-pauvres en matières minérales. Ceci établit que le corps animal complètement développé est très-économe de matières salines *constituantes* et qu'il peut subvenir à ses besoins sous ce rapport avec des quantités minimum ; néanmoins, la dose de matières minérales ingérées ne peut tomber impunément en dessous de certaine limite, car si l'acte d'élimination des sels peut diminuer, il ne peut jamais être complètement suspendu. Lorsqu'on fournit au corps vivant une somme de matières salines absolument insuffisante, il éprouve constamment des pertes qui entraînent, plus ou moins rapidement sa mort.

Dans la pratique, lorsqu'il s'agit de l'alimentation d'animaux adultes que l'on veut maintenir dans un état de chair moyen ou soumettre à l'engraissement, il n'y a guère à redouter dans la ration une insuffisance des sels nutritifs ; ils existent, au contraire, ordinairement en grand excès. Le sel marin seul fait

parfois, à certains égards, une exception, ainsi qu'on l'indiquera plus loin. Sans doute, l'opinion est très-répan due que le manque d'acide phosphorique et de chaux dans la ration journalière des animaux peut être la cause principale d'une affection qui, dans certaines contrées, atteint spécialement les ruminants et que l'on nomme ostéomalacie (défaut de solidité, ramollissement des os). Mais cette opinion serait tout au plus fondée si ce déficit existait pendant la croissance de l'animal et déjà dans le jeune âge. Chez des animaux développés et qui ont joui antérieurement d'une bonne santé, l'absence de chaux ou d'acide phosphorique ne peut guère être la cause directe de cette maladie, car nous avons vu que des animaux réunissant ces qualités meurent dans un temps relativement court lorsque ces substances minérales ou l'une d'elles seulement viennent à faire défaut : ils succombent avant qu'il se manifeste un changement essentiel dans la composition des os.

Les animaux jeunes, en voie de rapide accroissement, réclament naturellement l'acide phosphorique et la chaux en proportion beaucoup plus forte, à un point de vue relatif comme sous le rapport absolu, que des sujets développés. La quantité minimum nécessaire par jour et par tête, pour réaliser une conformation normale, peut se déduire de la composition du corps de l'animal adulte. Comme on compose généralement la ration du jeune bétail au moyen de fourrages riches et surtout facilement digestibles par exemple de grains et petits grains, de même qu

de pommes de terre et de betteraves avec addition de foin de pré tendre, et qu'ainsi l'acide phosphorique domine notablement la chaux, il faudra d'abord généralement rechercher si, comme c'est ordinairement le cas dans ces conditions, un supplément en chaux est prescrit ; dans l'affirmative, on la fournit à peu de frais sous forme de craie pulvérisée et lavée ou en mettant à la portée des animaux des pierres calcaires tendres. C'est pour les jeunes porcs, bien plus que pour les bêtes bovines, lorsqu'il s'agit de leur faire atteindre dans le plus bref délai possible un grand poids vivant, qu'il convient d'assurer complètement les besoins en chaux, à cause de la composition particulière du régime alimentaire de ces animaux. Il faut aussi, dans l'alimentation des vaches laitières, accorder une attention sérieuse aux proportions de matières minérales, spécialement de chaux et d'acide phosphorique, que renferme la ration. Nous reviendrons sur ce point dans un autre chapitre.

Dans les conditions ordinaires de la pratique, il ne se produira assurément jamais, pour les herbivores, de désordres fonctionnels pouvant être attribués à l'insuffisance de la *potasse*. La quantité de cet élément qui est indispensable pour former et entretenir le corps animal est surabondante dans chaque fourrage végétal et notamment dans tout mélange formant la ration ordinaire. Il est vrai que certain fourrage riche, spécialement recommandé pour les porcs et mis dans le commerce depuis peu, — j'ai nommé la farine de viande ou résidu de la fabrication

de l'extrait de viande, — renferme trop peu de potasse pour les besoins du corps; mais il ne viendra à l'esprit d'aucun cultivateur de se servir exclusivement de ce fourrage. On ne peut attendre un effet rémunérateur de cet aliment qu'en le faisant consommer par petites quantités et en l'associant à des fourrages pauvres en azote, par exemple la pomme de terre, le maïs concassé, de l'orge égrugée, etc., qui compensent la pénurie en potasse du fourrage intensif.

Il en est tout autrement de la soude, particulièrement du *chlorure de sodium* introduit dans le corps animal; le sel marin se décompose en partie en présence d'autres substances salines et concourt à la formation des cellules et des liquides organiques. Il exerce, en outre, à l'état de sel marin, une influence favorable, en déterminant le passage des éléments nutritifs et notamment des substances albuminoïdes, du canal digestif dans le courant circulatoire; il agit alors en facilitant leur diffusion ou leur résorption à travers les tissus qu'ils imprègnent. Dans certaines limites, le sel marin accélère aussi le mouvement circulatoire et, conséquemment, les transformations des substances nutritives; en un mot, il augmente la puissance de l'échange organique. Il semble que, pour cela, un certain excès de chlorure de sodium parcourant tout le corps est constamment nécessaire, et il est immédiatement porté au dehors par les voies urinaires, afin d'équilibrer l'absorption et l'élimination. Les besoins en sel se manifestent particulièrement chez quelques espèces herbivores, soit parce

que les fonctions vitales s'effectuent chez elles avec une certaine paresse naturelle, soit parce que, pour une cause qui nous échappe, ils s'efforcent d'élever l'énergie de l'échange organique ; mais la dose nécessaire en sel marin s'accroît encore si, comme c'est le cas pour la plupart de nos grands animaux domestiques, on les soumet au régime d'une stabulation presque permanente, pour en obtenir, par une alimentation intense, une aptitude productive aussi élevée que possible.

Une alimentation de nature végétale rend généralement les besoins en sel plus grands qu'un régime animal. Les carnivores puisent dans leurs aliments, notamment lorsque ceux-ci consistent en proies vivantes, des quantités sensiblement égales de soude (et respectivement de chlorure de sodium) et de potasse ; le rapport entre les deux alcalis est encore favorable dans le lait, spécialement dans celui de la vache, où il est, en moyenne, de 1 de soude pour 3 de potasse. Les herbivores vivant à l'état sauvage et ceux qui parcourent de bons pâturages permanents trouvent suffisamment de soude dans les aliments dont ils se rassasient ; on sait que les *prés salés* se distinguent généralement par la production d'une herbe succulente, riche et très-bienfaisante. Par contre, les animaux tenus en stabulation sont souvent astreints à consommer de grandes masses de fourrages riches en potasse, mais pauvres en soude et presque dépourvus de chlore : tels sont, par exemple, la pomme de terre, les grains et déchets des céréales et des

légumineuses; les fourrages fibreux ordinaires et les betteraves ne renferment, même lorsqu'ils ont été récoltés dans des conditions culturales qui se présentent souvent, que de très-faibles proportions de soude à côté de notables quantités de potasse. Cependant, la soude et le chlore sont des éléments essentiels du sang comme de tous les fluides organiques et, ainsi que des expériences directes l'ont établi, ils sont rapidement et en fortes proportions éliminés avec les urines, surtout lorsque l'animal ingère beaucoup de potasse; il en résulte que le sang s'appauvrit en chlorure de sodium, et la nécessité de remplacer celui qui disparaît ainsi augmentant progressivement, l'organisme s'épuise, devient malade, et l'animal finit par succomber si la privation se prolonge davantage. Le sel constitue donc un aliment indispensable et nullement un simple condiment de luxe. Ces faits et ces considérations sont applicables aux espèces animales domestiques comme à l'homme, spécialement aux classes pauvres du peuple, qui se nourrissent presque exclusivement de pain et de pommes de terre. Assurément, la quantité de sel rigoureusement exigée n'est pas considérable, l'organisme animal peut aussi gérer économiquement les besoins en cet élément et se maintenir en équilibre avec une dose de sel relativement faible; néanmoins, un certain excès se justifie encore en ce qu'il communique aux fourrages une saveur plus relevée. Sous ce rapport, il faut considérer le sel marin comme un don précieux pour une exploitation lucrative et intensive de l'agriculture.



## CHAPITRE II.

### De l'échange organique dans le corps animal.

Quelle que soit la diversité de structure et de composition chimique de l'organisme, quelque variées que soient les fonctions physiologiques de chacun des organes, la nutrition animale se montre cependant comme très simple dans son ensemble et, relativement à notre but, nous pouvons dépeindre en quelques traits son cours général et ses conséquences.

D'après ce qui a été exposé précédemment, on peut considérer le corps animal entier, dans sa constitution intrinsèque, comme simplement formé d'albumine, de graisse, d'eau et d'éléments minéraux fixes. Le processus vital, sous l'activité combinée de tous les tissus et de toutes les humeurs, transforme à chaque instant de la vie une certaine quantité de ces corps, d'abord afin de restaurer la force usée par les mouvements internes ou externes dans la décomposition de ces corps, et ensuite afin de renouveler le calorique émis au dehors. Pour réagir contre cette tendance destructive de l'organisme, bien plus : pour maintenir celui-ci dans un état normal, il faut lui présenter une *nourriture appropriée*, lui livrer des matériaux analogues à ceux que le processus vital a usés, susceptibles d'être assimilés dans les liquides et les tissus; l'apport de substances nouvelles doit être d'autant plus riche si la nutrition, au lieu de

pourvoir exclusivement à la restauration des pertes subies, doit subvenir aux besoins d'une production supérieure, comme, par exemple, lorsque l'animal est dans la période de croissance. Sans considérer ici l'eau et les sels minéraux, auxquels nous nous sommes déjà arrêté précédemment, occupons-nous de l'échange organique dont le corps animal est le siège, au point de vue des transformations qu'éprouvent les *éléments organiques combustibles* et la nourriture absorbée.

Les composés organiques qui passent de l'appareil digestif, aussi longtemps que celui-ci renferme encore des restes de la nourriture ingérée, dans le courant circulatoire des liquides, c'est-à-dire qui sont *résorbés*, consistent essentiellement en albumine, graisse et sucre. Ceci s'applique d'abord aux herbivores, tandis que les carnivores, le chien par exemple, peuvent se maintenir dans un état d'entretien moyen, réparer toutes les pertes dues à l'exercice des fonctions en ne recevant, dans la ration quotidienne, que de l'albumine (chair privée de graisse), de l'eau et les sels minéraux nécessaires. Cependant, l'alimentation des carnivores est aussi rendue beaucoup plus facile, la fixation abondante de matériaux nutritifs et la croissance rapide de ces animaux ne sont possibles que s'il se joint de la graisse à la nourriture albuminoïde ou bien, selon les circonstances, que si une partie de la graisse est remplacée par des hydrates de carbone (amidon, sucre, etc.); on sait, en effet, que ces derniers remplissent un rôle impor-

tant dans l'alimentation de tous les herbivores, ainsi que des espèces qui se nourrissent d'un régime mixte (omnivores).

Du canal digestif, l'*albumine* passe dans les vaisseaux sanguins et dans les vaisseaux chylifères, en partie comme telle ou sous l'une ou l'autre de ses modifications solubles et, en partie, seulement après avoir été transformée, sous l'influence du suc gastrique, en un corps appelé *peptone*. Il n'est pas encore démontré si la peptone retourne derechef dans le corps à l'état d'albumine et si elle peut servir à la formation de tissus animaux; il semble plutôt, ainsi qu'on l'observe dans certains régimes alimentaires par la résorption de la gélatine du canal digestif, que la peptone est rapidement détruite et qu'elle a pour mission principale de prévenir la décomposition de l'albumine proprement dite existant dans les fluides et les tissus. L'albumine n'est pas seulement résorbée dans l'estomac : elle est également absorbée par les capillaires dans presque toute la longueur du canal intestinal.

Les *corps gras* contenus dans les aliments parviennent dans les canaux circulatoires en grande partie dans leur état originaire, ou bien après avoir éprouvé de légères modifications sous l'action de la bile et du suc pancréatique; il n'est pas nécessaire, pour cela, ainsi qu'on l'a prétendu, que ces matières subissent préalablement, dans le canal digestif, une saponification complète. La membrane animale doit être perméable à la substance grasse pure, sinon

l'accumulation de celle-ci dans le tissu grasseux, lors de l'engraissement, de même que sa disparition de cellules complètement closes lors de l'amaigrissement des animaux, seraient incompréhensibles.

Quant au *sucré*, qui est directement et si facilement enlevé aux organes digestifs par les vaisseaux sanguins, il provient, en partie, des fourrages consommés par les animaux herbivores et omnivores, où il existe tout formé et, en partie, des modifications qu'éprouvent d'autres composés dans le cours de la digestion. L'amidon, la portion digestible de la cellulose brute (cellulose) et même la fraction des corps extractifs non azotés qui est digérée se transforment d'abord en sucre ou en une substance analogue, et c'est dans cet état que leur résorption s'opère.

En même temps qu'un courant sans cesse renouvelé de matériaux nutritifs est versé presque sans interruption du canal digestif dans toutes les parties du corps par l'intermédiaire du système vasculaire, un courant d'*oxygène* vient à la rencontre du premier dans le torrent circulatoire. C'est par l'échange mutuel qui a lieu entre la nourriture digérée transportée par le premier, l'*oxygène* inspiré fourni par le second, et les tissus cellulaires de l'organisme, que se réalisent les conditions propres à l'accomplissement des phénomènes vitaux; c'est dans cette action réciproque que nous devons chercher les sources de la force et de la chaleur animale, ainsi que les lois qui régissent la production et la décomposition, la fixation et la disparition de la chair et de la graisse

dans l'organisme vivant. L'oxygène de l'air atmosphérique pénètre, comme on sait, à travers les poumons dans les voies de la circulation du sang; il est absorbé par les globules sanguins, qui en constituent le véhicule, et s'engage avec eux dans les profondeurs des organes, où il peut exercer, comme dans le sang même, son action destructive, c'est-à-dire oxydante. On peut comparer les globules du sang à de légers bateaux naviguant sur la principale voie de communication, le fleuve chargé d'albumine, transportant à l'aller de l'oxygène, au retour de l'acide carbonique et chargeant par jour, chez l'homme adulte, jusqu'à 2,250 kil. de ces gaz, qu'ils importent et exportent sans bruit. Pendant la nuit, l'exportation en acide carbonique est ralentie, mais les importations en oxygène sont d'autant plus actives et les régions les plus éloignées du centre sont ainsi approvisionnées pour subvenir aux fatigues du lendemain.

La quantité d'oxygène inspiré et livré à la circulation n'est nullement déterminée par le nombre et l'ampleur des mouvements respiratoires, mais uniquement par *l'emploi* auquel il sert : ainsi, elle est d'abord en rapport avec la destruction de substance dans les tissus et dans le sang, et ensuite avec le nombre et la composition normale des globules sanguins; elle est aussi influencée par la nature des aliments et par la masse des organes. Lorsqu'il y a une abondante introduction d'albumine dans le corps, le nombre des corpuscules sanguins est augmenté ainsi que la possibilité d'une absorption plus grande

d'oxygène, toutes les autres conditions restant les mêmes; si l'alimentation est riche et la masse des organes plus considérable, l'attraction pour l'oxygène est renforcée et il peut être *approvisionné* en plus grande quantité dans les organes. Des recherches entreprises simultanément à l'institut physiologique de Munich, sur des hommes, et à la station expérimentale de Weende, sur des bœufs, ont établi que, d'ordinaire, pendant le repos, il s'accumule surtout une quantité très-considérable d'oxygène dans le corps, réserve qui, plus tard, pendant le travail, est consacrée à la formation d'acide carbonique.

Les composés nutritifs sont détruits d'après des règles fixes : d'abord sans l'intervention de l'oxygène dans les cellules, lorsqu'ils traversent celles-ci, emportés dans le protoplasma, et ensuite dans le courant circulatoire (cellules du sang ou corpuscules sanguins), ainsi que dans les tissus, partout enfin où règne une activité cellulaire; les premiers produits de cette dissociation s'emparent d'abord de l'oxygène et règlent son absorption par la respiration. Ainsi, la dissociation des matières doit être considérée comme étant, dans l'organisme, la première métamorphose, et l'absorption de l'oxygène comme étant la métamorphose secondaire, tandis que, autrefois, on admettait, au contraire, que la première était déterminée par la seconde. Si, par une ingestion plus grande de nourriture ou par une excessive dépense de force musculaire, la dissociation des matériaux nutritifs est augmentée et activée, il y a aussi secondairement

plus d'oxygène absorbé, afin que tous les matériaux dissociés soient brûlés et expulsés du corps.

Parmi les corps nutritifs parvenus dans le courant circulatoire des liquides et mis en contact de tous les organes, le sucre, en particulier, est rapidement détruit, c'est-à-dire qu'il est brûlé pendant la respiration ou transformé sous l'empire d'autres phénomènes. Une quantité énorme de sucre ou d'une substance isomérique est livrée par le canal digestif à la circulation du sang dans le corps des herbivores, soit pour un bœuf adulte, en vingt-quatre heures, parfois 6 et jusqu'à 9 kil.; cependant, à l'état normal, le sang de cet animal ne renferme que de très-faibles proportions de sucre (0.004 jusqu'à 0.1 p. c. au maximum), et nulle part on ne constate de dépôt ou d'accumulation de cette substance. On ne peut expliquer ceci que par la résorption que le sucre éprouve peu à peu pendant toute la durée de la digestion, résorption qui l'entraîne sans relâche dans le sang, lequel, en parcourant en moins d'une minute toutes les parties du corps, expose constamment le sucre à une rapide dissociation.

La substance albuminoïde de la nourriture, pour autant qu'elle soit décomposée, est réduite par l'activité cellulaire, soit directement, soit par degrés divers, en *urée* et en *graisse*. Chez les herbivores, il se forme aussi, selon le mode d'alimentation et l'espèce animale, des quantités variables d'*acide hippurique*; toutefois, la formation de celui-ci exige une proportion d'azote dans la substance albuminoïde



bien moins élevée que l'urée; souvent même, cet acide n'apparaît nullement au nombre des corps expulsés comme produits ultimes de l'échange organique. L'urée est rapidement enlevée au sang par les reins et rejetée au dehors par les urines; elle ne doit ni ne peut s'accumuler nulle part dans l'organisme sain; les tissus en contiennent des traces sans importance, quoique cependant la quantité totale de cette substance qui est formée chaque jour dans le corps d'un bœuf s'élève parfois à 500 gr. et au delà. L'urée cristallise facilement, est très-soluble dans l'eau et, ce qui est digne de remarque, toutes les membranes animales sont beaucoup plus facilement traversées par les corps cristallisables (cristalloïdes) que par ceux qui sont amorphes ou gélatineux (colloïdes), comme la gomme, la gélatine, l'albumine, etc. Ainsi s'expliquent divers phénomènes de la nutrition, comme la rapide élimination de l'urée qui se forme incessamment dans l'organisme, le passage facile du sucre de l'appareil digestif dans le sang, la résorption et la prompte expulsion des sels minéraux qui existent fréquemment dans les aliments en grand excès, etc.

Sur 100 parties d'albumine anhydre (sans eau) 33.5 parties de l'azote total peuvent s'isoler sous forme d'urée; le reste de l'albumine, soit 66.5 parties, par l'adjonction de 12.3 parties d'eau, fournit les éléments nécessaires à la constitution de 51.4 p. c. de graisse et de 27.4 p. c. d'acide carbonique. La *graisse provenant de l'albumine* est, selon les circonstances, fixée dans le corps ou employée à la produc-

tion du lait, ou encore elle subit une oxydation complète dans la respiration. Lorsqu'il s'agit d'apprécier exactement l'effet d'un mode d'alimentation donné, il faut ajouter à la graisse ordinaire de l'albumine celle qui existait tout formée dans les aliments et qui est résorbée dans le canal digestif. Cependant, il est à observer, d'après les résultats de recherches récentes, que la graisse formée dans le corps aux dépens de l'albumine se combine plus facilement avec l'oxygène, c'est-à-dire qu'elle est plus aisément brûlée que celle qui était renfermée dans les fourrages et qui a été absorbée; d'un autre côté, celle-ci est plus facilement comburée que la graisse déjà déposée et qui est emprisonnée dans les cellules des tissus graisseux.

Mais, soit que la graisse dérive de la nourriture ou qu'elle ait été formée dans le corps, il ne paraît pas que sa dissociation ait pour conséquence sa combinaison directe avec l'oxygène inspiré et sa transformation en acide carbonique et en eau; elle se transformerait d'abord, notamment, en sucre pour subir ensuite, sous ce dernier état, la combustion respiratoire. 100 parties de graisse pure peuvent, au contact de l'oxygène et de l'eau, donner naissance à 189 parties de sucre de raisin anhydre, forme sous laquelle le sucre joue le rôle le plus important dans le corps animal. Cette transformation est particulièrement à observer d'une façon claire dans le désordre que montre l'activité cellulaire chez les individus atteints de glycosurie; néanmoins, on doit admettre aussi que, dans l'organisme sain, il peut se former beaucoup de

sucres aux dépens de l'albumine et de la graisse, absolument comme dans la glycosurie aiguë; seulement, dans le premier cas, le sucre est vite comburé, et il en est à peine expulsé des traces par les urines.

D'après les considérations qui viennent d'être développées, les transmutations dont le corps animal considéré dans son ensemble est le siège peuvent être ramenées à des proportions très-simples, et ce serait définitivement le sucre seul qui serait directement brûlé dans la respiration et converti en acide carbonique. La graisse se transforme d'abord en sucre, et seulement après avoir éprouvé cette modification elle est comburée; l'albumine se dédouble d'abord en urée et en graisse, et celle-ci, après avoir été convertie en sucre, est complètement oxydée. Naturellement, nous envisageons ici le phénomène physiologique dans son cours général seulement; s'il s'agissait de l'analyser dans ses détails, on constaterait l'apparition de nombreux produits intermédiaires de décomposition ou de transformation, éléments constitutifs des tissus ou des fluides organiques et plus ou moins actifs dans l'accomplissement de leurs fonctions, mais que nous pouvons laisser ici hors d'examen.

Le succès pratique d'un régime alimentaire déterminé, l'*effet nutritif* du fourrage, trouve d'abord son expression — si nous faisons provisoirement abstraction de la production du lait et de la laine — dans la quotité de chair et de graisse fixée dans le corps des animaux et dans la force obtenue. Nous avons donc à traiter spécialement des diverses conditions suscep-

tibles d'influer favorablement ou défavorablement sur la formation de la viande et de la graisse ou qui sont de nature à augmenter ou à réduire la somme des services rendus par les animaux de travail. Mais, auparavant, nous jetterons un rapide coup d'œil sur les *méthodes* suivies dans les recherches tentées dans cette direction, sur les voies et les moyens par lesquels nos connaissances ont été, dans ces derniers temps, si notablement augmentées et éclairées, surtout en ce qui concerne les lois relatives à la production de la graisse.

Ce n'est qu'en 1857 qu'il fut incontestablement démontré, par les travaux de l'institut physiologique de Munich, que, dans des conditions normales et convenables, *tout l'azote des aliments* ou une quantité qui lui est exactement correspondante se retrouve dans les excréments et les sécrétions apparentes des animaux (dans l'urine et les fèces, et respectivement dans le lait, les poils et la laine) et que *l'azote des urines* doit être considéré comme *l'expression exacte* du mode et de l'intensité des phénomènes de *dissociation* ou de *régression de l'albumine* dans le corps animal. A partir de cette époque seulement, on a été en possession d'une méthode sûre, à l'aide de laquelle il était possible de rechercher les lois de la production de la chair musculaire ou celles des transmutations et de la fixation de l'albumine. Ce fait ayant été établi d'abord pour des chiens soumis à une nourriture animale riche, fut ensuite vérifié par des recherches faites pour les conditions d'alimenta-

tion les plus variées sur des animaux d'une même espèce et sur l'homme; enfin, de nombreuses observations recueillies aux stations expérimentales de Weende, de Halle, de Möckern et de Hohenheim, en opérant sur des bœufs, des vaches, des moutons et des chèvres, l'ont également confirmé.

Les quantités d'azote gazeux que le corps abandonne soit à l'état *libre*, soit sous forme d'*ammoniaque*, sont tellement peu importantes chez des animaux sains qui ne sont pas soumis à un travail excessif, possédant un solide appareil digestif, qu'on peut les négliger complètement dans le calcul des relations qui existent entre l'absorption et la consommation, dans l'échange organique. De plus, comme l'albumine constitue généralement l'unique substance azotée que renferment les fourrages ordinaires et que, d'autre part, ainsi que nous l'avons vu, tous les tissus du corps animal ont une composition élémentaire moyenne qui est presque identique à celle de l'albumine ou à celle de la viande pure et privée de graisse, il suffit évidemment, pour résoudre le problème, de comparer la teneur en azote de toutes les pertes apparentes avec la quantité de ce même élément renfermée dans le fourrage. Cette comparaison révèle s'il y a eu, et dans quelle proportion, formation de chair (d'albumine) dans l'organisme ou si, sous l'influence du régime considéré, il y a eu élimination par le corps, c'est-à-dire s'il y a eu perte. De même, l'analyse chimique des fourrages et des excréments (respectivement du lait, etc.), indique la

proportion de corps minéraux fixes (acide phosphorique, chaux, etc.) qui a été retenue ou qui a été rejetée. Il est clair qu'il faut ici veiller avec le plus grand soin à recueillir absolument toutes les substances évacuées; que, dans ce but, des dispositions et des appareils appropriés (construction des étables, récipients pour excréments solides et liquides, etc.) sont nécessaires, et que chaque expérience doit embrasser un temps suffisamment long pour fournir des données moyennes constamment applicables à une période de vingt-quatre heures.

Ces procédés d'investigation permettent d'apprécier l'influence qu'exerce l'aliment consommé sur la fixation ou sur la perte en albumine, ainsi que de découvrir les lois générales de la *formation de la chair musculaire*. La détermination de l'azote total contenu dans l'urine suffit déjà pour éclairer sur l'intensité d'assimilation ou de désassimilation qu'a subie l'albumine. Mais s'il importe, en outre, d'arrêter le rôle que la *substance grasse* et l'eau ont rempli dans le corps, il faut apprécier, indépendamment des quantités des solides et des liquides évacués, l'importance et la nature exacte des produits de l'échange organique exhalés à l'état de gaz ou de vapeur. Les produits de la respiration et de la perspiration cutanée ne peuvent être rigoureusement constatés qu'au moyen d'une installation spéciale, analogue à celle qui a été construite expressément dans ce but à Munich et qui est généralement connue sous le nom d'appareil respiratoire de Pettenkofer.

Le fonctionnement de cet appareil repose sur le principe des foyers ordinaires. « Aussi longtemps qu'il y a tirage, la porte et les joints du poêle ne laissent échapper aucune fumée dans l'appartement, l'air extérieur se précipite de tous côtés vers le foyer pour atteindre la cheminée. S'il était possible de mesurer exactement la quantité d'air qui se meut dans le tuyau intermédiaire entre le foyer et la cheminée et si, de plus, on pouvait connaître avec précision la composition de l'air à son entrée et à sa sortie du poêle, on posséderait évidemment tous les éléments nécessaires pour apprécier ce qui a été mélangé à l'air par combustion dans le foyer. » Dans l'appareil respiratoire, le foyer a été remplacé par un cabinet en fer-blanc destiné à recevoir l'animal à soumettre à l'expérience; les fenêtres latérales en sont fermées de manière à être imperméables à l'air, tandis que les joints de la porte laissent une entrée libre à l'air extérieur. La cheminée de ce foyer est remplacée par deux grandes pompes aspirantes dont les balanciers peuvent être mus uniformément à des hauteurs quelconques, au moyen d'un appareil d'horlogerie qu'une petite machine à vapeur tient sans cesse en action. Le volume d'air qui sort de la chambre est exactement mesuré au moyen d'un compteur à gaz; un premier aspirateur automatique en prélève un échantillon, tandis qu'un second, agissant simultanément avec l'autre, recueille un échantillon de l'air extérieur au moment de sa pénétration dans la chambre; l'un et l'autre sont ensuite analysés qua-



itativement. A l'aide de l'acide sulfurique, on dose la vapeur d'eau dont l'air est chargé; l'acide carbonique éliminé par l'animal est déterminé avec infiniment d'exactitude en faisant passer l'air expiré à travers une liqueur titrée de baryte. La différence entre la quantité d'eau et d'acide carbonique contenus dans l'air reçu dans le cabinet et la quantité de ces mêmes corps renfermée dans l'air sortant indique, en tenant compte de l'intensité du courant d'air, les proportions de ces corps qui ont été produites dans l'appareil. Une disposition particulière permet aussi de constater les proportions d'hydrogène, d'hydrogène carboné (gaz des marais) et même les traces de gaz ammoniacque, que le sujet mis à l'essai a rejetées.

L'appareil est donc construit de manière que les hommes ou les animaux y introduits s'y trouvent dans des conditions entièrement normales; l'air dont ils disposent, la pression atmosphérique à laquelle ils sont soumis, la liberté de mouvements dont ils jouissent sont sensiblement les mêmes que dans une chambre ou dans une étable ordinaire. Cet avantage est d'autant plus grand, que ce n'est qu'ainsi que l'expérience peut être prolongée à volonté, fournir des résultats inspirant toute confiance et entièrement comparables à ceux des conditions naturelles. Assurément, surtout lorsque l'on expérimente sur de grands animaux domestiques, il faut observer des précautions de tous genres et vaincre bien des difficultés que nous n'avons pas à signaler ici.

L'effet nutritif d'un régime alimentaire quelconque ou *l'équation de nutrition*, représentant l'échange organique qui s'est opéré, se déduit, lorsque les éléments nécessaires ont été livrés par l'expérience directe, du déficit entre l'absorption et la dépense. Connaissant l'azote du fourrage consommé, l'azote rejeté chaque jour, on trouve, en premier lieu, par la multiplication de la différence par le facteur 6.25 (poids d'albumine correspondant à 1 d'azote) la quantité d'albumine (chair sèche et privée de cendre) qui a été fixée ou qui a été éliminée dans l'espace de vingt-quatre heures par le corps de l'animal en expérience. Par une opération analogue, on obtient ensuite le rôle accompli par la somme totale ou spéciale à chacune d'elles des substances minérales qui existaient dans l'aliment consommé. Pour atteindre des résultats certains relativement à la matière grasse, on dispose, indépendamment du carbone recueilli dans les excréments solides et liquides, des produits exhalés par la respiration, notamment de l'acide carbonique et parfois du gaz hydrogène carboné. La différence en carbone, résultant de la comparaison de la recette et de la dépense totale en cet élément, étant connue, on y additionne ou on en retranche la quantité de carbone qui correspond à une augmentation ou à une perte d'albumine (calculée à 53 p. c. de carbone), et chaque partie en poids du carbone restant équivaut, selon le cas, à une augmentation ou à une perte de 1.3 partie en poids de graisse (le coefficient exact est 1.307, à raison

de 76.5 p. c. de carbone dans la graisse pure). Les changements dans la teneur en eau du corps animal s'obtiennent déjà approximativement par une opération très-simple: il suffit de comparer la somme totale de l'albumine, des matières minérales et de la graisse à l'augmentation ou à la diminution de poids qu'a éprouvée le corps vivant. Quant à l'oxygène atmosphérique nécessaire aux phénomènes physiologiques, son dosage direct n'est pas indispensable: on en calcule la proportion avec suffisamment d'exactitude lorsque la quantité d'eau qui s'est échappée du corps a été reconnue au moyen de l'appareil respiratoire.

Pour présenter une vue d'ensemble de tous les rapports indiqués entre la consommation et la production dans l'économie animale, nous établirons une équation de substances dont nous puisons les éléments dans les annales de Weende. L'expérimentation a eu lieu sur des moutons d'un an, de la race du pays de Göttingue et nourris exclusivement au foin et à l'eau avec addition d'une légère dose de sel ordinaire. Ces chiffres se rapportent à un animal d'un poids vivant moyen de 47,8 kil., et ils ont été calculés pour une période de vingt-quatre heures; la température de l'étable a été maintenue pendant toute la durée de l'expérience à 10° C. Il est évident que la *consommation* doit comprendre les éléments fournis par l'organisme même et que l'on ne peut négliger de porter dans la *production* tout l'accroissement constaté, quelle que soit, d'ailleurs, la forme sous laquelle il s'est opéré.

## BILAN DE L'ÉCHANGE ORGANIQUE

OU

*Equation de nutrition* présentant les phénomènes journaliers observés dans l'alimentation d'un mouton adulte.

TOTALS.	DÉTAIL DES QUANTITÉS.		MATIÈRES MINÉRALES.	CARBONE.	HYDROGÈNE.	AZOTE.	OXYGÈNE.
	Substance sèche	Eau.					
	I. — CONSOMMATION. (Recette.)		Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.
136,5	<b>Fourrage et boisson,</b> savoir :						
	1k216,0 foin de pré renfermant.	Gr. Gr.	67,9	460,1	85,80	18,1	584,0
	0,006,0 sel marin	5,7 0,3	5,7	—	0,03	—	0,27
	1,714,5 eau de puits	1,8 1712,7	1,6	0,1	191,30	—	1522,5
0,8	<b>Substances cédées par l'animal</b>	0,8 —	0,8	—	—	—	—
587,6	<b>Oxygène atmosphérique</b>	— —	—	—	—	—	587,6
24,9		— 1931,6	76,0	460,2	277,1	18,1	2694,4
	II. — PRODUCTION. (Dépense.)						
44,5	<b>Excréments</b> consistant en :						
	1,257,0 fèces.	424,9 832,1	44,0	202,5	116,5	8,43	884,6
	557,5 urine.	79,7 477,8	31,1	23,2	57,5	7,65	439,9
70,3	<b>Augmentation de poids,</b> savoir :						
	9,5 laine (incl. suint et graisse)	7,4 2,1	0,9	3,5	0,7	0,75	3,7
	7,8 chair musculaire	7,8 —	—	—	0,6	1,25	1,9
	17,1 graisse.	17,1 —	—	4,1	2,1	—	1,9
	35,9 eau.	— 35,9	—	13,1	4,0	—	31,9
40,1	<b>Produits de la respiration :</b>						
	780,0 acide carbonique	— —	—	212,7	—	—	567,3
	1,5 hydrogène carboné.	— —	—	1,1	0,4	—	—
	858,6 eau	— 858,6	—	—	95,4	—	763,2
24,9		— 2206,5	76,0	460,2	277,2	18,10	2694,4

L'excès d'eau qu'accuse la dépense, soit 274,9 gr., provient de la combustion de 30,55 gr. d'hydrogène de la substance organique. En déduisant de l'augmentation totale accusée (70,3 gr.) le poids de la laine (9,5 gr.), ainsi que celui des matières minérales (0,8 gr.) fournies par le corps même, il reste 60 gr., chiffre représentant l'accroissement réel en poids vivant (chair, graisse et eau). Dans cette expérience, il y a eu une fixation, faible il est vrai, de matériaux nutritifs, c'est-à-dire que la ration absorbée livrait dans les conditions présentes une somme d'aliments un peu supérieure à ce qui était nécessaire pour conserver les animaux dans un état stationnaire et subvenir uniquement à leur entretien.

La balance des matières minérales a donné dans la même expérience le résultat ci-après :

	Potasse.	Soude.	Chaux.	Magnésie.	Acide phosphorique	Acide sulfurique.	Chlore.	Silice, sable, etc.	TOTAL.
	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.
Dépense ou sortie :									
Fèces	1.44	1.43	9.35	3.67	4.03	0.86	—	22.32	42.80
Urine	18.01	3.09	0.40	1.14	0.07	1.31	8.41	0.43	32.86
Laine	0.76	—	0.03	1.01	0.01	0.04	0.05	0.01	0.9
Total.	19.91	4.52	9.78	4.82	4.11	2.21	8.46	22.76	76.57
Absorption ou entrée :									
Total.	21.27	5.68	8.44	4.47	4.68	2.46	9.74	19.47	75.61
Résultat : {									
—	1.36	1.16	»	»	»	0.25	1.28	»	»
+	»	»	1.34	0.35	0.03			3.29	0.86

La différence négative indique la quotité de substances minérales qui a été fixée par le corps de l'animal, et la différence positive la quotité des mêmes substances qu'il a livrées. Il est cependant à observer que l'excédant de dépense accusé pour la silice et le sable n'est pas originaire de l'organisme, mais qu'il faut le rapporter à des souillures accidentelles du fourrage. Le tableau précédent montre qu'une proportion assez importante d'alcalis et de chlore a été retenue par le corps de l'animal et qu'il a, par contre, cédé un peu de chaux et de magnésie, tandis qu'il y a eu à peu près équilibre parfait entre l'entrée et la sortie de l'acide phosphorique.

Le bilan de la nutrition, présenté dans cet exemple, laisse pressentir combien il faut de soins et de labeurs pour arriver, dans des recherches de ce genre, à évaluer avec quelque sécurité l'effet nutritif qu'un aliment donné peut exercer sur une espèce animale. On comprend facilement aussi que l'étude de l'alimentation des animaux domestiques, pour laquelle il a fallu jeter tout récemment, dans la voie indiquée, des fondements nouveaux, ne peut atteindre que lentement, dans des directions multiples, une perfection complète. Le problème se simplifie cependant lorsqu'il ne s'agit que d'arrêter les principes suivant lesquels ont lieu la transmutation et la fixation de l'albumine dans le corps vivant : c'est pourquoi les lois de la production de la chair musculaire ont déjà été très-activement scrutées, tandis qu'une certaine obscurité règne encore au sujet des conditions à

réaliser pour arriver à une production aussi élevée et aussi rémunératrice que possible de la graisse et de la force.

### CHAPITRE III.

#### **La formation de la chair musculaire.**

Les résultats des nombreux essais d'alimentation entrepris à l'institut physiologique de Munich ont été d'une immense importance pour la connaissance des lois générales de la nutrition animale. Leur portée a surtout été remarquable en ce qu'ils ont fourni la preuve que l'albumine existant dans le corps vivant revêt deux caractères différents, qu'il faut notamment distinguer entre l'*albumine des organes*, qui est plus stable, et l'*albumine de circulation*, qui est susceptible d'une facile décomposition. Sous la dénomination d'albumine de circulation, on ne comprend nullement la quantité totale de cet élément qui circule constamment dans le sang et dans le chyle, mais seulement la portion qui imprègne les cellules dans les tissus et baignant les organes de cette séve nutritive qui forme le courant plasmatique nourricier proprement dit.

La quantité d'albumine de circulation est faible lorsque l'alimentation laisse à désirer ; elle n'atteint pas encore 1 p. c. du poids de l'albumine des organes, si l'animal est soumis à un jeûne soutenu ; sa provision s'accroît sous l'influence d'un régime



riche en albumine et elle peut s'élever, du moins chez les carnivores, jusqu'au delà de 5 p. c. du poids de l'albumine des organes. Que la quantité d'albumine de circulation existant dans le courant des liquides qui pénètrent les tissus organisés soit élevée ou faible, la majeure partie — d'ordinaire 70 à 80 p. c. — est toujours détruite dans l'espace de vingt-quatre heures et une quantité d'azote exactement correspondante à la somme d'albumine ainsi décomposée est éliminée par les urines sous forme d'urée, d'acide hippurique, etc.; quant à l'albumine des organes, il y en a, au maximum, pendant le même temps, une proportion de 0.8 p. c. qui est détruite. La quantité maximum d'albumine des organes qui est ainsi décomposée chaque jour a pu être déterminée par des expériences sur des animaux laissés à jeun, c'est-à-dire privés de toute nourriture; dans ce dernier cas, la provision d'albumine de circulation est rapidement consommée et déjà, au bout de peu de jours, l'albumine détruite, représentée par l'azote des urines, provient exclusivement de celle que les organes ont livrée à la circulation. Mais lorsque l'alimentation est suffisante et riche, la quantité d'albumine des organes qui est décomposée est encore plus faible et l'on ne doit nullement admettre, comme on le faisait généralement autrefois, que tous les organes du corps animal sont soumis à un rapide échange organique et que, dans la courte période de quelques semaines, l'organisme entier a été, jusqu'au dernier atome, régénéré et reconstitué à nouveau. Ceci n'est

vrai que pour un grand nombre d'éléments cellulaires, par exemple pour les globules sanguins et pour les cellules des glandes mammaires, lors de leur extrême activité, qui se détruisent et renaissent rapidement. Mais la plupart des organes, une fois formés, ont une grande fixité histologique, quoique le contenu de leurs cellules, sous le rapport de la quantité comme de la nature des fluides, soit excessivement mobile, suivant le régime variable auquel on soumet les individus. Par contre, l'albumine de circulation éprouve incessamment une décomposition. Un courant puissant d'un liquide albumineux abandonne constamment le sang, baigne les organes et retourne ensuite vers le sang. Dans ce trajet et par l'action réciproque des cellules et du plasma, l'albumine liquide et non organisée est décomposée; peut-être cette décomposition se produit-elle à la façon des séparations que nous réalisons, dans des combinaisons chimiques, d'une manière relativement primitive au moyen de l'osmose ou par l'attraction capillaire.

Les *lois de la formation de la chair* (1) ont été déterminées d'abord en opérant sur des animaux carnivores, notamment sur des chiens, mais elles possèdent, pour l'essentiel, la même valeur dans leur application à tous les animaux de haute organisation.

(1) Nous continuons à employer le mot « chair » pour désigner par un terme unique toutes les substances organiques du corps qui ne sont pas de la graisse, réservant à l'expression « viande » l'acception qu'on lui donne en langage ordinaire.

Sans doute, les différentes espèces animales se distinguent par une diversité dans les aliments prépondérants qui leur conviennent, comme aussi sous le rapport du pouvoir digestif plus ou moins élevé qu'ils possèdent pour certains fourrages ; mais les corps nutritifs proprement dits, qui sont absorbés dans le canal digestif, sont partout identiques, quel que soit le mode d'alimentation ; partout, ils consistent, outre l'eau, en albumine, en graisse, en sucre auxquels se joignent certains sels. En outre, comme les mêmes organes sont absolument conformes dans tous les animaux mammifères en ce qui concerne leur structure, leur composition chimique et leurs fonctions respectives, les phénomènes de décomposition doivent suivre le même cours ; en d'autres termes, la décomposition ou la fixation dans le corps des fluides dont nous nous occupons ici, ne peuvent s'effectuer dès leur résorption, c'est-à-dire dès leur admission dans le courant circulatoire, que d'après des lois uniformes. Au surplus, celles formulées pour les carnivores ont été entièrement confirmées dans leurs principes et dans leurs conséquences par toutes les expériences entreprises en ces derniers temps sur les herbivores, et spécialement sur des bœufs, des vaches, des moutons et des chèvres. L'intensité finale de la transmutation ou de la production peut seulement être différente selon la circonstance prédominante sous l'influence de laquelle sont respectivement résorbés les éléments nutritifs dans un régime normal. Cependant, le pouvoir de résorption pour

un élément nutritif quelconque n'est pas si différent pour les herbivores et les carnivores qu'on le croit généralement : ainsi, par exemple, il a été prouvé qu'un chien peut digérer et résorber chaque jour, par kilogramme de poids vivant, jusqu'à 15 gr. d'amidon, tandis qu'une vache laitière bien nourrie ou même un bœuf enlèvent seulement aussi au fourrage 12 à 16 gr. d'hydrates de carbone (éléments nutritifs non azotés) par jour et par kilogramme de poids vivant. On observe le même fait pour la résorption de l'albumine, mais non pour la graisse, que les herbivores digèrent en proportion beaucoup plus élevée que les carnivores.

Les causes qui provoquent la transmutation et la fixation de l'albumine dans le corps animal ne permettent pas toujours d'isoler rigoureusement ces phénomènes l'un de l'autre; souvent, sous l'empire des mêmes circonstances, l'une et l'autre sont simultanément augmentées ou diminuées; souvent aussi, à une fixation plus grande en albumine correspond une décomposition plus faible, ou inversement. Pour faciliter l'analyse de notre sujet, j'indiquerai d'abord les causes qui accélèrent et élèvent la *transmutation de l'albumine*, en négligeant pour un instant la question de sa fixation ou de la production proprement dite de la chair musculaire :

1. L'intensité de la transmutation de l'albumine dans le corps animal est, en premier lieu, déterminée et dominée par *l'apport en cet élément*. Tous les animaux sont carnivores lorsqu'ils sont complètement

privés de nourriture, en ce sens qu'ils dévorent exclusivement leur propre chair et leur propre graisse, et alors la transmutation albuminoïde est relativement faible : celle-ci s'élève, par exemple, pour un grand chien, en vingt-quatre heures et par kilogramme de poids vivant, à environ 1,2 gr. d'albumine sèche, pour un bœuf de 0,33 à 0,50 gr. seulement. Sous l'influence d'une alimentation d'une richesse moyenne et lorsque la ration consiste en un mélange convenable d'aliments, la décomposition en albumine s'élève par jour et par kilogramme de poids vivant, à environ :

3,0	grammes	pour un grand chien ;
2,0	—	l'homme ;
1,8	—	la vache laitière ;
1,12	—	le mouton ;
0,75	—	seulement pour le bœuf adulte au repos.

Si le régime alimentaire est très-riche, la proportion de l'albumine décomposée peut atteindre le double et le triple et, dans l'engraissement du bœuf et du mouton, le quintuple des quantités qui précèdent ; lorsque la nourriture du chien est exclusivement d'origine animale, la transmutation albuminoïde peut être quinze fois plus forte que si l'animal est soumis à un jeûne soutenu.

La quantité d'albumine décomposée par l'animal à jeun ne fournit aucunement, ainsi qu'on l'a cru autrefois, la mesure exacte de ses besoins en albumine digestible, c'est-à-dire de celle que la nourriture doit renfermer pour maintenir l'animal dans un état d'entretien moyen stationnaire. La quantité

nécessaire dans ce but est beaucoup plus considérable; elle est, en général, deux à deux fois et demie plus grande; au delà même de ce minimum de besoin, la somme d'albumine décomposée est en rapport avec les quantités ingérées. En fait, lorsque l'on fournit à l'animal une quantité d'albumine supérieure à l'aliquote réclamée pour son entretien dans un état moyen, il s'établit, au bout d'un temps plus ou moins long, un équilibre entre l'apport et la dépense en azote; finalement, il est éliminé chaque jour par les urines et les fèces (respectivement par le lait, etc.), une quantité d'azote exactement égale à celle absorbée avec la nourriture. Le supplément d'albumine qui est résorbé devient d'abord de l'albumine de circulation, qui est décomposée pour la plus grande partie. Quant à l'équilibre pour l'azote, il arrive d'autant plus promptement que la nourriture est plus azotée et que l'organisme est moins pourvu de matières grasses; en général, il s'établit donc plus lentement chez les carnivores que chez les herbivores. Aussitôt que la balance existe pour l'azote et que le corps s'est mis en équilibre, soit par rejet, soit par fixation de chair ou d'albumine, la ration journalière nécessaire, s'il s'agit de conserver le corps dans une situation stationnaire, doit rester la même quantitativement et qualitativement. A chaque état individuel correspond donc, si l'on veut y persévérer, une alimentation bien déterminée. Quand donc on parle, en zootechnie, de *consommation de luxe*, ces mots n'ont pas la même signi-

fication que dans la langue botanique; ils n'indiquent pas que certains éléments nutritifs absorbés en excès sont entièrement inactifs. Sans doute, il y a fréquemment, dans la pratique, *gaspillage de fourrages*, c'est-à-dire que le corps animal est porté à un état d'entretien supérieur à celui qui est économiquement nécessaire pour atteindre le but poursuivi, par exemple dans la production du lait et de la laine, dans le régime des animaux de trait et du bétail d'élevage. Souvent même, dans l'engraissement, ainsi que nous le prouverons par la suite, il n'est pas rare de réaliser un effet nutritif égal ou encore supérieur avec une alimentation un peu moins riche en azote qu'avec une ration très-azotée.

2. Il ressort déjà des lignes qui précèdent que la masse entière des organes, et notamment le rapport existant entre l'albumine de circulation et celle des organes et celui que l'on constate d'une manière générale entre l'albumine totale de l'organisme et la graisse qu'il renferme (*état de nutrition de l'économie*), exercent une influence incontestable sur l'intensité des transmutations; toutefois, elle est bien moins sensible que celle due à l'apport journalier en albumine. Toutes les autres conditions étant les mêmes, lorsqu'il y a une masse volumineuse de chair musculaire, les transmutations sont plus actives parce qu'une certaine portion d'albumine des organes est détruite. On observe clairement ce fait, particulièrement lorsqu'on imprime des changements brusques à l'alimentation, par exemple lorsqu'un régime moins



azoté succède à une nourriture qui a été riche en azote et cela d'une manière prolongée. On remarque, dans les premiers jours, une élimination d'azote beaucoup plus grande que celle qui devrait correspondre à la réduction de l'absorption; une partie considérable de l'albumine de circulation est alors immédiatement détruite jusqu'à ce que le reste soit en équilibre avec l'absorption. Cependant, pendant un temps plus ou moins long encore, la perte en azote excède l'absorption, parce que, dans ces conditions, une certaine quantité d'albumine des organes est décomposée jusqu'à ce que, à tous les points de vue, il y ait égalité complète entre l'importation et l'exportation de l'azote et que le faible apport en albumine suffise de nouveau entièrement à l'entretien de l'état finalement atteint par le corps. Veut-on, alors, revenir à l'ancien régime abondant en albumine, il ne se déposera nullement à nouveau dans les organes, une quantité d'albumine égale à celle primitivement détruite par suite de l'appauvrissement de la ration en cet élément; ordinairement, il s'en fixera une proportion inférieure et l'équilibre en azote sera atteint plus rapidement parce que, en majorant exclusivement la dose d'albumine absorbée, on augmente, tout à la fois, la proportion d'albumine de circulation existant dans le corps et l'activité de sa transmutation, tandis que l'albumine des organes agit à un degré bien moindre sur l'énergie de cette dernière. Ce n'est que dans certaines conditions convenables, dont il sera question plus loin que l'on

peut hâter la fixation de l'albumine des organes et concourir d'ordinaire, en même temps, à une augmentation sensible du poids vivant.

3. Outre les avantages déjà signalés plus haut, une dose modérée et journalière de *sel marin* active la circulation de la masse sanguine dans l'organisme et renforce ainsi la transmutation de l'albumine (en moyenne de 4.5 p. c. chez le chien soumis à un régime exclusivement carnivore). C'est donc surtout lorsqu'il s'agit d'imprimer une plus grande énergie à l'échange organique et à toutes les fonctions vitales qu'il est à recommander de fournir du sel aux animaux; tel est, par exemple, le cas dans l'alimentation des chevaux, des bœufs de travail bien nourris, du jeune bétail et des reproducteurs mâles; au contraire, dans l'engraissement, les animaux ne doivent en recevoir que dans la mesure strictement nécessaire pour assurer une activité vitale normale ou pour relever le goût du fourrage. Le sel est un agent diurétique; sous son influence, la quantité d'urine émise est souvent notablement augmentée. Cette action du sel s'observe particulièrement lorsque, pour une cause quelconque, on réduit les boissons; l'expulsion par les reins du sel abondamment incorporé exige plus d'eau; l'élimination de ce liquide a lieu dans l'organisme par la respiration et par la perspiration, et si la quantité prise en boisson ne suffit pas au jeu régulier de ces fonctions, elle est empruntée au corps même. Ainsi donc, une addition exagérée de sel à la ration journalière peut entraîner

ner, si l'animal reçoit des boissons insuffisantes, une prompte diminution de poids vivant; par contre, en offrant ensuite d'abondantes boissons aux animaux, une forte quantité d'eau est fixée par l'organisme et le poids vivant s'accroît de nouveau rapidement.

4. On doit se garder d'exagérer les doses de sel, parce que, sous cette influence, les animaux absorbent une *quantité d'eau immodérée*, si toutefois le libre accès leur en est accordé. En effet, l'absorption d'eau en excès détermine aussi une élévation de la quantité d'albumine décomposée et, conséquemment, une destruction supérieure de fourrages riches, notamment si la grande quantité d'eau ingérée, au lieu d'être fixée dans le corps, est rapidement émise au dehors par l'évaporation et la sécrétion urinaire. Des expériences faites à cet égard à Munich, en opérant sur des chiens, ont montré que la transformation albuminoïde peut être élevée alors de 27.5 p. c.; les observations faites à Weende, sur des bœufs, constatent qu'en majorant d'un cinquième la quantité d'eau absorbée, on élève, en moyenne, la somme totale d'albumine décomposée de 7.2 p. c. Cette dernière différence n'est nullement de mince importance, car elle atteint peut-être le tiers ou même plus de la moitié de la quantité d'albumine qui, sans l'introduction fâcheuse de l'eau, aurait été fixée dans le corps. Quoi qu'il en soit, pour atteindre des résultats aussi favorables que possible dans l'alimentation du jeune bétail et des animaux à l'engrais, il faut éviter tout ce qui peut provoquer l'absorption d'une quantité d'eau exagérée, par exemple

des fourrages trop aqueux, une température locale trop élevée, des doses de sel trop fortes, un exercice immodéré, etc. Ces précautions sont à observer plus encore pour le mouton que pour la bête bovine, parce qu'il réclame naturellement moins d'eau relativement à la substance sèche contenue dans le fourrage. Une certaine majoration de la quantité d'eau nuit seulement à un degré moindre aux bêtes laitières, peut-être même agit-elle favorablement sur la production en lait, quoiqu'il ne puisse pas être douteux qu'il est à conseiller aussi, pour ces animaux, de ne pas dépasser une certaine limite d'aquosité du fourrage.

5. Relativement à l'influence de toutes espèces de *moyens excitants* et généralement de toutes substances qui stimulent le système nerveux, il paraît qu'elle ne modifie point d'une manière sensible la transmutation albuminoïde. Tell est, du moins, le résultat observé dans des expériences soignées dans lesquelles on a étudié l'effet exercé sur des chiens tantôt à jeun, tantôt soumis à divers régimes, par d'abondantes décoctions de café. L'action produite sur le système nerveux paraît résulter de métamorphoses si peu sensibles dans la substance albuminoïde, qu'elle ne peut avoir d'importance sur le cours de l'échange organique général. L'expérience directe n'a pas, jusqu'ici, éclairé le point de savoir si, sous l'influence d'une plus grande excitation nerveuse, il n'y a pas plus de graisse détruite dans l'organisme, ainsi qu'on l'observe à la suite d'efforts musculaires.

6. Enfin, je mentionnerai encore que, dans cer-

taines circonstances, l'augmentation exclusive de la proportion de graisse élève légèrement la transmutation de l'albumine en ce qu'on constate qu'elle a pour effet d'entraîner un peu plus d'albumine dans la circulation. Cependant cette influence de la graisse ne ressort clairement que lorsque l'albumine manque dans le fourrage ou bien quand la ration journalière n'en renferme plus une quantité suffisante pour compenser entièrement les pertes du corps en cet élément. Toutefois, ainsi que nous le verrons bientôt, cette action de la graisse n'est pas seule ; il s'en présente une autre, infiniment plus importante, ayant une économie d'albumine pour conséquence et qui se manifeste particulièrement lorsque l'alimentation est très-riche, en présence de grandes quantités d'albumine de circulation.

Les efforts de l'éleveur et de l'engraisseur doivent avoir pour but principal de hâter la *fixation de l'albumine*. Pour atteindre ce résultat, il faut viser à augmenter le plus rapidement possible la masse d'*albumine des organes*, car c'est cette fraction du corps protéique qui, grâce à sa stabilité relative, n'est plus décomposée avec autant de facilité et qui, outre la graisse et l'eau qui s'y ajoutent, détermine essentiellement l'augmentation du poids vivant. Les paragraphes précédents peuvent déjà mettre sur la voie de quelques moyens qui sont de nature à favoriser ainsi la fixation de l'albumine, car toutes les circonstances qui provoquent ou élèvent les transmutations doivent être considérées comme exerçant une rétroaction

qui lui est généralement favorable. Mais il est très-essentiel de remarquer qu'il existe aussi des moyens directs d'économiser sur la quantité d'albumine qu'il faut présenter aux animaux dans la ration journalière, qu'il en est même qui permettent d'abaisser à un certain minimum, variable suivant le but de l'entretien, la quantité d'albumine qui doit être transformée et de favoriser ainsi le *dépôt de chair* dans le corps; ces moyens, mis rationnellement à profit, permettent, en un mot, de tirer un parti maximum de l'albumine destinée à l'élaboration de substances animales de haute valeur :

1. Il est facile de comprendre qu'à identité de composition, une *grande masse de fourrage* doit déterminer une production plus abondante qu'une quantité moindre; non-seulement la fixation de matières constatée alors est plus importante *absolument* parlant, mais elle l'est aussi d'une façon *relative*, ainsi que l'expérimentation directe l'a montré. On a, par exemple, observé à Weende qu'en portant la quantité totale d'éléments nutritifs digestibles existant dans la ration de deux bœufs de 8,93 à 9,73 kil., tandis que le rapport entre l'albumine et les hydrates de carbone restait invariable, il y avait une fixation d'albumine s'élevant à 32 p. c. du poids total de celle-ci, tandis qu'auparavant elle n'était que de 18 p. c. (respectivement 0,595 et 0,310 kil.). Dans un cas d'alimentation exclusive au trèfle sec, en augmentant la ration individuelle journalière de 2 et de 2,5 kil., la production éprouva une majoration qui

porta respectivement de 9 à 14 et de 11 à 15 p. c. la proportion totale d'albumine du fourrage qui fut digérée. On voit, d'après cela, combien il importe, spécialement dans l'engraissement, de veiller à ce que les animaux ingèrent la plus forte masse possible d'aliments; le résultat définitif de l'opération peut être singulièrement modifié par de légères différences en plus ou en moins et, dans l'engraissement du porc, par exemple, elles se traduisent souvent en un accroissement manifestement plus ou moins rapide du poids vivant.

2. Lorsqu'on *élève exclusivement la proportion d'albumine* ingérée, c'est-à-dire qu'il n'y a pas d'augmentation parallèle dans la quantité de substances nutritives non azotées, on constate évidemment une progression dans la masse d'albumine de circulation et une transmutation plus active de celle-ci; mais cependant une certaine partie du supplément d'albumine parvient à être fixée. Ce n'est pas d'ailleurs brusquement, mais seulement au bout de quelques jours ou, d'une manière générale, après un temps variable suivant les circonstances, que l'économie animale se met en équilibre avec l'excédant de richesse en albumine livrée par le fourrage : ce n'est qu'après le dépôt dans le corps d'une partie de cet élément azoté. Il faut, toutefois, être très-circonspect dans l'augmentation exclusive ou excessive de la proportion d'albumine fournie, parce qu'il arrive souvent alors que la transmutation est tellement activée qu'il s'en dépose très-peu dans les tissus et que l'effet nutritif de la



ration en souffre au point que celle-ci ne paraît guère rémunératrice. C'est uniquement l'état actuel de nutrition de l'animal qui doit ici servir de guide.

3. La *graisse déjà déposée dans le corps* remplit le rôle d'agent de conservation de l'albumine en entravant la transmutation de celle-ci; la graisse concourt donc à la production de la chair musculaire. Cette intervention bienfaisante dépend moins de la quantité absolue de graisse existant dans l'organisme que de la proportion dans laquelle elle s'y trouve relativement à la chair. Il est bien prouvé qu'à identité de masse de chair et d'état de nutrition, un animal gras décompose moins d'albumine qu'un sujet pauvre en graisse. C'est pourquoi la fixation d'albumine ou la *formation de la chair* est d'autant plus facile et plus rapide chez les herbivores, qu'ils ont, ainsi que cela est connu, plus de propension à déposer de la graisse dans leurs organes et que, même dans un état moyen de nutrition, ils recèlent une quantité de graisse proportionnellement bien supérieure à celle des carnivores. Pour ce motif encore, on peut souvent élever uniquement la richesse en albumine de la ration des herbivores et réaliser des résultats satisfaisants; pour eux aussi, cependant, il n'est pas permis de négliger de tenir compte de l'état actuel du corps et, au début de l'engraissement surtout, le fourrage le mieux approprié sera tout différent selon qu'il s'agira d'animaux amaigris et épuisés ou de sujets qui sont déjà en bon état. La haute aptitude des herbivores à l'engraissement est en rapport avec la nature de leur régime

normal, avec la masse et la composition du sang qui en résulte et peut-être aussi avec le développement de leur appareil respiratoire. D'autre part, plus les animaux acquièrent de l'embonpoint et moins, en général, la décomposition des substances absorbées est active, moins aussi la puissance d'absorption du plasma nutritif par les vaisseaux chylifères et sanguins est grande et plus la masse fourragère réclamée pour rassasier l'animal est faible. Un régime trop intensif amène parfois, chez certaines espèces, des conséquences fâcheuses : c'est ainsi que tels organes du porc éprouvent souvent une dégénérescence graisseuse et que la croissance normale des jeunes bêtes bovines subit quelquefois un moment d'arrêt.

4. Il est d'une extrême importance, pour économiser l'albumine des fourrages et favoriser sa fixation, d'observer un rapport judicieux dans les quantités respectives des diverses substances nutritives livrées à la digestion et à l'absorption ; en un mot, il est essentiel de ne pas abandonner à l'arbitraire la relation existant entre l'albumine, d'une part, et la graisse et le sucre (amidon ou généralement ce qu'on appelle les hydrates de carbone), d'autre part.

Je mentionnerai d'abord les données applicables à la *graisse renfermée dans les aliments*. Si, par exemple, on nourrit un chien pesant 30 kil. au moyen d'une ration journalière de 500 gr. de viande fraîche dépouillée de graisse, contenant environ 110 gr. de substance albuminoïde pure, cette dose de viande est loin de suffire pour que l'animal reste dans un

état moyen d'entretien ; il se « dénourrira » rapidement, il maigrira, son poids en chair diminuera de jour en jour et il finira par mourir lentement d'inanition. Pour conserver à cet animal un état vigoureux et un poids vivant invariable, il faut, lors d'un régime exclusivement carnivore, lui donner journellement 1500 gr. de viande. Si, par contre, on associe aux 500 gr. de viande une certaine quantité de graisse, par exemple 200 gr., l'amaigrissement et la perte en poids cessent, l'animal se maintient dans un état vigoureux et sain ; bien plus : il peut même y avoir fixation d'une partie de la viande ingérée et la masse de chair peu augmenter. Ce dépôt a surtout lieu, alors, dans les tissus ; l'albumine des organes éprouve une augmentation et, d'ordinaire aussi, le poids vivant de l'animal. Dans ce cas, 200 gr. de graisse ont permis d'économiser 1000 gr. de viande alimentaire, c'est-à-dire que le chien est resté dans le même état soit qu'il ait absorbé seulement 500 gr. de chair et 200 gr. de graisse, soit qu'il ait consommé 1500 gr. de la première.

Cependant, il ne faut pas s'imaginer que, si le chien nourri exclusivement, jusqu'ici, avec 1500 gr. de viande et ayant conservé le même état, recevait, en outre, 200 gr. de graisse, l'organisme ne décomposerait plus que 500 gr. de la première, de manière que les 1000 gr. restants seraient fixés et contribueraient à augmenter d'une quantité égale le poids vif de l'animal. Ainsi qu'on l'a déjà

mentionné plus haut, la transmutation albuminoïde est, en premier lieu, sous la dépendance de l'albumine ingérée, et si l'on donne de grandes quantités de viande, la transmutation est augmentée dans le même rapport, que la ration contienne ou non de la graisse. Celle-ci ne protège pas l'albumine contre la transformation, laquelle n'éprouve qu'une légère diminution dans son ensemble, sous l'influence de doses moyennes ou fortes d'albumine, et lorsque la quantité d'albumine du fourrage tombe jusqu'à un certain minimum, non-seulement cette action protectrice de la graisse cesse, mais, au contraire, la décomposition de l'albumine augmente légèrement — alors, si l'on donne de fortes quantités de graisse (*voir plus haut*). Apparemment la réduction qu'éprouve la décomposition de l'albumine (et respectivement l'élévation de la chair fixée) par l'adjonction de la graisse est peu importante; de nombreuses expériences faites sur des animaux carnivores permettent de lui assigner, comme extrêmes, les chiffres de 1 à 15 p. c., soit, en moyenne, 7 p. c. de la quantité totale décomposée; mais cette influence, lors d'un régime uniforme prolongé, étant durable, il en résulte finalement, lorsque l'équilibre entre les gains et les pertes en azote est établi, que l'effet nutritif du fourrage peut être beaucoup plus marqué.

L'influence modératrice qu'exerce la graisse sur la transmutation de l'albumine n'est guère aussi prononcée pour les herbivores que pour les carnivores; la présence de grandes quantités d'hydrates de car-

bone dans les aliments des premiers la voilent partiellement. Au surplus, la richesse en graisse du fourrage, surtout de celui destiné aux ruminants, ne doit pas dépasser une certaine limite facile à atteindre ; de petites quantités de graisse sont généralement d'un effet favorable, tandis que de fortes proportions sont souvent très-nuisibles, parce qu'elles provoquent des désordres dans la digestion et qu'elles émoussent progressivement l'appétit. Les graisses possèdent cependant, à cet égard, une influence très-variable, suivant leur nature et leur état ; mais il importe néanmoins de tenir compte de la proportion de ces éléments, spécialement dans l'alimentation du jeune bétail et des animaux à l'engrais, même des chevaux, partout, en un mot, où la masse fourragère est assez riche en azote.

5. Les *hydrates de carbone* (amidon, sucre, etc.) ont pour les herbivores une importance alimentaire bien supérieure à celle des graisses. Ils déterminent, en quelque sorte, dans l'organisme une diminution de la dépense en albumine, et ce résultat se manifeste d'une manière absolue, mais surtout, à un haut degré, d'une façon relative lorsqu'on la compare à celle due à la graisse. Dans des expériences faites à ce sujet sur des carnivores, cette diminution a été, en moyenne, de 9 p. c. dans l'alimentation à la viande additionnée d'amidon, tandis que, lors de la consommation d'une *ration égale en poids* avec substitution de graisse à l'amidon, elle n'a été que de 7 p. c. L'amidon diminue donc, dans toutes les circonstances, l'in-

tensité de la transmutation albuminoïde quoiqu'il ne puisse jamais l'empêcher complètement. La *valeur physiologique* de ce corps est donc toute différente et beaucoup plus élevée que sa *valeur* à titre d'aliment *respiratoire*; à ce dernier point de vue, c'est-à-dire relativement au poids d'oxygène nécessaire pour en opérer la combustion complète, l'amidon se comporte, à l'égard de la graisse, dans le rapport thermogène suivant = 1 : 2.44, tandis que la diminution de la transmutation d'albumine sous l'influence de l'amidon est, pour un même poids, égale ou même supérieure à celle produite par la graisse. Nous verrons plus loin que l'action économisante qu'exerce l'amidon sur la *graisse* est aussi supérieure à celle qui paraîtrait devoir résulter de sa composition. Tous les hydrates de carbone ont une valeur physiologique presque égale, ce qui se comprend aisément lorsqu'on se rappelle qu'ils se transforment tous en sucre sous l'influence des sucs digestifs et qu'ils sont essentiellement résorbés sous ce dernier état. Au surplus, des expériences directes ont accusé des effets absolument identiques lorsqu'on a fait consommer de l'amidon ou du sucre en quantités proportionnellement correspondantes.

Les animaux herbivores consomment, dans leur régime normal, de très-grandes quantités d'hydrates de carbone : c'est pourquoi, lorsqu'il ne s'agit que de les maintenir dans un état d'entretien stationnaire, la ration peut être assez pauvre en albumine. C'est pour la même raison que, lors d'un régime

de production, il reste facilement dans le corps une partie de l'albumine digérée qui se fixe dans les tissus et qui est enlevée utilement à la circulation. Cependant, une certaine proportion d'albumine, un minimum si l'on veut, doit toujours exister dans les aliments des herbivores et on ne peut lui substituer aucun autre élément. La détermination de ce minimum d'albumine digestible impérieusement réclamé suivant les divers buts des opérations, et généralement l'appréciation des quantités et du rapport le plus judicieux à établir, dans la ration quotidienne, entre les éléments azotés et ceux qui ne le sont pas, constitue précisément le problème le plus difficile de notre étude ; mais il n'est que difficile et on arrivera à sa solution peu à peu. Nous exposerons dans la suite les expériences précises qui ont déjà été faites dans cette direction, spécialement par les stations agricoles.

## CHAPITRE IV.

### **La formation de la graisse.**

La graisse absorbée avec la nourriture et enlevée au canal digestif par la résorption reste inaltérée dans des circonstances favorables et se dépose particulièrement dans les organes ; ce fait est actuellement mis hors de doute aussi clairement que celui de la possibilité de formation de la graisse aux dépens d'autres éléments de la nourriture. En ce qui con-



cerne le premier point, je rapporterai seulement les résultats de quelques expériences très-récentes dues encore à l'activité de l'institut physiologique de Munich.

Les animaux carnivores qui ont été nourris exclusivement au moyen de viande et dont le corps est ainsi enrichi d'albumine et relativement appauvri en graisse, se dépouillent presque complètement de celle-ci lorsqu'on les abandonne à un jeûne prolongé; on reconnaît même le moment où la pénurie de graisse a atteint son point culminant à ce fait que l'élimination d'azote par l'urée, qui, pendant le jeûne, était fort régulière, s'élève à la fin très-rapidement, parce que, à la suite de la complète disparition de la graisse du corps, une plus grande quantité de chair est détruite. Un chien pesant 20 kil. reçut, après 30 jours de jeûne et pendant 5 jours, des quantités aussi fortes que possible de lard, et il digéra et résorba, en moyenne et par jour, 370,8 gr. de graisse pure. Cette quantité est tellement considérable, qu'il n'est pas possible d'admettre qu'elle ait été complètement brûlée; il aurait fallu, en effet, constater l'émission journalière de 1040 gr. d'acide carbonique, tandis que le dosage direct des produits de la respiration accuse, pour des chiens d'une taille double en excellent état d'entretien, des chiffres beaucoup plus faibles. L'expérience finie, on constata à l'abattage du chien que les divers organes du corps ne renfermaient que 1352,7 gr. de graisse, alors que, après un jeûne de 30 jours et avant le régime

au lard, le corps d'autres animaux de même force ne renfermait plus que 150 gr. de cet élément; dans ce cas, il y avait donc chaque jour environ 250 gr. de graisse de la nourriture qui restait non détruite et se déposait. Dans d'autres recherches très-nombreuses, faites avec un régime alimentaire composé de viande et de graisse dans un rapport plus normal et avec le concours de l'appareil respiratoire, on a confirmé le fait que, très-souvent, une partie importante de la graisse absorbée avec le fourrage est fixée par l'économie; dans quelques-unes de ces expériences, on a, par exemple, constaté que cette quantité de graisse s'élevait par jour à 38, à 45 et même à 108 gr. Il est cependant à remarquer que la graisse donnée ainsi aux animaux doit être analogue à la graisse animale ou, du moins, qu'elle doit pouvoir se transformer facilement en celle-ci; les corps gras, ayant une composition qui s'écarte complètement de celle de la graisse du corps, ne sont aucunement résorbés ou bien, s'ils pénètrent dans le cours des liquides, ils subissent une rapide destruction. On ne peut naturellement conclure de là que la graisse des herbivores ne peut pas concourir directement à accroître le dépôt de celle qui existe déjà dans leur corps; on sait, en effet, que la plupart des graisses végétales ont une composition et des propriétés très-voisines de celles des graisses du règne animal.

Il n'est pas besoin d'apporter des preuves spéciales pour démontrer que la graisse se forme de toutes

*pièces* dans le corps animal vivant; l'expérience journalière l'établit à suffisance, notamment dans l'engraissement et dans la production du lait. Mais il est, par contre, extrêmement important de connaître quelles sont les substances nutritives qui livrent la plus grande partie ou même la totalité de la matière première de la graisse de nouvelle formation.

Il est aisé à comprendre que nous ne devons considérer ici que les corps albuminoïdes et les hydrates de carbone; car, en dehors de ces matières et de la graisse même, la nourriture des herbivores ou des carnivores ne renferme aucune autre substance organique en quantité suffisante pour pouvoir contribuer d'une façon importante quelconque à la formation de la graisse. Aucun physiologiste ne conteste actuellement la possibilité de la production de la graisse aux dépens de la *substance albuminoïde*. Un fait bien connu milite déjà en faveur de cette opinion: c'est que les corps protéiques livrent, par la putréfaction comme aussi lorsqu'on les traite par les alcalis ou par des agents oxydants, des corps gras très-divers à côté d'autres produits de décomposition. On a également observé bien souvent qu'il se développe dans le fromage et surtout dans le lait abandonné au repos, une grande quantité de graisse provenant de la transformation de l'albumine et que, pour une même vache, un lait dont la richesse en graisse augmente progressivement devient, d'ordinaire, de plus en plus pauvre en substance albuminoïde, et inversement.

On peut encore citer, comme exemple de transformation de l'albumine en graisse, la formation, parfois observée, de ce qu'on appelle le gras des cadavres ou *adipocire*; ce phénomène est accompagné de la disparition de presque toute la substance albuminoïde des cadavres; à la place des muscles, même des nerfs et des vaisseaux, il apparaît une masse de graisse d'une consistance cérumineuse et soluble dans l'éther. Il se produit une désorganisation analogue dans certaines affections pathologiques qui déterminent une dégénérescence des muscles et d'autres organes; elle se montre parfois lors d'un engraissement exagéré, spécialement chez le porc. Un fait particulièrement remarquable, à cet égard, se constate dans la dégénérescence grasseuse qu'éprouvent la plupart des organes du corps vivant dans l'empoisonnement lent au phosphore et, d'après une expérience faite à Munich, il n'est nullement douteux que la graisse qui apparaît alors provient exclusivement de l'albumine, dont l'azote se sépare à l'état d'urée. Un grand chien de basse-cour, laissé à jeun pendant 12 jours afin de détruire complètement sa graisse, fut lentement empoisonné au moyen du phosphore: la mort survint dans la nuit du 19<sup>e</sup> au 20<sup>e</sup> jour de jeûne. Avant l'empoisonnement, dans la période du 5<sup>e</sup> au 12<sup>e</sup> jour, la quantité d'azote expulsée par les urines resta assez constante et s'éleva, en moyenne, par jour, à 7,8 gr.; à la suite de l'intoxication au phosphore, la quantité d'azote contenue dans les urines augmenta considérablement, au point d'atteindre 23,9 gr. par

jour, soit une quantité triple de celle évacuée lors du jeûne normal. Chez un autre chien soumis, en même temps que le précédent, à des expériences sur la respiration et traité absolument de la même manière, au point de vue du régime, l'absorption de l'oxygène et l'élimination de l'acide carbonique formé n'atteignirent que la moitié des proportions constatées pour l'autre. On observe donc, dans les transmutations organiques, lors de l'empoisonnement lent au phosphore, deux modifications qui paraissent indépendantes : d'abord, une augmentation de la proportion d'albumine convertie en urée et en graisse ; ensuite, une réduction dans la quantité d'oxygène absorbé et, comme conséquence, une diminution dans la quantité de graisse soumise à l'oxydation. Mais ces modifications doivent tendre vers un même but et contribuer, malgré la condition du jeûne, à une accumulation de la graisse dans le corps, ainsi que l'examen du chien empoisonné l'a d'ailleurs démontré. En effet, la substance musculaire sèche de celui-ci contenait 42.4 p. c. et celle du foie 30 p. c. de graisse, c'est-à-dire trois fois plus qu'il n'en existe lors d'un régime normal et au moins dix fois autant que le corps du sujet n'en aurait montré après 20 jours de jeûne s'il n'avait pas été empoisonné. L'analyse du foie d'un homme décédé à la suite d'une absorption d'acide phosphorique a révélé que la matière sèche de cet organe renfermait 76.8 p. c. de graisse.

Si, après l'énonciation de ces faits, on conservait

encore quelque doute au sujet de la formation de la graisse aux dépens de la substance albuminoïde, il devrait se dissiper en présence des résultats que fournit l'expérience directe dans l'alimentation d'animaux sains et normalement nourris. Ainsi, les œufs de la mouche commune, déposés sur du sang pur, se développent et les larves qui apparaissent à l'éclosion contiennent sept à onze fois plus de graisse que n'en renfermaient les œufs et la nourriture offerte; il restait cependant encore une portion notable de sang; l'excédant en graisse ne pouvait provenir que de l'albumine consommée. De nombreuses expériences faites sur des chiens nourris au moyen de quantités abondantes de viande privée de graisse ont conduit au même résultat; ainsi, les animaux absorbaient par jour 42,1 et 42,7 gr. de carbone qui n'était pas retrouvé dans les évacuations. L'azote dépensé correspondait exactement à celui du fourrage; il y avait équilibre parfait pour cet élément, tandis qu'une proportion considérable du carbone existant dans les aliments restait dans le corps et s'y déposait sous forme de graisse, car on ne connaît aucune autre substance organique non azotée qui puisse s'accumuler dans l'économie animale en quantité quelque peu importante.

D'après tout ce que nous connaissons, jusqu'ici, sur les phénomènes de décomposition dont l'organisme animal est le vaste atelier, nous devons admettre que la quantité totale d'albumine détruite donne d'abord naissance à une quantité correspondante de

graisse (environ 51 p. c. du poids de l'albumine sèche, voir p. 56) qui, d'*ordinaire*, ainsi que la graisse digestible existant en nature dans la nourriture, éprouve une nouvelle décomposition ou oxydation, mais qui, suivant les circonstances, peut aussi être *entièrement* déposée dans le corps ou employée dans la production du lait. Conséquemment, pour expliquer l'origine de la graisse fixée dans l'économie animale sous l'influence d'un régime donné, il faut d'abord considérer la graisse naturelle présentée dans la ration et celle résultant comme produit du dédoublement de l'albumine détruite; si ces deux sources ne suffisent pas pour se rendre compte de la production totale observée, il faut chercher l'origine de la différence dans d'autres éléments des fourrages. Il s'agit donc, maintenant, d'étudier quels sont les procédés que l'organisme des herbivores, et spécialement de nos espèces économiques, met en œuvre pour élaborer en peu de temps d'abondantes quantités de graisse, comme c'est le cas dans l'engraissement et dans la production du lait, alors cependant que les fourrages qu'ils s'approprient renferment proportionnellement peu d'albumine et encore moins de graisse.

Malheureusement, nous ne possédons point encore de séries d'expériences étendues entreprises sur les animaux domestiques et généralement sur les herbivores, en vue de déterminer la production en graisse résultant d'une alimentation donnée et bien appropriée à ce but; nous faisons ici allusion à des re-



cherches d'un caractère rigoureusement scientifique, dans lesquelles on aurait recueilli avec soin toutes les pertes apparentes et gazeuses accompagnant la nutrition. Nous devons donc, pour étudier le point qui nous occupe, recourir aux données d'essais pratiques dans lesquels on se borne à déterminer simplement l'effet nutritif de l'aliment en raison de l'augmentation de poids vivant qu'éprouve l'animal, complétée parfois par les résultats obtenus à l'abattage; quelquefois, cependant, ces essais ont acquis un certain degré de perfection par l'appréciation des dépenses apparentes, mais on a négligé de recueillir les pertes gazeuses et d'en fixer la nature et la quantité.

Relativement à la production de la *graisse du lait* par la vache, nous signalerons ici trois expériences faites, l'une à Munich, sur des animaux richement nourris, les deux autres à Hohenheim et à Möckern, sur des bêtes recevant une alimentation plus pauvre et moins azotée. La quantité de graisse du fourrage qui a été absorbée s'est élevée, dans ces recherches, respectivement à 276 gr., 168,5 gr. et à 183,5 gr. en moyenne, par jour; la quantité de graisse nouvellement formée aux dépens de l'albumine a été de 308,5 gr., 164,3 gr. et 74,5 gr. En somme, la quantité de corps gras offerte par ces deux sources à la production du lait, était donc respectivement de 584,5 gr., de 332,8 gr. et de 258,0 gr., tandis que le lait recueilli renfermait respectivement 337,0 gr.

296,9 gr., et 284,8 gr. de graisse pure. Ainsi, pour les deux premières expériences, la quantité de graisse disponible correspond à la production constatée, tandis qu'à Möckern on observe un léger excédant de graisse dans le lait. D'ailleurs, celui-ci eût-il été supérieur encore, on n'aurait pu en conclure qu'il y a eu formation nouvelle de graisse dans l'organisme. On a, il est vrai, à Möckern comme à Hohenheim, observé qu'il y avait équilibre entre la recette et la dépense en azote, mais sans un appareil respiratoire, il a été impossible de reconnaître avec précision s'il y avait aussi une balance analogue pour le carbone ou, comme le cas se présente si souvent lorsque les vaches laitières sont bien nourries, si la graisse même du corps n'avait pas pris une part directe à la production du lait. Quoi qu'il en soit, il est digne de remarque que, dans ces expériences, de bonnes vaches laitières soumises à une alimentation parcimonieuse ont livré, par la sécrétion lactifère, une quantité de graisse qui autorise à supposer qu'il n'a nullement fallu, pour sa production, le concours d'autres éléments que ceux livrés par la graisse et l'albumine du fourrage.

Peut-être nous sera-t-il possible d'éclairer davantage cette question de l'origine de la graisse animale par l'examen des résultats des expériences d'engraissement d'animaux domestiques. Observons d'abord que des recherches bien connues, faites en Angleterre, nous ont appris que, dans l'engraissement, 100 parties *d'augmentation du poids vivant* contiennent :

	Matières minérales.	Albumine.	Graisse.	Total de la substance sèche.	Eau.
Porc	0,53	7,76	63,1	71,4	28,6
Mouton	2,34	7,13	70,4	79,9	20,1
Bœuf .	1,47	7,69	66,2	75,4	24,6
Moyenne.	1,45	7,53	66,6	75,6	24,4

Dans ces derniers temps, diverses stations agronomiques ont beaucoup expérimenté sur l'engraissement, et presque toujours c'est l'espèce ovine, et spécialement des moutons adultes qui ont été l'objet de leurs recherches. Les fourrages consommés ont été soumis à l'analyse chimique d'après des méthodes d'opération uniformes et les augmentations en poids soigneusement constatées ; partout aussi, la durée de l'opération a été suffisamment prolongée, puisqu'elle a embrassé une période de 2 mois 1/2 à 3 mois ; presque toujours, l'expérience se terminait par un abatage dont on annotait les résultats. Ces expériences ont accusé les chiffres moyens suivants, au sujet desquels il faut cependant observer que la proportion des éléments des fourrages digérés a été obtenue, sauf quelques exceptions, non par détermination spéciale et directe, mais en prenant pour base de calcul les données ordinaires.

Nombre d'expériences.	Eléments du fourrage qui ont été digérés par jour et par tête.		RAPPORT entre les substances azotées et celles non azotées	AUGMENTA- TION de poids par jour et par tête.	POIDS NET à l'abatage.	POIDS DU SUIF des reins et du mésentère.
	Albumine.	Hydrates de carbone.				
7	Kil. 0.110	Kil. 0.824	Kil. 1 : 7.49	Kil. 0.055	(P. c. du poids vif.) 48.0	(P. c. du poids vif.) 7.2
13	0.134	0.778	1 : 5.81	0.079	51.9	9.9
20	0.164	0.794	1 : 4.70	0.094	53.5	10.9
19	0.192	0.769	1 : 4.01	0.103	54.9	11.2

Ces nombres font ressortir d'une manière péremptoire l'influence favorable de l'albumine du fourrage sur la production de la graisse. L'augmentation de la proportion d'albumine est régulièrement accompagnée d'une progression du poids vivant, tandis que la quantité de substances nutritives non azotées, qui est restée sensiblement invariable dans les divers groupes d'expériences, n'a pu exercer une action marquée sur l'accroissement en poids. Au surplus, ce dernier est tel, qu'il s'explique parfaitement en considérant seulement la richesse du fourrage en albumine; bien plus: celle-ci a dû laisser un excédant, car les aliments contenaient aussi une proportion de graisse toute formée variant, suivant les expériences, de 0,015 à 0,060 kil. par tête et par jour.

Des faits analogues s'observent dans l'engraissement du *bœuf*; des expériences générales, ainsi que des recherches directes indiquent que, dans certaines limites, un fourrage passablement riche en azote produit aussi les meilleurs effets et que l'albumine et les corps gras qui lui sont enlevés par la digestion fournissent la matière première suffisante au dépôt de la graisse dans l'économie. Toutes les observations dont les ruminants ont été l'objet jusqu'ici excluent donc la nécessité de considérer les *hydrates de carbone* comme *formateurs directs* de graisse, quelle que soit d'ailleurs — et elle est souvent énorme — la masse de matières hydrocarbonées qui entrent dans l'alimentation normale. Il ne paraît pas, cependant, qu'il en soit ainsi pour le *porc*: du moins on constate tous les

jours, chez cet animal, par exemple qu'un accroissement de 100 kil. poids vif peut s'obtenir avec une ration comprenant 10 à 15 kil. de graisse toute formée et seulement 50 à 70 kil. de substance albuminoïde. Dans certaine expérience, on a même réalisé une production analogue au moyen d'un régime ne livrant que 40,8 kil. d'albumine et 6,8 kil. de graisse, et le poids initial de 35 1/4 kil. fut porté à 123 1/4 kil. De telles productions ne peuvent se comprendre sans admettre l'intervention directe des substances hydrocarbonées. Ces résultats ayant été fournis par des porcs jeunes, en cours de rapide développement, les données qui précèdent, sur la composition élémentaire de la quotité d'accroissement, ne leur sont pas entièrement applicables; néanmoins, la question de la formation de la graisse et des matériaux alimentaires qui y servent n'est pas résolue pour le porc, qui, du reste, n'a pas encore été, jusqu'ici, l'objet de recherches précises. Il serait cependant d'un vif intérêt d'étudier attentivement, sur cet animal, la production physiologique qui nous occupe, pour reconnaître si les hydrates de carbone ne contribuent pas directement, concurremment avec l'albumine et les corps gras du fourrage, à l'élaboration de la graisse.

Relativement au chien, tout porte à croire que, dans aucune circonstance, la graisse ne peut se former aux dépens d'un hydrate de carbone. Dans vingt-deux expériences faites à Munich, au moyen de l'appareil respiratoire, sur des chiens, les uns nourris exclusivement à la chair musculaire, d'autres au

noyen de chair livrée en quantité variable et additionnée d'amidon sec à la dose de 167 jusqu'à 608 gr. par jour, on a constaté que la graisse fixée correspondait toujours à celle résultant du dédoublement de l'albumine; de plus, que la production en graisse n'était nullement proportionnelle à la quantité de substances hydrocarbonées ingérées, mais bien dans un rapport constant avec la proportion de chair musculaire décomposée. Nous savons déjà que, si l'on nourrit simplement à la graisse, il peut s'en fixer une notable proportion; ainsi, on a, par exemple, observé que, si les aliments renfermaient 350 gr. de graisse, 186 gr., soit 53 p. c., étaient fixés; au contraire, en nourrissant aussi exclusivement avec les plus fortes quantités d'amidon, soit 379 et 608 gr., la production en graisse n'était, respectivement, que de 22 et 24 gr., ce qui correspondait à la proportion d'albumine décomposée. Il y a plus encore : en passant de 379 à 608 gr., il n'y avait pas d'accroissement dans la proportion de graisse élaborée, parce que la quantité de chair musculaire enlevée à l'organisme et décomposée restait presque invariable; elle était respectivement de 211 et 293 gr. de chair calculée à l'état frais (à 22 p. c. d'albumine pure et sèche). Si, intervertissant le régime, on donnait, pour une même quantité d'amidon, des proportions croissantes d'albumine, la production graisseuse était augmentée et passait de 24 à 55 et à 112 gr. D'après les faits recueillis sur des chiens

les hydrates de carbone sont rapidement et complètement brûlés dans l'économie animale et convertis en acide carbonique et en eau, tandis que la combustion de la graisse n'aurait lieu que lorsque les substances hydrocarbonées sont consumées. On peut donc conclure que, lors de l'ingestion de grandes quantités d'hydrates de carbone, il y a aussi une progression sensible dans la proportion d'acide carbonique expiré; tandis que la consommation de 350 gr. de graisse contenant seulement 268 gr. de carbone donnait lieu à l'émission de 519 gr. d'acide carbonique, la digestion de 608 gr. d'amidon, dosant aussi 268 gr. de carbone, déterminait le rejet de 785 gr. d'acide carbonique : c'est que, dans ce dernier cas, une partie notable de la graisse, au lieu d'être décomposée, était fixée dans l'organisme, ce qui n'est pas possible lors d'un régime exclusivement formé d'amidon.

S'il est prouvé que, dans aucun cas, il n'y a chez le *chien* formation graisseuse au moyen des hydrates de carbone, on ne comprend guère comment elle pourrait se réaliser chez d'autres espèces. Les composés organiques qui parviennent dans la circulation des liquides sont identiques chez tous les animaux; ils consistent essentiellement en albumine, en graisse et en sucre, et comme les mêmes ateliers anatomiques ont partout les mêmes missions physiologiques à remplir, les phénomènes de décomposition doivent concorder dans leurs caractères généraux. Les résultats de la décomposition sont, à un point



de vue quantitatif, particulièrement déterminés par la masse et les proportions relatives dans lesquelles tous les éléments nutritifs parviennent à être résorbés, et nous avons déjà montré (page 73) que, sous ce rapport, le chien abondamment nourri au moyen d'amidon se comporte presque à la façon des herbivores. Il est donc certain que, pour les herbivores, la plus grande partie de la graisse produite est aussi originaire de l'albumine et des corps gras contenus dans les aliments et que les hydrates de carbone n'interviennent directement, tout au plus et peut-être pas généralement, que dans des cas tout à fait extrêmes, dans l'élaboration de la graisse de nouvelle formation.

Pendant longtemps, on a invoqué contre cette thèse le fait, prétendument prouvé, que les *abeilles* possédaient la faculté de former la cire, c'est-à-dire une substance analogue à la graisse, aux dépens du sucre pur. Mais d'après des observations et des recherches nouvelles, les abeilles nourries exclusivement au moyen d'hydrates de carbone ne peuvent élaborer la cire que pendant un temps fort restreint, notamment aussi longtemps que l'albumine et la graisse approvisionnées dans l'organisme y pourvoient; à l'épuisement de l'albumine accumulée par le régime antérieur, ces insectes cessent d'édifier leurs gâteaux et, d'ordinaire, ils meurent rapidement d'inanition. Par contre, les abeilles deviennent très-laborieuses et peuvent livrer une riche production de cire lorsqu'on les nourrit avec des aliments albumi-

neux; c'est ainsi, par exemple, qu'en leur donnant un mélange formé d'une partie d'œuf de poule et de deux parties d'une solution de sucre candi, on a obtenu une élaboration journalière de 12 gr. de cire par 1000 gr. de poids vivant d'abeilles; sous l'influence de ce régime, un essaim de 2 kil. a même fourni, en huit jours, un gâteau de cire pesant 500 gr.

Quoique, selon toute apparence, les hydrates de carbone ne contribuent pas directement à la formation de la nouvelle graisse, ils exercent cependant, d'ordinaire, une influence majeure sur sa production et son dépôt dans l'organisme. Nous ne voulons, pour le prouver, qu'indiquer brièvement les circonstances qui élèvent la *transmutation en graisse* et respectivement déterminent une *économie* en cet élément et, par suite, son *accumulation* dans les tissus :

1. Par *l'augmentation exclusive* de la quantité de *corps gras* ingérée, on élève la masse de graisse soumise à la transmutation; s'ils sont suffisamment abondants, il y a même fixation d'une partie plus ou moins importante de graisse, surtout si la ration journalière contient simultanément beaucoup d'albumine.

2. La graisse provenant du dédoublement de l'albumine est plus facilement détruite que celle existant en nature dans le fourrage; ainsi que nous l'avons dit plus haut (page 81), celle-là subit plus facilement la décomposition par l'apport simultané de faibles proportions d'albumine; de grandes quantités l'entravent sans cependant pouvoir la suspendre

entièrement. La graisse ne protège pas l'albumine contre la régression, mais des quantités suffisantes d'albumine peuvent empêcher toute décomposition de la graisse.

3. La transmutation de la graisse en général et la décomposition de celle existant naturellement dans les aliments sont plus intenses dans un *organisme gras* que dans un corps maigre; pour ce dernier, on observe que la graisse naturelle de la ration, ainsi que celle qui est originaire de l'albumine se déposent plus facilement, tandis que l'accroissement progressif de la masse grasseuse rencontre de grands obstacles chez le premier.

4. De même qu'une *absorption* exagérée d'eau favorise la destruction de l'albumine (page 79), l'élimination en acide carbonique est alors plus élevée; ainsi que l'expérience l'a démontré, l'accumulation de matières est, par là, diminuée dans l'organisme. On doit donc, spécialement pour les bêtes à l'engrais, éviter l'emploi de fourrages trop aqueux ou l'usage de boissons trop abondantes si l'on désire obtenir un dépôt important et rapide de chair musculaire et surtout de graisse. La *température du local* n'est pas, non plus, un point indifférent dans les opérations d'engraissement: si elle est trop basse, les phénomènes d'oxydation sont augmentés, parce qu'il est nécessaire de produire plus de chaleur corporelle; si elle est trop élevée, l'absorption de l'eau et son évaporation sont exagérées, les animaux sont moins tranquilles et leur appétit irrégulier. Une tempéra-

ture du local variant, en moyenne, de 12.5 à 19° C. est celle qui, partout, est la plus favorable à la production.

5. Tout exercice corporel, toute *excitation musculaire* active énergiquement la décomposition de la graisse, ainsi que nous l'étudierons dans le chapitre suivant; il faut éviter avec soin cette cause de dépense chez les bêtes à l'engrais, ainsi que chez les animaux tenus pour la production du lait.

6. D'après des observations récentes, les *pertes sanguines* élèveraient d'abord la décomposition de l'albumine, mais il se produirait, en même temps, une augmentation dans la quantité d'oxygène absorbé et d'acide carbonique éliminé; elles auraient donc aussi pour conséquence de diminuer la dépense en graisse et, conséquemment, de faciliter l'approvisionnement de celle-ci, soit qu'elle provienne des aliments, soit qu'elle dérive de l'albumine. C'est ce qui explique le fait que la propension à l'engraissement est d'autant plus marquée que l'organisme est moins pourvu de sang, ainsi que la coutume en usage, dans certaines contrées, de saigner périodiquement les animaux à l'engrais. Sans doute, l'intensité de l'absorption de l'oxygène atmosphérique est d'abord déterminée par les transmutations des matières qui ont lieu dans l'organisme (voir p. 53); mais elle est cependant, quant au maximum qu'elle peut atteindre, à chaque instant influencée par le nombre et surtout par la richesse du sang en corpuscules sanguins (hémaglobine), richesse qui s'affaiblit essentiellement par une longue

alimentation dans laquelle il y a pénurie d'azote. L'aptitude marquée à l'engraissement, que manifestent les herbivores en général, à des degrés différents, toutefois, suivant les espèces et les races et suivant d'autres facteurs encore, comme l'étendue pulmonaire, les conditions de la circulation, etc., peut donc s'expliquer par la quantité relativement faible de masse sanguine et par la pauvreté de celle-ci en hémoglobine.

7. L'influence qu'exercent les *hydrates de carbone* sur la décomposition, sur la production et sur le dépôt de la graisse a une importance particulière dans l'alimentation des herbivores, quel qu'en soit d'ailleurs le but. Ils se comportent, en effet, jusqu'à un certain point, comme la graisse des aliments, en ce sens qu'ils suspendent la décomposition de la graisse du corps et que, administrés en grandes quantités, ils concourent à réduire la dépense en graisse en occasionnant le dépôt complet dans les tissus des corps gras existant dans la ration et de ceux provenant de l'albumine. Cette action est d'autant plus importante, que les hydrates de carbone ne s'y trouvent pas en quantité équivalente à la graisse, mais qu'ils produisent un effet bien supérieur; ainsi, on ne doit pas, comme on l'a fait jusqu'à présent, apprécier leurs effets comparatifs en raison de la quantité d'oxygène que les deux corps réclament pour leur complète combustion (100 de graisse = 244 d'amidon); les hydrates de carbone manifestent un pouvoir bien supérieur, puisque l'expérience même montre que 175 parties

d'amidon sont, sous ce rapport, égales à 100 parties de graisse. Mais le point qui différencie essentiellement les hydrates de carbone de la graisse, c'est qu'ils ne peuvent apparemment se transformer en celle-ci, ni, conséquemment, se fixer dans le corps. Ajoutons, en outre, qu'il n'est pas encore démontré si le porc et quelques autres espèces forment exception.

On peut déterminer la quantité d'albumine et d'hydrates de carbone, quelque faible qu'elle soit, que livre le corps et fixer le moment où celui-ci a atteint un état stationnaire, c'est-à-dire où il y a équilibre dans l'émission d'azote et de carbone. L'apport en albumine étant à ce taux extrême, si l'on élève celui en hydrates de carbone, il y a fixation de graisse, mais jamais en quantité supérieure à ce qui peut résulter de la décomposition de l'albumine ingérée. Par contre, l'apport en hydrates de carbone étant à ce point d'équilibre, si l'on augmente la quantité d'albumine, celle-ci est transformée en plus forte proportion, mais on constate aussi qu'une petite fraction de celle-ci et un peu de graisse se déposent dans le corps. Lors de l'ingestion d'aliments riches en albumine donnés simultanément avec d'abondantes quantités d'hydrates de carbone, il y a accroissement sensible dans la provision d'albumine, surtout production de graisse; mais ici encore, il ne se forme jamais une somme de graisse supérieure à celle pouvant provenir de l'albumine même.

Les lois générales de la formation de la chair et de

la graisse nous montrent clairement que, pour réaliser le plus avantageusement et le plus complètement possible un but quelconque dans l'entretien des animaux, ce n'est pas assez que de leur présenter une masse suffisante d'aliments, il faut aussi observer, dans la composition de la ration, un rapport absolument fixe entre l'albumine et les hydrates de carbone ou, d'une manière générale, entre les substances azotées et les substances non azotées. Nous entrerons dans des considérations spéciales à ce sujet dans un autre chapitre. Qu'il nous suffise ici de signaler que l'un des résultats les plus remarquables mis en lumière par les nouvelles investigations physiologiques, c'est qu'en général presque chaque régime de production se montre le plus efficace lorsqu'il est combiné de façon à présenter un *rapport nutritif moyen* entre les deux groupes d'éléments. Y a-t-il insuffisance d'albumine? la matière première manque pour une formation prompte et abondante de chair et de graisse; s'il y a beaucoup d'albumine dans le fourrage, on active fortement le courant circulatoire albuminoïde et, conséquemment, la transmutation de matériaux nutritifs de haute valeur. Lorsqu'au contraire on abaisse dans des limites exagérées la proportion des hydrates de carbone, on n'arrête pas assez la décomposition de l'albumine, et toute la graisse provenant de celle-ci n'est pas déposée; si l'on exagère leur dose relative, ils sont inutilement transformés; non-seulement ils ne rendent alors aucun service physiologique, mais l'organisme peut même souffrir, à la longue,



de leur inertie et une partie plus ou moins considérable et non digérée est expulsée sous forme d'excréments.

Toutes choses égales, d'ailleurs, c'est seulement lorsqu'on observe un rapport moyen entre les deux groupes d'éléments nutritifs formant la ration, que l'on peut compter sur la production et le dépôt constants, dans l'économie, de la plus forte proportion possible d'albumine organique et de graisse. Avant de pénétrer plus avant dans ce sujet, il importe d'étudier les fourrages au point de vue de leur digestibilité et de leur richesse en éléments réellement nutritifs.

## CHAPITRE V.

### La production de la force.

On croyait généralement, autrefois, que le travail mécanique, qu'une activité musculaire excessive déterminait une usure marquée des organes, due à une transformation d'albumine deux ou trois fois supérieure à celle qui accompagne l'état de repos. Des expériences décisives, entreprises à l'institut physiologique de Munich, ont formellement infirmé cette opinion ; elles ont montré, au contraire, que, sous un régime uniforme ou lors du jeûne complet, la transformation albuminoïde n'est nullement plus intense pendant l'exercice corporel qu'à l'état du repos ; le travail n'use donc pas les substances albuminoïdes de

l'organisme. Peut-être que les organes directement en action, par suite de l'afflux plus actif de sang qui s'y manifeste et de la circulation plus rapide que celui-ci éprouve, sont effectivement le siège d'une transformation albuminoïde plus énergique et que l'équilibre se rétablit à cause de l'état passif où sont laissés d'autres organes, de telle sorte que le phénomène général reste invariable pendant le travail. Par contre, la destruction de graisse et respectivement celle d'hydrates de carbone est alors supérieure et, comme conséquence, il y a beaucoup plus d'oxygène absorbé par la respiration; la production de chaleur animale est élevée et, comme il y a simultanément une évaporation d'eau plus active, il en résulte aussi une dépense plus forte en calorique.

Les premières expériences tentées dans cette voie ont été établies sur un chien vigoureux pesant 32 kil. Cet animal, employé comme moteur d'une roue dans laquelle il courait, fournissait chaque jour un travail énorme, évalué, en moyenne, par seconde à 1,7 kilogrammètre (1), tandis qu'on admet qu'un homme du poids de 70 kil., travaillant huit heures par jour, ne livre par seconde que 2,3 kilogrammètres. Il s'est manifesté, il est vrai, une légère augmentation dans la quantité d'albumine transformée dépassant, lorsque l'animal était à jeun, de 11.5 p. c. et, lors d'une forte ration de viande,

(1) On sait qu'on entend par *kilogrammètre* la force qu'il faut dépenser pour soulever un poids d'un kilogramme à un mètre de hauteur en une seconde de temps.

de 4.8 p. c. seulement la proportion totale d'albumine décomposée pendant la période de repos; mais cette augmentation s'expliquait très-simplement par cette circonstance, que l'animal consommant plus d'eau pendant l'exercice, il en éliminait aussi davantage par les urines, ce qui, ainsi que nous l'avons vu (page 79), réagit toujours sur la régression albuminoïde en l'augmentant. En régularisant l'absorption d'eau, on écarte complètement cette influence et ses effets, ainsi que l'ont établi des expérimentations sur un homme sain et de forte constitution. L'individu qui en a été le sujet tournait chaque jour, pendant neuf heures, une lourde roue portant une courroie de transmission; le soir, il était fatigué comme s'il avait exécuté un service pénible ou fourni une longue course. L'appareil respiratoire a permis de constater que l'échange organique se comportait alors dans l'espace de vingt-quatre heures de la manière suivante :

	Albumine décom- posée.	Graisse perdue.	Acide carbonique expiré.	Oxygène absorbé.	Eau éliminée	
					par les urines.	par éva- poration.
	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.
I. Période de jeûne:						
Repos.	79	209	716	762	844	821
Travail.	75	380	1187	1072	746	1777
II. Régime ali- mentaire moyen :						
Repos.	137	219	928	832	1056	931
Travail.	137	320	1209	1006	1155	1727

Ces chiffres démontrent à l'évidence que la *transformation de l'albumine* existant dans l'organisme n'est pas plus énergique pendant le travail que lors du repos. Il y a, par contre, une *forte dépense de*

*graisse*, qui est naturellement accompagnée d'une émission correspondante d'acide carbonique et d'une absorption d'oxygène; de même, on observe une notable progression dans la quantité d'eau rejetée par la peau et les poumons. On remarque aussi, quant aux proportions relatives d'acide carbonique expiré, que, pendant le jeûne, le rejet en gaz atteint une différence de 471 gr. entre les périodes de travail et de repos, tandis qu'elle n'est que de 221 gr. lors d'une alimentation moyenne; un résultat analogue s'observe pour l'oxygène, qui offre respectivement les nombres 310 et 174 gr., tandis que l'écart est proportionnellement moins saillant pour l'eau évaporée, soit respectivement de 956 et de 796 gr. Fixons également l'attention sur la quantité d'oxygène absorbé comparée au poids d'acide carbonique expiré: la première est beaucoup plus élevée pendant les jours d'inaction que durant la période d'exercice, résultat en relation avec le fait signalé antérieurement (page 54), que le corps animal sain accumule, pendant le repos de la nuit, une certaine somme d'oxygène, variable d'ailleurs suivant les circonstances, laquelle est consommée pendant le travail et détermine alors une élimination d'acide carbonique qui ne semble pas en rapport avec l'oxygène inspiré pendant le jour.

On a parfois prétendu qu'il y a, lors d'un travail soutenu, un rejet important d'azote gazeux par la peau et les poumons, azote qui serait originaire d'albumine transformée, de façon que la transmutation

albuminoïde ne trouverait pas son exacte expression dans l'azote des urines. S'il en était ainsi, il faudrait admettre que la grande concordance, signalée dans l'expérience précédente et dans beaucoup d'autres, existant entre l'azote reconnu dans les urines recueillies durant le repos et pendant le travail, est toute fortuite, ce qui est non-seulement très-invraisemblable, mais aussi contredit par une série de faits. Si l'exercice corporel avait pour conséquence d'élever notablement la proportion d'albumine décomposée, l'analyse des urines y révélerait l'existence de proportions correspondantes d'acides sulfurique et phosphorique; en effet, toute décomposition d'albumine entraîne la mise en liberté, sous forme de l'un ou de l'autre de ces acides, d'une certaine quantité de soufre et de phosphore qui, ne pouvant disparaître par évaporation, abandonne le corps par les voies urinaires. Dans les expériences prémentionnées, la quantité d'acide sulfurique contenue dans les urines évacuées sous l'influence d'un régime moyen, s'élevait pour la période de repos, en moyenne à 2,61 gr et pour les jours de travail à 2,57 gr., et la quantité d'acide phosphorique était respectivement de 4,19 et de 4,11 gr.; il n'y avait donc pas de différence absolue sensible pour les deux éléments, soit que l'on considère la période d'exercice ou celle de repos. Aux résultats d'expériences aussi minutieuses, acquérant un cachet d'incontestable vérité par l'appréciation des quantités et de la nature de toutes les évacuations, on ne peut sérieusement

opposer les indications contradictoires de quelques observations auxquelles ce contrôle a manqué.

Toutes les observations établissent, par contre, unanimement que la destruction de la graisse et, simultanément, l'expulsion d'acide carbonique est plus élevée lorsque le corps travaille que lorsqu'il est en repos. Il ressort même des expériences faites à Weende sur des moutons adultes, que la dépense musculaire due à la mastication et à la rumination, fonctions qui sont moins actives sinon parfois suspendues pendant la nuit, a déjà des effets sensibles sur les pertes en acide carbonique. Ainsi, par exemple, lorsque, selon l'usage, la ration était presque entièrement consommée dans le courant de la journée, 54 p. c. de l'acide carbonique éliminé en vingt-quatre heures, étaient évacués pendant les douze heures de jour, tandis que si, au contraire, les animaux recevaient la même nourriture pendant la nuit, 46 p. c. de l'acide carbonique total évacué étaient recueillis pendant le jour et 54 p. c. pendant la nuit.

Relativement à l'origine de la graisse décomposée sous l'influence du travail musculaire, lequel en augmente la proportion à un haut degré, il est indifférent qu'elle provienne directement de l'alimentation, qu'elle dérive de celle accumulée dans l'organisme, qu'elle soit originaire de l'albumine ou encore d'une quantité de matières hydrocarbonées du fourrage équivalente à celle de la graisse disparue. En tous cas, il est clair que, partout où il s'agit d'arriver à une production hâtive et avantageuse, il importe de

ne pas exiger des efforts musculaires des animaux et d'éviter avec soin de les soumettre à beaucoup de mouvement.

L'activité imprimée par le travail à la combustion de la graisse a engagé plusieurs physiologistes à considérer ce phénomène comme étant la *source de la force musculaire*. Pour cela, ils sont partis de ce principe, que le travail fourni ayant son équivalent dans l'excédant de chaleur produite, il y a dans l'organisme *transformation de la chaleur en travail*, de même que, dans le moteur à vapeur, la chaleur provenant du combustible consommé est transformée en force par l'appareil récepteur. D'après cela, ce seraient essentiellement les composés nutritifs non azotés qui interviendraient dans la production de la force et il n'y aurait, au maximum, que 20 p. c. du calorique total produit qui seraient mis à profit, résultat considérable, du reste, et bien supérieur encore à la force utilisée jusqu'ici dans les machines à vapeur les mieux combinées dont le travail utile est, au plus, équivalent à 10 ou 12 p. c. de la chaleur dégagée. Mais il est difficilement imaginable que la chaleur fournie dans le corps animal puisse, comme dans une machine calorifique, se transformer directement en travail mécanique et en devenir ainsi la source immédiate ; en effet, il manque ici les conditions nécessaires : on n'observe, par exemple, nulle part, dans la machine animale ou dans ses organes spéciaux, des alternatives d'échauffement et de refroidissement. On a calculé que si le travail musculaire prenait nais-



sance de cette façon, la chaleur animale atteindrait, en certains points, la température de 37°C. pour tomber parfois à — 25°C., ce qui est naturellement impossible. On sait, au contraire, que les variations de température sont funestes à l'organisme vivant et que des oscillations même relativement peu importantes amènent promptement la mort. La chaleur ne pourrait concourir à la production de la force dans l'organisme vivant qu'en occasionnant des courants électro-galvaniques et en déterminant ainsi une accumulation de tension; cependant, une telle transformation de la chaleur n'est pas vraisemblable dans les conditions où elle devrait se réaliser. L'augmentation de chaleur animale produite par le travail est plutôt absorbée par l'eau évaporée, lors des exercices musculaires, ainsi que par le rayonnement calorifique. Sans doute, l'expérience directe n'a pas encore prouvé que l'excédant de chaleur produite est exactement égal à l'excédant de chaleur disparue; mais il n'a pas été, non plus, rigoureusement établi que la chaleur animale convertie en force est équivalente à celle qui a été émise au dehors. Les expériences tentées jusqu'ici dans cette direction sont tout à fait insuffisantes pour résoudre la question de la dynamique animale avec quelque degré de certitude. Il faut, du reste, remarquer aussi que l'augmentation de chaleur constatée lors du travail et les besoins plus grands de la respiration ne sont que la conséquence *secondaire* du travail et qu'on ne peut la considérer comme source première de celui-ci.

L'origine réelle de la force musculaire doit être cherchée dans les phénomènes de destruction qui ont lieu dans le corps animal, dans la première désintégration qu'éprouvent les éléments nutritifs, spécialement les *corps albuminoïdes*, lors du passage du flot plasmatique à travers les tissus cellulaires. Lorsque la substance albuminoïde à composition si compliquée se dissocie en groupes atomiques plus simples, l'affinité chimique ou cette force latente qui tenait les atomes agglomérés entre eux dans un certain ordre devient, en quelque sorte, libre et elle apparaît comme force vive pouvant, à volonté, servir à des manifestations extérieures musculaires ou trouver emploi, lorsque le corps est à l'état de repos, dans la profondeur des organes, ou se transformer en courants électriques. L'économie animale possède incontestablement la faculté d'emmagasiner une certaine somme de *tension dynamique*; aussitôt que cette réserve a été consommée par un travail soutenu, il faut une période de repos, une pause est nécessaire. La pénétration de nouvelles quantités d'albumine à travers les tissus permet une réaccumulation de tension rendant possible la répétition des excitations musculaires et une nouvelle production de force.

Toutes les observations concordent, en fait, pour prouver que ce sont les transmutations qu'éprouvent les corps albuminoïdes et, à un bien moindre degré, la graisse et les hydrates de carbone, qui impriment la force nécessaire à l'organisme animal. Personne n'attend de notables services musculaires d'hommes

ou d'animaux qui ne reçoivent qu'une alimentation peu azotée consistant en pommes de terre, riz, etc. L'embonpoint n'est nulle part considéré comme un indice de puissance musculaire ; le chien nourri abondamment au pain et à la graisse est lourd et somnolent ; il devient gai et apte à supporter de grandes fatigues s'il dévore beaucoup de viande. La ration du cheval dont on exige de grands efforts est composée d'avoine à laquelle on ajoute souvent des fèves égrugées, riches en albumine. Le tempérament vif des carnivores, comparé aux allures généralement plus paresseuses des herbivores, paraît essentiellement dépendre de la nature du régime alimentaire.

Cependant, un apport abondant d'albumine ne suffit pas seul pour livrer beaucoup de travail ; il faut, en outre, la présence d'un *appareil* susceptible de recevoir et d'utiliser la force rendue libre par la régression albuminoïde. C'est seulement lorsque le corps est dans un état d'excellent entretien, lorsqu'une alimentation intensive pourvoit aux besoins journaliers en albumine, que l'accumulation réitérée de tension est possible et que l'on peut compter sur une activité musculaire énergique et durable. Les faibles et les convalescents, quoique soumis à un même régime, ne sauraient lutter avec des travailleurs vigoureux possédant une musculature complètement développée ; il importe d'abord de restaurer peu à peu leur organisme physique par une alimentation soignée. Quoique, à régime égal, il n'y ait pas plus d'albumine décomposée pendant le travail que lors du

repos, il est néanmoins nécessaire que l'absorption en cet élément soit proportionnellement plus élevée dans le premier cas, afin que les dépenses de force soient rendues possibles; la transformation albuminoïde n'est pas, ainsi qu'on l'a cru autrefois, la conséquence nécessaire du travail mécanique, mais elle est la principale source de la force musculaire et la condition indispensable de son activité.

Comme, d'autre part, lors d'une active excitation musculaire, on observe, à titre d'effet et non comme cause, une grande dépense en matériaux respiratoires, il importe, dans la période de travail, de fournir ceux-ci en proportion suffisante; d'une manière générale, il est indispensable, pour conserver alors au corps une égale teneur en chair musculaire et en graisse, c'est-à-dire pour le maintenir dans le même état, de lui livrer une alimentation plus riche. Un supplément de graisse, élément qui est l'agent calorifique le plus intensif, devra donc souvent, outre l'albumine, entrer en jeu, et ce n'est nullement par une conséquence fortuite que les classes laborieuses montrent une prédilection pour les mets gras et que l'avoine, qui est, en quelque sorte, l'aliment normal du cheval, est relativement riche en substance grasse.

---

## SECTION II.

### LE FOURRAGE DE NOS ANIMAUX DOMESTIQUES.

---

#### CHAPITRE VI.

##### Division et examen des éléments constituants des fourrages.

Jusque dans ces derniers temps, on distinguait généralement les substances nutritives en matières *plastiques* et en matières *respiratoires*, parfois aussi en producteurs de force et en formateurs de chaleur ou de graisse ; on rangeait les corps albuminoïdes parmi les premières, les secondes comprenaient surtout la graisse et les hydrates de carbone. On admettait que le travail mécanique usait, détruisait rapidement les organes et d'abord les muscles de l'économie, tandis qu'en même temps l'absorption de l'oxygène par le sang était considérée comme la cause première de la combustion d'une quantité correspondante de la substance corporelle. D'après cette conception, l'albumine contenue dans les aliments

servait à la reconstitution des parties organiques détruites par le travail, tandis que l'introduction de graisse et d'hydrates de carbone était exigée pour tirer parti de l'oxygène fourni par la respiration, produire la somme de calorique exactement nécessaire et respectivement livrer la matière première de la graisse de nouvelle formation. Nous savons, maintenant, que les phénomènes de décomposition ont un cours bien différent dans le corps animal et qu'il importe, tout d'abord, lorsqu'il s'agit de dresser une division ou une dichotomie quelconque dans cet ordre de phénomènes, de déterminer quelles sont leurs conséquences relativement à l'entretien ou au développement ultérieur de l'organisme entier.

La décomposition des substances nutritives n'a pas lieu dans le corps parce qu'il faut livrer du travail mécanique ou du calorique, mais parce que, dans les conditions où se trouve l'organisme, les combinaisons compliquées cessent de pouvoir exister. L'oxygène absorbé n'est pas la cause de cette désintégration, celle-ci s'observerait encore en l'absence de tout effort mécanique ou si le corps n'avait besoin que d'une moindre somme de chaleur; l'oxygène n'est attiré que postérieurement par les produits de la dissociation; l'intensité de celle-ci règle l'absorption dont celui-là est l'objet; la chaleur émise alors est une manifestation de second ordre et, à égalité de température du corps et de l'air environnant, selon l'état et le mode de nutrition, des quantités très-différentes de chaleur peuvent être produites et être

équilibrées par des émissions absolument correspondantes. Il n'y a qu'une faible partie de l'albumine absorbée sous forme d'aliment qui se dépose dans les cellules et dans les tissus et qui revêt un caractère plastique, la plus forte proportion se confond avec l'albumine de circulation, se mélange avec elle et subit la transmutation sans avoir jamais été organisée. Il se sépare de la graisse de l'albumine, graisse qui peut se fixer aux organes du corps; les hydrates de carbone sont susceptibles, comme la graisse de la nourriture, d'économiser de l'albumine et de la graisse, mais dans une proportion qui s'écarte notablement de celle dans laquelle l'oxygène doit leur être fourni pour brûler et se convertir en acide carbonique et en eau. L'échange organique ne porte pas seulement sur l'albumine, il atteint aussi la graisse, l'eau et les matières minérales, et la constitution de chaque organe en particulier, de même que l'entretien de l'activité vitale exigent l'intervention de l'eau, de la graisse et des substances minérales non moins que la présence de l'albumine. Tous les corps nutritifs sont, sous ce rapport, des éléments plastiques; tous, y compris l'albumine, livrent, par leur décomposition, des matériaux à la respiration. Quelque ingénieuse que soit la division prérappelée en composés plastiques et respiratoires, elle n'est donc pas fondée et nous devons nous borner aussi, au point de vue des éléments organiques de la nourriture, à la distinction résultant de la présence ou de l'absence de l'azote. Nous

aurons donc simplement la classe des *matières azotées*, à laquelle appartiennent les diverses modifications des corps albuminoïdes, et celle des *matières non azotées*, comprenant essentiellement les hydrates de carbone et les substances grasses.

Il faut comprendre sous le nom de *corps nutritifs* tout ce qui, à un point de vue quelconque, peut être nécessaire et de nature à livrer des matériaux susceptibles de concourir à la formation et à l'entretien normal de l'organisme. Les aliments ou fourrages sont des mélanges en proportions très-variables d'éléments nutritifs divers; mais chacun de ces derniers n'y existe nullement d'une manière régulière, dans des rapports normaux relativement aux besoins de l'économie. Pour atteindre rapidement et économiquement le but de chacune des spéculations sur les herbivores entretenus à la ferme et combiner la ration journalière de façon à réaliser le rapport nutritif le mieux approprié, il est souvent requis de former des mélanges entre aliments divers. Cependant, avant d'aborder le chapitre spécial de l'alimentation, il importe de soumettre les fourrages ordinaires à un examen particulier et de jeter d'abord un coup d'œil sur leurs *éléments généraux*.

Outre l'eau, les fourrages sont constitués par les corps suivants : 1° la protéine brute (substance albuminoïde); 2° la cellulose brute (fibre ligneuse brute); 3° la graisse brute (extrait d'éther); 4° les matières extractives non azotées (hydrates de carbone); 5° les substances minérales (cendres).



Nous présenterons quelques éclaircissements sur la composition chimique de ces corps et sur leur détermination dans les analyses des fourrages.

1. Sous le nom de *protéine brute*, on comprend la somme totale des matières albuminoïdes, c'est-à-dire celle que l'on obtient en multipliant la proportion d'azote dosé directement par le coefficient 6.25. Il importe de remarquer que la quantité de substance albuminoïde ainsi trouvée ne peut pas être considérée comme matière nutritive effective, mais que, très-ordinairement, une fraction plus ou moins grande abandonne, entièrement indigérée, le corps animal, fraction qu'il faut donc négliger dans l'appréciation de la valeur nutritive du fourrage. Nous rapporterons dans la suite les indications de l'expérience directe au sujet des conditions de digestibilité de la protéine brute.

Les *corps protéiques d'origine végétale* se présentent sous des modifications qui ont une remarquable analogie avec celles des mêmes éléments originaires du règne animal. On les divise en trois groupes : 1° l'albumine végétale ; 2° la caséine végétale, et 3° le groupe de la gélatine végétale (gluten, corps protéiques avec ou sans mucilage). Les corps protéiques renfermés dans les diverses graines ont été soumis, tout récemment, à des recherches étendues qui ont conduit à subdiviser les deuxième et troisième groupes. Elles ont montré que les *corps protéiques glutineux* formant le troisième groupe [a) la gliadine ou gélatine végétale ; b) la mucédine, et c) la

fibrine végétale ou gluten] ne se rencontrent que dans les graines des céréales et que, parmi celles-ci, le froment seul les contient tous, tandis que les autres céréales n'en renferment qu'un ou deux seulement. Quant au groupe de la *caséine végétale* [a) légumine; b) gluten-caséine; c) conglutine], la légumine est prépondérante dans les semences des plantes légumineuses, tandis que les graines oléagineuses étudiées jusqu'ici ne révèlent pas de légumine, mais seulement, comme corps protéiques essentiels, de l'albumine et de la caséine glutineuse — gluten-caséine — et que la conglutine ne se présente que dans le lupin jaune, ainsi que dans les amandes douces et les amandes amères. L'*albumine végétale* se trouve dans toutes les graines en plus ou moins grande quantité et particulièrement dans la sève des plantes vertes, laquelle n'a pas, du reste, été, jusqu'ici, quant à ses corps protéiques constituants, l'objet d'un examen attentif.

La composition élémentaire de ces diverses substances protéiques varie d'une façon assez importante: ainsi, la proportion de carbone oscille, en moyenne, de 50.2 à 54.3 p. c., celle de l'azote de 14.7 à 18.4 p. c. et celle du soufre de 0.4 à 1.6 p. c. C'est la légumine qui est généralement la plus pauvre en azote, tandis que la gélatine ou mucilage végétal est la plus riche en cet élément et que l'albumine végétale occupe un rang intermédiaire quant à son titre en azote. Il en résulte que le calcul de la substance albuminoïde, en raison de la proportion d'azote directement dosé

multiplié par le facteur usité 6.25, qui se rapporte à une teneur moyenne en azote de 16 p. c., ne fournit pas toujours des résultats exacts. Nous pensons que l'on obtiendrait une expression de valeur mieux en rapport avec l'état normal de richesse si, pour les graines des céréales et pour la plupart des fruits légumineux et des semences oléagineuses, on utilisait le coefficient 6. Comme la gélatine végétale renferme 18 p. c. d'azote, l'opération arithmétique accuse toujours un chiffre trop élevé pour la richesse du froment en substance albuminoïde ; pour le calcul des corps protéiques des lupins jaunes et des amandes, on devrait même recourir au facteur 5.5. Dans certains cas seulement, par exemple pour des farines de froment pauvres en gluten, dont les matières protéiques ne contiennent qu'environ 16 p. c. d'azote, le multiplicateur habituel 6.25 est encore admissible. Il n'est cependant point encore possible d'adopter, à cet égard, une résolution définitive parce que, d'après les résultats connus, chacune des substances albuminoïdes, suivant les conditions où on les puise, montre des différences essentielles de composition ; ainsi, la légumine des fèves renferme seulement 14.7 p. c., celle des pois 16.8 p. c. d'azote, ce qui donnerait lieu à l'adoption du facteur 6.80 dans le premier cas et de 5.95 dans le second, et ainsi de suite un coefficient différent pour chaque graine ou plante, ce qui compliquerait notablement les opérations.

Le défaut d'expériences précises ne nous permet point de conclure avec certitude au sujet du degré

nutritif des diverses modifications des corps albuminoïdes végétaux existants comme éléments constituants des fourrages, ni de juger si, sous l'empire de conditions égales, elles parviennent plus ou moins facilement à se déposer dans l'économie. Sans doute, il faut admettre qu'une différence dans la teneur en carbone de 3 à 4 p.c. modifie la proportion de graisse qui peut s'en isoler et que l'effet nutritif d'un albuminoïde végétal sera, selon les circonstances, plus élevé lorsqu'il contiendra plus de carbone. Il faut sans doute aussi s'abstenir d'assimiler complètement, au point de vue de leur importance alimentaire, les corps protéiques des plantes et ceux provenant d'origine animale, et il n'est guère possible, par exemple, d'admettre que la légumine des pois est de nature à remplacer entièrement l'albumine des corps protéiques. Toutefois, les différences dues à la composition ne sont pas très-importantes et, dans l'état actuel de la science, tous les corps albuminoïdes végétaux, pour autant qu'ils soient réellement digérés et résorbés, doivent être considérés comme possédant une égale valeur nutritive.

2. La *cellulose brute* est la substance qui reste inattaquée après le traitement des fourrages au moyen de l'acide sulfurique étendu, d'une solution potassique, etc.; c'est cette portion que l'on porte en compte après déduction de petites quantités de cendres qui y existent encore et de la matière protéique (azote  $\times$  6,25). Dans cet état cependant, la cellulose brute constitue encore essentiellement un mélange

de matière cellulaire ou *cellulose* associée à plus ou moins de matière incrustante ou *lignine*. La cellulose pure possède exactement la même composition centésimale que l'amidon; elle renferme donc 44.4 de carbone, tandis que la lignine en contient beaucoup plus, environ 55 p. c. La cellulose brute obtenue des divers fourrages par le procédé analytique généralement suivi jusqu'ici montre une composition variable: ainsi, par exemple, la teneur en carbone de la cellulose brute extraite du foin de pré et de la paille des céréales est de 45 à 46 p. c., celle du trèfle sec et des tiges de légumineuses en renferme ordinairement 48 à 49 p. c. et est plus riche en lignine. Il serait très-important, pour apprécier rigoureusement les divers fourrages et leurs conditions de digestibilité, de posséder une méthode au moyen de laquelle on pourrait déterminer au moins avec exactitude la quantité de cellulose pure. Malheureusement, jusqu'ici, malgré les nombreuses recherches dont ce point a été l'objet, elle n'a pas encore été découverte et l'on ne peut indiquer qu'approximativement, d'après la teneur en carbone de la cellulose brute, la proportion de lignine qui est associée à la cellulose, en admettant que la première renferme 55 p. c. et la seconde 44.4 p. c. de carbone.

3. La même difficulté se reproduit, mais à un degré beaucoup plus élevé, pour la *graisse brute*, dénomination sous laquelle on comprend tout ce qui est enlevé à la substance sèche des fourrages au moyen de l'éther ordinaire. Il est vrai que l'extrait d'éther de la plupart des grains et de leurs déchets peut être considéré

comme constitué par de la graisse assez pure; mais lorsqu'il s'agit des fourrages fibreux secs et verts, l'extrait fournit un mélange des corps les plus divers; ainsi, à côté de la graisse proprement dite, il se présente toute espèce de matières cireuses et résineuses, et notamment de la chlorophylle ou matière colorante verte des feuilles, en proportions très-variables; tous ces corps ont une importance très-diverse dans l'alimentation; certains d'entre eux sont tout à fait indigestibles. Le nouveau mode de dosage proposé récemment et permettant d'isoler les éléments digestibles de ceux qui ne le sont pas, dans l'extrait d'éther, n'a pas reçu la confirmation de l'expérience directe; la proportion de graisse brute indiquée dans les analyses ne peut donc être admise qu'avec certaines restrictions. Heureusement, la graisse ne remplit guère un rôle aussi saillant dans l'alimentation des herbivores que dans celle des carnivores et, de plus, la teneur en graisse brute de tous les fourrages verts et fibreux est assez faible; elle varie environ de 1 à 3 p. c. de la substance sèche.

4. Les *corps extractifs non azotés* sont représentés par tout ce qui reste après avoir soustrait la protéine brute dosée ou calculée, la graisse brute, la cellulose brute et les cendres, de la matière sèche totale du fourrage; on obtient donc leur quantité par différence. Leur composition est assez simple dans les grains et les racines, car ils consistent essentiellement en amidon ou en sucre associés à des corps pectiniques; parfois aussi, ils sont constitués par du

mucilage, possédant une composition et probablement un effet nutritif analogues à ceux de l'amidon. Les corps extractifs non azotés comprennent aussi, particulièrement dans les fourrages fibreux et les fourrages verts, des proportions variables de substances gommeuses, et notamment la lignine incrustante, mentionnée plus haut; toutes ces matières se dissolvent partiellement lors du traitement des fourrages avec des solutions acides et alcalines; néanmoins, il ne semble pas qu'elles soient résorbées dans le canal digestif ni, par conséquent, qu'elles contribuent à l'effet nutritif des aliments. Par contre, nous verrons plus tard que, à l'exception de la graisse, toutes les substances organiques non azotées des fourrages verts et des fourrages fibreux qui sont résorbées possèdent exactement la composition centésimale de l'amidon; en général, on peut donc assimiler les corps nutritifs non azotés des fourrages aux hydrates de carbone, qui forment et représentent dans leur ensemble, comparés à l'albumine digestible, le rapport entre les éléments nutritifs de chaque fourrage. Aucune influence essentielle ne peut être attribuée aux faibles proportions d'acides organiques que l'on rencontre dans les aliments.

5. Relativement aux *matières minérales*, il y a seulement à observer que les quantités totales indiquées comme exprimant la richesse des fourrages en ces éléments se rapportent à la cendre pure, c'est-à-dire qu'elle a été obtenue après déduction de la proportion de cendre brute, des impuretés terreuses et

charbonneuses, ainsi que de l'acide carbonique. Celui-ci n'est formé que lors de la combustion de la substance organique, et la proportion qui prend naissance varie beaucoup selon la température à laquelle l'incinération a lieu et suivant que la matière renferme relativement beaucoup d'acide phosphorique ou d'acide silicique ; on ne doit donc pas considérer l'acide carbonique comme un élément essentiel des matières minérales des fourrages.

On voit, d'après ce qui précède, que les procédés analytiques des fourrages, de même que nos connaissances au sujet de la nature propre et des proportions relatives de leurs divers éléments constitutifs laissent encore beaucoup à désirer et que, malgré toutes les recherches modernes, il reste un large champ à parcourir dans ce domaine. Néanmoins, il n'est pas permis de méconnaître l'étendue du chemin déjà parcouru ni de douter que de nouveaux progrès dans cette voie n'ouvriront un avenir plein de promesses à l'étude de l'alimentation de nos espèces domestiques.

## CHAPITRE VII.

### La digestibilité du fourrage.

Pour apprécier la digestibilité d'un fourrage, il faut, dans les expériences dont il est l'objet, recueillir avec soin les déjections qui proviennent de sa con-



sommation et les soumettre à l'analyse chimique, en suivant la méthode adoptée pour étudier la composition élémentaire même du fourrage; la différence qui résulte de la comparaison du fourrage et des fèces révèle, en général et en particulier, la nature ainsi que la quantité des éléments résorbés dans le canal digestif et livrés à la circulation des liquides organiques. Il est à peine utile de mentionner que le pesage et la distribution des fourrages, que la cueillette des résidus de la digestion, ainsi que la levée des échantillons à analyser réclament des soins extrêmes. En fait, on a imaginé, pour les expérimentations sur la digestibilité des aliments, des dispositions et des appareils qui assurent une grande exactitude, ainsi que l'ont montré, d'ailleurs, les résultats d'essais de contrôle. Entreprises sur des animaux de petite taille, spécialement sur des moutons, ces intéressantes investigations peuvent être poursuivies pendant longtemps sans qu'il y ait aucune perte d'excréments, à cause des poches de réception dont on munit les sujets en expérience et cela sans qu'ils en éprouvent la moindre incommodité.

*La digestion a un cours* relativement lent chez les ruminants; ainsi, on sait, par des observations nombreuses et variées, eu égard aux conditions où elles ont été recueillies, qu'à la suite d'un changement subit dans le régime alimentaire, les derniers restes non digérés du fourrage précédent ne sont complètement expulsés par les excréments qu'au bout de 5 jours. On doit, dès lors, soumettre les

animaux destinés à être mis à l'essai à un *régime préparatoire* que, pour plus de sécurité, on prolonge pendant une période de 7 jours; ce n'est qu'au bout de ce laps de temps que l'on peut considérer les fèces recueillies comme provenant exclusivement du fourrage étudié et comme pouvant donner, à l'analyse d'un échantillon moyen, des éclaircissements sur son degré de digestibilité. Cette période de préparation est d'autant plus indispensable que chaque bol alimentaire et, conséquemment, toute la masse ingérée, est soumise, dans le corps des ruminants, à un mélange beaucoup plus intime que chez le chien ou chez l'homme. Le cheval et le porc digèrent beaucoup plus promptement que les ruminants, mais néanmoins l'essai introductif de l'expérience proprement dite n'est pas moins long.

La différence en poids entre le fourrage et les fèces exprime *au moins* la quantité de substance qui a été digérée et résorbée; nous disons au moins, car le poids de la matière sèche des excréments solides est légèrement augmenté par l'adjonction de certains produits de l'échange organique, notamment par les sécrétions versées dans l'appareil digestif, bile, etc. Pour s'éclairer sur l'importance de l'apport en produits étrangers qu'il faut attribuer à cette origine et l'exprimer en fonction de l'azote qu'ils contiennent, on opère de la façon suivante : on dose l'azote des excréments traités par l'éther et l'alcool, ainsi que le soufre existant en combinaison organique dans la solution aqueuse. Les éléments de la bile sont, en grande partie, solu-

bles dans l'éther ou dans l'alcool ; la *taurine* seule, qui fait exception, est soluble dans l'eau et elle se distingue par une grande richesse en soufre (25.6 p. c.) et en azote (11.2 p. c.). On reconnaît donc facilement la proportion d'azote ayant une origine étrangère aux aliments incorporés. Des essais faits à Weende ont montré que la proportion d'azote provenant de la bile, du suc pancréatique, du mucus, etc., chez des moutons nourris exclusivement avec du foin de pré, s'élevait à environ 4 p. c. de l'azote total existant dans les excréments solides et n'atteignait pas 2 p. c. de la proportion d'azote du fourrage ingéré ; la proportion de cet élément livrée par les sécrétions organiques ne peut donc avoir une influence sensible sur la fixation de la quantité de matière albuminoïde expulsée, calculée en raison de la teneur des fèces en azote. Pour le porc, qui consomme d'habitude des aliments très-digestibles et qui expulse ordinairement peu de substance sèche par les voies intestinales, les excréments sont proportionnellement plus riches en liquides sécrétés et l'azote correspondant à ceux-ci, d'après des observations recueillies à Hohenheim, forme parfois  $\frac{1}{6}$  ou  $\frac{1}{5}$  de l'azote total des fèces ; cependant, lors d'un régime normal, il représente seulement aussi 3 p. c. et, au maximum 5 p. c. du poids de l'azote contenu dans la masse alimentaire totale.

Les liquides et les humeurs originaires de l'économie animale qui sont associés aux excréments ne peuvent donc contrarier d'une façon sensible la

détermination de la digestibilité de l'albumine des fourrages, que si le régime est très-pauvre en azote ; ainsi on a, par exemple, observé à la station de Salzmünde, que des bœufs adultes soumis à un régime diététique très-voisin du jeûne, puisqu'ils ne recevaient, par tête et par jour, que 2,5 kil. à 4,5 kil. de paille de seigle et des aliments non azotés, évacuaient quelquefois plus d'azote par les excréments qu'ils n'en prenaient avec le fourrage. Il est donc difficile d'arriver à des résultats très-exacts dans les expérimentations lorsqu'on opère exclusivement sur les pailles des céréales, qui sont généralement très-pauvres en azote ; mais lorsque l'alimentation est quelque peu suffisante, l'influence signalée est sans importance et elle s'atténue à mesure que la ration est plus azotée ; du moins, dans les recherches prérappelées faites à Hohenheim sur les porcs, la quantité absolue des produits de l'échange organique retrouvés dans les excréments n'était pas plus élevée lors d'une alimentation très-azotée que sous l'influence d'un régime à plus grande pénurie d'azote.

Les *coefficients de digestibilité* de la substance grasse renfermée dans le fourrage fournis par les expériences d'alimentation connues laissent encore plus à désirer que ceux de l'albumine. Les fourrages ordinaires de nos animaux domestiques étant généralement pauvres en graisse, les éléments de la bile et les autres sécrétions intestinales solubles dans l'éther doivent nous engager à être très-prudents dans l'appréciation des conditions de digestibilité de la graisse

qu'ils contiennent et cela d'autant plus que la ration totale est moins riche en graisse brute. C'est pourquoi, dans quelques expériences entreprises à Hohenheim sur des porcs nourris exclusivement au moyen de pommes de terre, la quantité absolue de graisse accusée dans les excréments (extrait d'éther) a paru très-supérieure à celle existant naturellement dans les aliments absorbés ; ainsi, elle s'élevait par tête et par jour, dans les fèces recueillies, à 9,2 et à 11 gr. ; tandis que la nourriture en renfermait seulement 4,1 et 4,7 gr. Néanmoins, les expériences de digestibilité portant sur la graisse des divers fourrages, quoique ne livrant point de données très-exactes, fournissent cependant aussi des résultats comparables et intéressants pour nos études. Assurément, il ne faut pas perdre de vue que les facteurs trouvés sont trop faibles et qu'ils s'écartent d'autant plus de l'exactitude que les fourrages auxquels ils se rapportent offrent une plus grande pénurie en graisse brute.

Si l'on réduit la cellulose brute trouvée à l'analyse en cellulose et en lignine d'après sa teneur en carbone (comparez page 131) et que l'on opère de même pour la cellulose brute des évacuations excrémentitielles, on obtient pour la cellulose seule des coefficients de digestibilité notablement supérieurs à ceux qui sont renseignés pour la cellulose brute des divers fourrages. La cellulose brute des déjections est, en effet, sans cesse plus riche en carbone et, conséquemment aussi, en lignine corres-

pondante et plus pauvre en cellulose que la cellulose brute des aliments à laquelle il faut la rattacher. Mais un tel calcul n'exerce aucune influence modificatrice sur la quantité *absolue* de la portion digestible de la cellulose brute du fourrage, de manière que les coefficients de digestibilité déterminés par la nouvelle méthode conservent toute leur valeur pour les usages pratiques. Au surplus, la présence, dans les déjections du bétail, des produits sécrétés pendant l'échange organique n'est pas aussi perturbatrice des résultats qu'on pourrait se l'imaginer ; ils n'y existent, en effet, qu'en proportions relativement insignifiantes et qui restent, pour un animal donné et par jour, dans un rapport assez constant. En tous cas, les développements qui précèdent montrent que les coefficients déduits de l'équation *fourrages — déjections = substance digestible*, tendent plutôt à faire majorer le poids des aliments à livrer aux animaux quand on les adopte comme facteurs du calcul des quantités de matières nutritives que le bétail réclame selon les opérations dont il est l'objet.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LA DIGESTIBILITÉ DES FOURRAGES FIBREUX.— Nous examinerons d'abord les circonstances *générales* qui concernent la digestibilité des *fourrages verts* et des *aliments fibreux* dans le cas où ils forment *exclusivement* la ration, en nous bornant à résumer les résultats essentiels des travaux entrepris dans cette direction.

1. Une certaine partie de la *cellulose* brute est

toujours digérée ; elle varie toutefois beaucoup selon la composition du fourrage et suivant maintes circonstances (de 25 jusqu'à 70 p. c. de la quantité totale). Ce sont les ruminants qui possèdent au plus haut degré le pouvoir de digérer la cellulose brute ; ils peuvent donc, en d'autres termes, enlever proportionnellement beaucoup plus de matériaux nutritifs aux foins ligneux et aux pailles grossières que les chevaux, par exemple. Le porc, semblable, sous ce rapport, aux carnivores et à l'homme, ne paraît pouvoir digérer, jusqu'à un certain point, que la cellulose brute très-tendre, telle qu'elle se présente dans les racines et dans les fourrages verts jeunes et succulents, tandis que celle des grains et de la plupart des aliments concentrés est à peu près digérée au même degré par tous les mammifères domestiques. La portion de la cellulose brute qui est digérée est constituée par de la *cellulose* pure, ayant une composition rigoureusement analogue à celle de l'amidon (à 44.4 p. c. de carbone) et possédant le même effet nutritif que celui-ci lorsqu'elle est digérée et assimilée. Ce fait, fréquemment observé, s'établit expérimentalement de la manière suivante : on soumet à l'analyse élémentaire, opérée d'après des méthodes identiques, la cellulose brute extraite d'une quantité donnée de fourrages, ainsi que celle des déjections qui en sont originaires ; ensuite, tenant compte des quantités absolues constatées, on ramène la différence trouvée et représentant la portion digérée de la cellulose brute à la composition centésimale.

2. Tandis qu'une partie de la cellulose brute participe à la nutrition, du moins chez les ruminants, une fraction des *corps extractifs non azotés* reste indigérée ou, du moins, quoique existant sous une forme assez soluble, au lieu d'être résorbée dans le canal digestif, elle est expulsée avec les évacuations solides; mais il est remarquable qu'il s'établit un certain équilibre entre la partie de cellulose brute qui est digérée et celle des corps extractifs non azotés qui est rejetée; c'est ainsi que ces quantités sont pour l'une et l'autre presque équivalentes, de manière que la somme totale des corps extractifs non azotés révélée directement par voie d'analyse donne la *mesure du degré de digestibilité de tous les principes non azotés du fourrage* (cellulose brute et corps extractifs réunis). Cependant, la compensation dont il s'agit ne se constate qu'à un point de vue général et moyen; lorsqu'on considère un cas spécial, il n'est pas rare d'observer des écarts notables, de telle sorte, par exemple, que la proportion de substances effectivement digérées représente parfois 120 p. c. et au delà de la quantité de corps extractifs indiquée à l'analyse du fourrage, proportion qui tombe quelquefois aussi jusqu'à 80 p. c. et au-dessous. Ces alternatives dépendent, pour un même fourrage vert ou fibreux, de la proportion centésimale de cellulose brute qui parvient à être digérée, ainsi que de la phase de végétation dans laquelle le fourrage a été récolté. Plus la plante était jeune et tendre, moins, ordinairement, la proportion de cellulose brute contenue



dans la matière sèche est élevée et plus aussi elle est facilement digestible, conséquemment plus est grande la proportion totale de principes non azotés digérés par les animaux relativement à la quantité de corps extractifs révélée par l'analyse du fourrage.

Ces faits ont été clairement mis en lumière par des expériences entreprises à Hohenheim au moyen de trèfle vert coupé à quatre époques différentes (au n° 3, il s'agit de trèfle en pleine floraison). Désignant par *a* le rapport centésimal des principes non azotés qui ont été digérés relativement aux corps extractifs non azotés indiqués par l'analyse directe dans le même fourrage, et par *b* la proportion centésimale de cellulose brute du fourrage qui a été réellement digérée, on a obtenu la série de chiffres ci-après :

	1.	2.	3.	4.
<i>a</i>	111,9	105,5	101,8	88,5
<i>b</i>	60,0	53,0	49,6	38,8

Le degré de digestibilité de la cellulose brute s'affaiblit donc proportionnellement un peu plus rapidement encore que celui de tous les principes non azotés du fourrage pris ensemble; ce résultat devient très-saillant si l'on ramène les chiffres qui précèdent à une unité commune; ainsi on obtient :

	1.	2.	3.	4.
<i>a</i>	100	94	91	79
<i>b</i>	100	88	82	65

On voit donc que, pour un fourrage d'une composition moyenne, la compensation se maintient entre

la quantité de cellulose brute digérée et celle des corps extractifs qui échappent à la digestion, mais qu'elle est cependant influencée par la plus ou moins grande digestibilité de la cellulose brute qu'il renferme.

3. De même que la fraction digestible de la cellulose brute ou ce que nous avons appelé cellulose pure possède une constitution élémentaire analogue à celle de l'amidon, de même aussi la partie réellement digérée et résorbée des corps extractifs non azotés offre une composition presque sensiblement identique à l'amidon. On doit donc admettre que, à l'exception de la substance grasse, tous les principes non azotés du fourrage qui sont digérés se convertissent préalablement, dans le canal digestif, en *sucre* ou en un corps saccharigène, qu'ils subissent ainsi une transformation comparable à celle de l'amidon et que ce n'est qu'après l'avoir accomplie qu'ils passent dans la circulation des liquides. Nous faisons abstraction ici des faibles quantités d'acides organiques qui existent tout formés dans le fourrage ou qui prennent naissance par la réaction des sucs digestifs sur l'amidon et le sucre. La graisse exceptée, on peut donc considérer comme *hydrates de carbone* la masse entière de principes nutritifs non azotés que renferment les fourrages fibreux; c'est à elle qu'il faut, dans la nutrition, attribuer les effets physiologiques qui ont été assignés à l'amidon et au sucre employés dans les expériences sur les carnivores et qui ont été rapportées dans la première section de

notre étude. En résumé, les principes nutritifs non azotés possèdent donc, pour les herbivores, une importance alimentaire égale à celle des hydrates de carbone et de la graisse.

4. La partie *non digérée* des corps extractifs non azotés est un mélange de diverses substances riches en carbone; elle possède, dans son ensemble, une composition centésimale absolument semblable à celle de la *lignine* (à 55 ou 56 de carbone, tandis que l'amidon et la cellulose en renferment 44.4 p. c.). Il est donc indifférent, relativement au rôle de la lignine dans la digestion, que, dans les analyses des fourrages, elle se dissolve dans les acides ou les alcalis dont il est fait usage ou qu'elle reste associée à la cellulose comme « matière incrustante », en formant avec elle la cellulose brute.

5. De nombreuses expérimentations directes faites à Weende sur des bœufs et sur des moutons ont, en outre, établi que ce que nous appelons l'*extrait aqueux*, c'est-à-dire la quantité totale des principes du fourrage brut solubles dans l'eau bouillante, fournit une mesure relative de la portion des corps extractifs non azotés qui est susceptible de digestion. On constate cependant aussi, sous ce rapport, des différences sensibles lorsque l'on considère les fourrages isolément; les écarts peuvent même atteindre, pour un aliment donné, 14 p. c. en plus ou en moins de la moyenne générale. Au surplus, ce mode d'appréciation de la valeur du fourrage brut n'a pas reçu un emploi général parce que, au point de vue quantitatif, il n'existe

aucune relation nécessaire entre la portion digérée des corps extractifs non azotés et les substances solubles dans l'eau; en effet, celles-ci comprennent toujours, outre les principes non azotés, des proportions plus ou moins élevées d'albumine et de matières minérales. Cette mesure ne présente donc, tout au plus, qu'un caractère empirique, mais elle est néanmoins susceptible d'emploi dans la pratique usuelle parce qu'en général la qualité et la digestibilité des fourrages fibreux et des nourritures vertes sont d'autant plus élevées qu'on peut en extraire plus de substances fixes par le traitement à l'eau bouillante.

6. Nous avons déjà mentionné (page 131) que la graisse brute ou l'extrait obtenu en traitant les fourrages fibreux par l'éther constitue un mélange de corps très-divers et plus ou moins digestibles. La chlorophylle, c'est-à-dire la matière colorante verte des plantes, soluble dans l'éther, peut être considérée comme entièrement indigestible, et il en est de même des substances cireuses. On comprend, dès lors, facilement que le degré de digestibilité de la quantité totale de graisse brute soit très-variable selon l'espèce et la composition de chaque fourrage. Il est toutefois certain que ce degré de digestibilité est supérieur chez les plantes jeunes et sapides; il faut aussi observer qu'en général la graisse brute contenue dans le foin de trèfle et les tiges des légumineuses est mieux digérée que celle du foin de pré et de la paille des céréales : tandis que, pour les premiers, 50 à 60 p. c. de la quantité totale de graisse brute sont

assimilés, pour les seconds une proportion de 30 à 45 p. c. seulement subit la digestion.

7. La digestibilité de la *protéine brute* présente aussi des oscillations extrêmes pour les divers fourrages et même, pour un aliment donné, selon l'état dans lequel il se présente : c'est ainsi que, par exemple, selon les circonstances, on observe qu'une proportion variant de 35 à 75 p. c. de la quantité totale de protéine brute contenue dans le trèfle sec et le foin de pré est digérée. Ordinairement, la protéine subit d'autant plus vite et plus complètement la digestion que le fourrage est proportionnellement plus riche en cet élément, c'est-à-dire à mesure que le rapport entre la protéine brute et la substance organique totale se resserre davantage ; cependant, la quantité et la constitution de la cellulose brute existant simultanément ne sont pas sans influence à cet égard.

On a fréquemment proposé des formules destinées à servir à la détermination mathématique de la digestibilité des fourrages en raison des quantités de protéine brute indiquées par l'analyse. L'application de telles formules n'est possible que lorsqu'on a préalablement fixé, par des recherches directes et suffisamment multipliées, les coefficients *moyens* de digestibilité et qu'il ne s'agit plus, dès lors, que de déterminer la déviation probable de ce coefficient moyen. L'importance prépondérante des corps albuminoïdes dans la nutrition animale doit, du reste, engager à rechercher attentivement, par des essais exacts

d'alimentation, toutes les circonstances qui modifient les conditions de digestibilité de ces substances. Sans entrer ici dans des détails qui trouveront leur place plus loin, signalons que beaucoup de faits essentiels et dont la pratique doit tenir compte ont déjà été acquis par cette voie; ainsi nous savons, par exemple, que la protéine brute d'un foin de pré de qualité moyenne est digestible au même degré que celle du trèfle sec, aussi de qualité moyenne; que la protéine brute de la paille de céréales de printemps et plus encore celle des céréales d'hiver est beaucoup moins complètement digérée, tandis que celle des tiges des légumineuses est, en moyenne, plus facilement assimilée que celle de la paille de céréales. Nous verrons aussi dans la suite que nous possédons déjà de sérieux points de repère pour l'appréciation de la digestibilité de la protéine brute, selon les états divers de la nourriture disponible et les espèces animales auxquelles elle est destinée, ainsi que pour la détermination du mode d'action de la protéine brute des aliments sous l'influence de quantités plus ou moins grandes de toutes espèces de fourrages additionnels.

8. Lorsque les ruminants consomment exclusivement des fourrages fibreux, leur urine ne renferme que de faibles traces d'*acide phosphorique*. Il semble alors qu'une fraction seulement d'acide phosphorique existant dans les aliments absorbés soit enlevée à l'appareil digestif, celle qui est notamment nécessaire à la constitution des tissus et respectivement à

la formation du lait; tout le reste passe dans les excréments solides. Par contre, l'urine des ruminants possède une composition absolument identique à celle des carnivores, c'est-à-dire qu'elle est très-riche en acide phosphorique (il forme 20 à 45 p. c. de la cendre des urines), lorsqu'on les nourrit exclusivement au lait ou lorsqu'on abandonne les ruminants adultes, pendant plusieurs jours, à une abstinence complète, de manière qu'ils consomment seulement leur propre substance constitutive, leur viande et leur sang. On rencontre toujours aussi des proportions plus ou moins élevées d'acide phosphorique dans l'urine des veaux et des agneaux soumis à un régime très-intensif aux grains.

Les conditions d'émission de l'acide phosphorique contenu en excès dans les fourrages absorbés, varient donc suivant le mode alimentaire. Il n'en est pas de même pour les autres matières minérales des aliments. Les *alcalis* des fourrages sont expulsés par les urines dans la proportion de 95 à 97 p. c., la *magnésic* dans celle de 20 à 30 p. c., la *chaux* dans celle de 2 à 5 p. c. seulement; enfin l'*acide sulfurique* et le *chlore* sont presque entièrement rejetés par la même voie. L'expérience nous a même appris que le rejet de ces substances minérales est à peu près égal pour le trèfle sec et pour le foin de pré, quoique la composition de la cendre des deux fourrages soit très-différente. La proportion restante des divers éléments minéraux qui viennent d'être indiqués, pour autant, toutefois, qu'elle ne trouve pas emploi dans l'organisme,

c'est-à-dire qu'elle ne soit pas assimilée ou livrée à la sécrétion du lait, se retrouve dans les déjections excrémentitielles des animaux avec tout l'*acide silicique* que renfermait le fourrage. Il est à peine nécessaire de signaler l'importance de ces faits pour apprécier la valeur fertilisante des engrais solides et liquides du bétail.

EXAMEN DE QUELQUES POINTS SPÉCIAUX RELATIFS A LA DIGESTIBILITÉ DES FOURRAGES FIBREUX. — Outre les indications générales qui précèdent, concernant la digestibilité et le pouvoir nutritif des fourrages verts et fibreux, il se présente quelques *questions spéciales d'une grande portée pratique* et auxquelles de récentes recherches ont apporté une solution rigoureuse, quoique fréquemment en désaccord avec les opinions reçues.

1. Lorsqu'on fait consommer par un animal quelconque et par jour des *quantités différentes* d'un seul et même fourrage fibreux, *la digestibilité* de chacun des principes nutritifs qu'il renferme, exprimée en tant pour cent de sa teneur en chacun de ces principes, reste essentiellement *invariable*. Diverses expériences ont permis de vérifier l'exactitude de ce principe dans l'alimentation de bœufs et de moutons nourris exclusivement au foin de pré ou au trèfle sec : des animaux sains, entretenus dans des conditions bien normales, n'absorbent d'un seul et même fourrage fibreux que la quantité relative qu'ils peuvent digérer complètement. Il n'est donc pas permis de croire qu'en réduisant la masse fourragère ingérée,



les sucs digestifs agiront sur elle avec une puissance dissolvante plus élevée que lorsque la ration est plus copieuse; le taux pour cent de digestibilité du fourrage, dans les expériences de Hohenheim, est resté presque entièrement uniforme, que l'on donnât soit 0,5 kil., 1 kil. ou 1,5 kilogramme de trèfle sec par mouton, sans addition d'autre fourrage. Il est juste de remarquer que des expérimentations précises quant au point qui nous occupe n'ont eu lieu, jusqu'ici, que sur le foin de pré et de trèfle de bonne qualité moyenne; néanmoins, on est autorisé à admettre que le même résultat se produirait pour les fourrages fibreux, moins digestibles encore, tels que les pailles, les balles de céréales, etc. Cette constance dans le degré d'utilisation est importante et significative; elle facilite éminemment l'appréciation numérique de la richesse des aliments en principes nutritifs et la fixation des quantités de chacun d'eux qui sont exigées par l'organisme, en raison du but poursuivi dans les spéculations économiques dont le bétail est l'objet.

2. Les divers principes nutritifs sont digérés et résorbés d'une façon entièrement identique sous tous les rapports, peu importe que les aliments soient consommés sous forme de *foin sec* ou à l'état de *fourrage vert*. A première vue, ce résultat paraît en contradiction avec les observations générales des praticiens. Mais il faut remarquer, au préalable, que cette assertion n'est et ne peut être rigoureusement exacte que si le fourrage vert et le fourrage secs comparés sont

absolument de même composition; il faut donc qu'ils aient été récoltés sur le même champ, à la même époque et que, de plus, lors du fanage, il n'ait rien été perdu, notamment en feuilles et autres parties tendres et particulièrement nutritives des plantes. Malheureusement, cette perfection est irréalisable dans la pratique agricole, surtout pour nos plus précieuses légumineuses, le trèfle et la luzerne; pour ce motif, mais aussi par la raison que les plantes destinées à être fauchées en vert sont généralement coupées de bonne heure, l'effet nutritif observé est, d'habitude, en faveur de la consommation en vert. Il n'est pas encore bien établi si la grande proportion d'eau que les bêtes laitières puisent dans la nourriture verte exerce une influence essentielle sur le rendement en lait; mais, quoi qu'il en soit, il est certain que la digestibilité des principes organiques d'un fourrage ne subit aucune atteinte par sa simple dessiccation au contact de l'air, pour autant que celle-ci s'opère sans perte de substance.

3. On comprend facilement que, le *mode ordinaire de fanage* étant accompagné d'un déchet plus ou moins notable en organes tendres, la digestibilité du fourrage sec est inévitablement diminuée. Il n'est pas rare de voir la perte en substance sèche atteindre 10 p.c. et au delà; d'après des observations recueillies à Proskau et à Möckern, la digestibilité de la luzerne se réduit, sous l'influence de ces déchets, de 4 à 5 p. c. Mais le préjudice est beaucoup plus sensible lorsque, à l'époque de la fenaison, des intempéries contraires

exposent l'herbe aux pluies et à des lavages répétés et qu'elle éprouve peut-être un commencement de fermentation qui lui dérobe sa saveur. Les plantes sont d'autant plus exposées à subir ces fâcheuses avaries qu'elles sont coupées prématurément, à une époque où elles sont gorgées de sève et peu lignifiées; les risques de ce genre sont donc plus grands pour les regains que pour les premières coupes.

4. Quoique entourée de toutes les précautions propres à prévenir les altérations, comme spécialement le choix d'un local sec et aéré, une *conservation prolongée* peut réduire la digestibilité et la saveur des fourrages. Des expériences faites à Hohenheim ont montré que, sur 100 parties de protéine brute d'un regain de pré, la proportion digérée a été de 62 p. c. immédiatement après la récolte, de 56 p. c. trois mois plus tard et de 54 p. c. au printemps suivant, tandis que les coefficients de digestibilité des autres principes sont restés à peu près invariables. Des résultats analogues ont été obtenus, à Dresde, pour le trèfle sec. Dans les deux cas, le changement survenu était moins dû à une modification dans la constitution intrinsèque de la substance sèche qu'au déchet en parties ténues que le fourrage éprouve à la longue, déchet qui entraîne souvent d'ailleurs une diminution de la teneur en azote. Quant au fait, fréquemment signalé par les praticiens, que le pouvoir nutritif des foins et des pailles *de plus d'un an*, quoique paraissant bien conservés, a *très-sensiblement* diminué, il n'est pas établi s'il faut le rapporter à une

modification de la composition chimique primitive, à la perte de saveur ou à toute autre cause.

5. Il est avéré que toute plante possède un degré de digestibilité et un pouvoir nutritif variables, selon la *phase de végétation* dans laquelle elle se trouve. On possède beaucoup d'observations précises sur ce point. Des bœufs ayant été nourris exclusivement au moyen de trèfle vert fauché au 20 mai (peu de temps avant la floraison), au 7 juin et au 20 juin (vers la fin de la floraison), ils digérèrent, à chacune de ces époques respectives, 71, 65 et 59 p. c. de la protéine brute et 51, 47 et 40 p. c. de la cellulose brute, tandis que la digestibilité des corps extractifs non azotés n'éprouva que des différences insignifiantes (Möckern). Des moutons nourris avec du trèfle vert coupé à quatre dates différentes n'ont digéré qu'une proportion progressivement décroissante de protéine brute, tombant de 75 à 59 p. c. pour celle-ci et de 60 à 39 p. c. pour la cellulose brute (Hohenheim). A Proskau, une proportion de la protéine brute de jeune trèfle pâturé, s'élevant à 78 p. c., était assimilée; pour le trèfle fauché, elle n'était que de 61 p. c., et pour la cellulose brute, respectivement de 67 et 49 p. c.

C'est à cet ordre de causes qu'il faut rapporter cet autre fait d'observation qu'en général le *regain de pré* est plus facilement digestible que le foin, pour autant qu'ils aient été, l'un et l'autre, récoltés par un temps favorable. J'ai déjà fait remarquer cependant que, le regain étant soumis à une dessiccation plus lente, et cela à une saison où les intempé-

ries entravent facilement les opérations de récolte, surtout dans le nord de l'Allemagne, il est très-exposé aux avaries et se montre généralement moins savoureux et moins aromatique que le bon foin de prairie; aussi les animaux ne le consomment-ils parfois qu'avec quelque répugnance, s'il est donné sans addition d'autres fourrages.

Le pouvoir nutritif de tous les organes des plantes jeunes doit être d'autant plus marqué que leur digestion est non-seulement plus facile, mais que leur substance sèche contient aussi une proportion bien supérieure de protéine brute qu'à une période de végétation plus avancée. Dans les expériences prérappelées de Möckern, la proportion de protéine digérée et assimilée existant dans la matière sèche du trèfle vert au début de la floraison, était de 13.9 p. c., vers la fin de la floraison de 7.8 p. c. seulement; à Proskau, ces écarts furent encore plus sensibles pour le trèfle pâturé et le trèfle fauché; ils s'élevèrent respectivement à 21.2 et à 8.2 p. c. Le même fourrage brut peut donc posséder, suivant les circonstances qui accompagnent la récolte et le moment où l'on effectue celle-ci. un effet nutritif deux ou trois fois plus élevé.

6. *Les conditions climatériques de l'année*, la nature du sol et la fumure exercent une influence marquée sur la valeur alimentaire des fourrages. La valeur nutritive des fourrages livrés par une pièce de terre ou par une prairie peut présenter des différences notables suivant les années. Ainsi, par exemple, le trèfle obtenu pendant trois années successives sur le

champ de la Station agricole de Hohenheim, coupé à la floraison et fané par un temps très-propice, et ayant été régulièrement consommé dans le courant de l'année de la récolte par des moutons de la race bâtarde du Wurtemberg, la digestibilité des corps extractifs non azotés a été successivement, pour chaque année, de 63, de 67 et de 75 p. c. ; les différences ont été moins prononcées pour la cellulose brute, dont la digestibilité a été respectivement de 60, de 64 et de 65 p. c. pour le fourrage des mêmes années. Dans d'autres cas, les oscillations de ce genre doivent être marquées davantage encore, et l'on observe même des différences selon que le fourrage a végété dans une situation bien éclairée ou dans un endroit ombragé.

7. Tandis que la division mécanique, l'aplatissage, le concassage, etc., des grains assure, spécialement pour certaines espèces animales, leur complète utilisation, les *méthodes diverses de préparation* préconisées depuis quelque temps, telles que la cuisson, la macération, l'échauffement spontané, etc., déterminent dans la digestibilité des fourrages fibreux un changement bien moins utile qu'on n'est généralement tenté de l'admettre. Dans des recherches entreprises sur cette question à la station agricole de Dahme, on a constaté que la fermentation préalable de la paille de seigle, consommée ensuite par des moutons, n'en a aucunement modifié la digestibilité ; à Proskau, un mélange de fourrages destiné à des vaches laitières et soumis aussi d'avance à l'échauffement spontané n'a également donné que des résultats négatifs. Le

foin brun de luzerne a aussi été, à Proskau, l'objet d'observations suivies, d'où il résulte que la digestibilité de la cellulose brute était augmentée dans la proportion de 8 p. c. relativement au foin de luzerne préparé suivant la méthode ordinaire; mais, par contre, la digestibilité des corps extractifs non azotés était notablement diminuée (de près de 11 p. c.), comme aussi — quoique à un moindre degré — celle de la substance protéique.

Un mode rationnel de préparation contribue surtout à relever la *saveur* du fourrage et porte les animaux à en absorber de plus fortes quantités, surtout lorsqu'il s'agit d'aliments qu'ils ne prennent qu'avec quelque répugnance. Une manipulation préparatoire appropriée peut donc, à un point de vue pratique, avoir des résultats satisfaisants, quoique la quantité totale des principes digérés et résorbés contenus dans la substance sèche du fourrage qui y a été soumis, ne soit guère modifiée. Le goût des aliments joue cependant, en général, un rôle tellement sérieux dans l'alimentation des espèces domestiques, qu'on serait tenté d'admettre, d'après les conclusions de certaines recherches, que leur effet nutritif, c'est-à-dire la quotité de principes résorbés et assimilés, s'en ressent beaucoup dans la production de la chair musculaire, de la graisse et du lait. Il est néanmoins hors de doute que l'on peut très-facilement se créer des illusions sur ce point et qu'il est difficile de résoudre la question, d'une manière plausible, par des expériences d'alimentation.

8. Tous les *ruminants*, bœufs, vaches, moutons et chèvres, digèrent un fourrage fibreux quelconque au même degré. La moyenne de 40 expériences distinctes auxquelles on a soumis le *foin de pré*, indique que tous ses éléments sont mieux digérés, dans la proportion de 2 p. c., par les bœufs et les vaches que par les moutons; un nombre supérieur de recherches dont le *trèfle sec* a été l'objet montre que le mouton le digère plus complètement (2 à 3 p. c. en plus) que les bêtes bovines. Ces différences insignifiantes placent bien les deux fourrages au même niveau.

Les essais d'alimentation entrepris sur la chèvre nourrie au foin de pré ont fourni des résultats analogues. Sans aucun doute, les herbivores non ruminants, comme, par exemple, le cheval, ne donnent pas lieu aux mêmes observations : ils digèrent vraisemblablement une proportion de fourrages fibreux d'autant plus faible que l'expulsion des restes indigérés s'opère plus rapidement; nous ne possédons toutefois, jusqu'ici, aucune indication définitive à cet égard.

9. Si les ruminants appartenant aux différentes espèces domestiques possèdent une égale faculté digestive pour les fourrages fibreux, les diverses *raças* d'une même espèce sont exactement dans le même cas. Les résultats des expériences tentées, dans cette direction, à Dresde et à Hohenheim sont entièrement concordants. Des moutons appartenant à la race mérinos, d'autres de la race Southdown et des croisements de la race wurtembergeoise avec les précédentes ont digéré des proportions pour cent de foin



de pré et de trèfle sec presque exactement identiques ; ce fait a été observé lorsque les animaux ne recevaient qu'une ration de simple entretien (maintien dans un état stationnaire), formée exclusivement de foin sec, comme aussi dans l'engraissement, lors d'un régime plus ou moins intensif. Il faut, toutefois, se garder de confondre ici la digestibilité du fourrage et son effet nutritif. Ce dernier peut varier d'une race à l'autre, voire même d'individu à individu, car il est uniquement déterminé, d'un côté, par l'appétit des animaux ou leur disposition à absorber journallement une masse plus ou moins forte de fourrage, et, d'un autre côté, il dépend de l'organisme propre de chacun des consommateurs, de l'étendue et de la puissance de l'appareil respiratoire, du tempérament et d'autres circonstances purement individuelles. Mais le parti utile, exprimé en tant pour cent de la matière sèche du fourrage, que la digestion tire d'un aliment n'a, tout d'abord, rien de commun avec ces aptitudes particulières. Il est donc certain qu'à identité de fourrage fibreux, le degré de digestibilité de celui-ci est essentiellement le même pour toutes les races, pour autant naturellement que des désordres digestifs ne le modifient pas individuellement : ces désordres sont d'ailleurs fréquents et ils obscurcissent aisément les résultats d'expériences comparatives.

10. *L'âge des animaux* ou la *période de développement* dans laquelle ils se trouvent ne modifie pas d'une façon sensible leur pouvoir digestif à l'égard d'un fourrage donné. Pour qu'il en soit ainsi, il faut

naturellement admettre qu'ils sont sevrés, complètement déshabitués du régime lacté et que l'aliment que l'on considère possède une valeur nutritive et une saveur normales; qu'il soit, en outre, suffisant et approprié aux besoins des animaux. Des expériences toutes récentes ont pleinement justifié cette conclusion; elles ont eu lieu, à Hohenheim, sur de jeunes moutons appartenant à différentes races et ont été poursuivies, sans interruption, du 5<sup>me</sup> au 14<sup>me</sup> mois de leur existence. Elle a été confirmée aussi bien lors d'un régime exclusif au foin de pré que lors d'une alimentation intensive au moyen de foin et de grains. Il est clair que cette constance dans le pouvoir digestif se réalisera moins lorsqu'il s'agira d'un fourrage médiocre et de digestion pénible; mais, avec un tel régime, de jeunes animaux, ayant conservé leur propension à un rapide accroissement, ne profitent nullement; ils absorbent alors une masse alimentaire tout à fait insuffisante pour une nutrition normale et, si ce régime est prolongé, ils doivent fatalement dépérir.

DIGESTIBILITÉ DES ALIMENTS ADDITIONNELS ET LEUR INFLUENCE SUR CELLE DES FOURRAGES FIBREUX. — L'examen qui précède a montré que la digestibilité des fourrages fibreux (proportion pour cent), lorsqu'ils constituent *seuls* le régime, est presque uniquement déterminée par la constitution naturelle de leur substance sèche, telle que celle-ci se présente sous l'influence variée des conditions de végétation, de sol, de fumure; ainsi que nous l'avons vu, les autres

circonstances extérieures, artificielles en quelque sorte (poids de la ration journalière, état sec ou vert de la nourriture, mode de préparation, espèce, race et âge des animaux), n'ont, sur la digestibilité, qu'une action modificatrice restreinte. C'est déjà un résultat expérimental essentiel, dont on peut tirer un précieux parti pour fixer les besoins quotidiens des animaux en principes nutritifs. Mais il est bien autrement important, dans ce but, de rechercher si et jusqu'à quel point on modifie le degré de digestibilité des éléments des fourrages bruts en leur additionnant des quantités variables d'autres aliments, c'est-à-dire si les *adjuvants* ajoutés à la ration provoquent une *dépression* plus ou moins accentuée. Pour apprécier l'influence de cette intervention, on opère de la manière suivante : une quantité de fourrage fibreux étant donnée, on y ajoute des doses progressives de l'adjuvant dont on désire étudier les effets, et, connaissant la digestion subie par tout le mélange, on recherche, d'une part, comment se comporteraient les conditions de digestibilité dans la supposition que l'adjuvant serait complètement digéré, et, d'autre part, quels sont les coefficients de digestibilité de celui-ci, en admettant, dans ce dernier cas, que la digestibilité du fourrage fibreux reste invariable malgré une addition plus ou moins riche d'autres aliments. Je vais résumer brièvement les résultats des recherches récemment entreprises dans cette voie. Je ferai remarquer ici, pour l'intelligence de l'exposition qui va suivre, que, par l'expression « rapport

des éléments nutritifs » ou, par abréviation, « rapport nutritif », il faut comprendre celui existant entre les principes azotés et les principes non azotés *digestibles* du fourrage, entre l'albumine (protéine brute digérée) et les hydrates de carbone, ces derniers comprenant aussi la graisse brute digestible du fourrage ramenée à sa valeur respiratoire.

1. L'addition de gluten de froment à la ration, c'est-à-dire l'*augmentation exclusive de la substance albuminoïde digestible*, ne détermine aucune dépression dans la digestion des fourrages fibreux. C'est ce qui a été constaté à Weende : des moutons consommant, par jour et par tête, 1 kil. de foin de prairie, reçurent un supplément de gluten de 120 gr., porté ensuite à 262 gr., dont la substance sèche dosait 78 p. c. de corps albuminoïdes purs. Le gluten n'a provoqué aucune dépression, c'est-à-dire que la proportion de la protéine du foin qui a été digérée est restée la même ; elle avait apparemment diminué de 4 à 6 p. c., mais cette réduction peut être négligée attendu que quelques traces de gluten peuvent aussi échapper à la digestion. Pour les autres éléments du fourrage brut, il n'y a pas même eu la faible dépression qui vient d'être mentionnée.

2. Il importe de constater que les aliments adjutants *riches en azote* (rapport nutritif = 1 : 1 jusqu'à 5) qui se présentent dans la pratique, n'apportent aucune modification essentielle dans la digestibilité des fourrages bruts auxquels on les associe. Les résultats de nombreuses expériences, dans lesquelles

on a fait consommer, concurremment avec du foin de pré et de trèfle, des quantités progressives de ces adjuvants, le démontrent à suffisance. Ces recherches, qui ont eu lieu à Hohenheim, à Möckern et à Halle, tantôt sur des moutons et des chiens, d'autres fois sur des bœufs, ont eu pour objet les fèves concassées, le son de froment, les tourteaux de lin, de colza et de coton. D'autres fourrages complémentaires très-azotés conduiraient aux mêmes résultats, notamment toutes les catégories de tourteaux, les graines de légumineuses, la drêche, les résidus de distillerie, etc. Il faut cependant signaler qu'en général ces fourrages concentrés ne peuvent nullement être considérés, ni au point de vue de la substance protéique qu'ils renferment, ni au point de vue de leurs autres éléments constituants, comme étant digestibles d'une manière absolue; on doit ne pas oublier que chacun des principes contenus dans ces aliments concentrés possède un *coefficient de digestibilité distinct* qui reste à peu près constant quelle que soit la quantité de ces aliments introduite dans chaque ration, coefficient qui se déduit de l'expérience directe. Ainsi, par exemple, la substance protéique des graines légumineuses est digérée à un haut degré par tous les ruminants, en moyenne, dans la proportion de 90 p. c., celle des tourteaux de lin de 85 p. c., celle des tourteaux de colza et du son de froment environ 78 p. c., celle des tourteaux de graines de coton de 74 p. c., etc.; la proportion centésimale de protéine brute des fourrages fibreux se maintient, par contre,

à un taux invariable, c'est-à-dire qu'elle reste la même que lorsqu'on nourrit exclusivement au moyen de ces fourrages.

3. Quant à l'influence due aux *graines des céréales* (aliments additionnels concentrés possédant le rapport nutritif *moyen* de 1 à 5 jusqu'à 8) sur la digestion des fourrages fibreux, elle n'a donné lieu, jusqu'ici, qu'à un petit nombre de recherches comparatives. Des expériences directes ont seulement été faites à Dresde et à Hohenheim, sur le rôle de l'avoine introduite dans l'alimentation du mouton; dans les deux Stations, il a été constaté que l'addition de ce grain ne modifie pas sensiblement la proportion centésimale des fourrages fibreux qui parvient à être digérée. A Hohenheim, les quantités relatives de foin de pré et d'avoine ayant été successivement dans le rapport de 1 à 1.76, de 1 à 3.09 et de 1 à 3.30, en admettant que le fourrage fibreux continue à être digéré comme s'il était seul, l'expérience a montré que la substance protéique de l'avoine était digérée dans le rapport de 78.0, de 78.4 et de 78.5 p. c. pour chacune des trois combinaisons respectivement indiquées. Dans les trois observations faites à Dresde, où l'avoine avait été donnée en proportions beaucoup moindres (rapport du foin au grain = 1 : 0.18; 1 : 0.44 et 1 : 0.75), la digestion de la protéine de l'avoine a été un peu moindre, soit respectivement de 74.0, de 74.1 et de 67.3 p. c. Il est vrai que l'avoine employée à Hohenheim possédait un rapport nutritif plus élevé (1 : 5.16) que celle dont on s'est servi

à Dresde (1 : 7.07), ce qui peut avoir occasionné la différence, peu notable du reste, qui a été accusée. Relativement aux autres principes de l'avoine, les coefficients de digestibilité furent toujours presque entièrement concordants, à l'exception seulement pour la cellulose brute, que l'on peut, du reste, considérer comme étant *complètement indigestible* dans tous les grains et petits grains; on peut donc la laisser entièrement sans appréciation dans les calculs des rations, sans s'exposer à commettre d'erreurs. Les faits établis jusqu'ici, dans cette direction, autorisent donc à admettre que, lorsque les grains alimentaires offrent le rapport nutritif = 1 : 5 et 6, il n'y a point de dépression dans la digestion du fourrage fibreux absorbé simultanément; mais elle commence à se manifester aussitôt que le rapport des substances nutritives devient plus lâche, par exemple = 1 : 7 jusqu'à 8.

4. Il est incontestable que le degré de digestibilité de la protéine brute des fourrages fibreux et, ensuite, celui de la cellulose brute éprouvent une dépression, c'est-à-dire qu'ils diminuent par l'addition de fortes quantités de matières hydrocarbonées pures, notamment d'*amidon*; des expériences multipliées sur des moutons, des chèvres, des bœufs et des vaches l'ont prouvé. Cependant, cette dépression n'est évidente pour la protéine que si l'amidon donné conjointement avec le fourrage fibreux forme une proportion supérieure à 10 p. c. de la substance sèche de ce dernier; la dépression est encore faible

lorsque la proportion atteint 15 p. c. (elle est de 5 à 6 p. c. de la digestibilité centésimale constatée lors de l'alimentation exclusive au fourrage fibreux), mais elle est très-considérable lorsque l'amidon forme le quart ou le tiers de la substance sèche du fourrage fibreux. C'est ainsi que, dans une expérience sur des moutons auxquels on donnait, par jour et par tête, 800 gr. de foin de prairie et 230 gr. d'amidon, la digestibilité de la protéine du foin tomba de 54 à 32 p. c., soit une différence de 22 p. c.

En général, on peut admettre que, lors de l'addition d'une quantité de matière amylacée s'élevant à  $\frac{1}{7}$  de la substance sèche du fourrage fibreux, il y a une dépression dans la digestion de la protéine brute s'élevant à 5 p. c.; elle passe à 10 p. c. pour  $\frac{1}{6}$  d'amidon, à 15 p. c. pour  $\frac{1}{5}$  et à moins de 20 p. c. lorsque la substance amylacée forme  $\frac{1}{4}$  de la substance sèche du fourrage fibreux. Cette action dépressive ou affaiblissante de l'utilisation de la protéine est un peu moins sensible, pour le trèfle sec et surtout pour le foin de vesces riche en azote, que pour le foin de prairie; elle est, par contre, relativement plus importante sur la protéine des pailles de céréales, qui sont pauvres en azote. On atténue la dépression, on l'annule même parfois complètement lorsque, indépendamment de l'amidon, on additionne à la ration un adjuvant très-azoté, comme, par exemple, du tourteau de lin; de même en est-il aussi — mais à un moindre degré — par l'adjonction à la matière amylacée de féveroles ou d'autres grains concassés de



légumineuses. La cellulose brute des fourrages fibreux éprouve aussi, sous l'influence de l'amidon, une dépression dans la digestion, mais elle n'est pas aussi considérable et elle peut être négligée dans les calculs.

Le *sucre* se comporte comme l'amidon : seulement l'action dépressive qu'il manifeste est généralement plus faible. Il me reste encore à signaler, relativement aux corps extractifs non azotés et à la graisse du fourrage fibreux, que l'amidon et le sucre ne diminuent pas d'une manière sensible leur digestibilité, aussi longtemps que l'adjuvant est complètement digéré : c'est ce qui ne se réalise plus lorsque ce dernier est fourni en trop grande proportion et si, notamment, le fourrage fibreux est très-pauvre en azote.

5. Il n'est guère à présumer que l'on présente de l'amidon ou du sucre pur aux animaux, dans les opérations de la pratique. Mais beaucoup de produits agricoles sont riches en ces matières hydrocarbonées : telles sont, par exemple, les *pommes de terre* et *diverses racines*, dont les effets se rapprocheront naturellement de ceux des substances pures. On peut cependant admettre, *à priori*, que ces effets seront moins prononcés, parce que l'amidon ou fécula et le sucre s'y trouvent conjointement avec d'autres principes et notamment avec des proportions plus ou moins fortes de corps albuminoïdes. Presque toute la substance protéique des plantes-racines étant soluble dans l'eau, elle peut être considérée comme étant complètement digestible, comme d'ailleurs aussi — pour l'essentiel —

la totalité des principes non azotés. Il en résulte que la dépression apparente qu'éprouve la substance protéique de la masse alimentaire absorbée, par suite de l'addition de racines ou de tubercules, doit être considérée comme portant uniquement sur la protéine brute du fourrage fibreux. Dans des recherches établies, à Hohenheim, sur des moutons, on a constaté que, lors d'un régime exclusif au trèfle sec, 64 p. c. de la protéine brute qu'il contenait était digérée; par l'addition de pommes de terre, dans les rapports successifs de 1 de trèfle pour 1 de tubercules, de 1 à 2, de 1 à 4 et de 1 à 6, la proportion de protéine digérée tombait respectivement à 58, à 51, à 46 et de rechef à 46, tandis que la digestion de la cellulose brute et des corps extractifs non azotés était réduite d'une manière insignifiante. Du reste, il y a une cause spéciale qui est intervenue ici pour atténuer l'influence déprimante de l'adjuvant sur la protéine de l'aliment fibreux et la maintenir au-dessus de la moyenne: c'est que les pommes de terre employées étaient très-aqueuses (18.3 p. c. de matière sèche) et que le rapport nutritif de leurs éléments constituants était assez élevé (1 : 7.4). Dans d'autres expériences, faites au moyen de tubercules possédant une composition plus normale ou moyenne (substance sèche 24.7 p. c., rapport nutritif 1 : 10.3), le trèfle ayant été associé à la pomme de terre dans les rapports de 1 partie du premier pour 1 partie de la seconde, et puis de 1 partie à 2 parties, nous avons observé que, dans le premier cas, 57 p. c. et, dans

l'autre, 38 p. c. de la protéine brute du trèfle étaient digérés; en donnant comparativement le trèfle seul, la proportion de protéine subissant la digestion s'élevait à 65 p. c. L'action entravante de la pomme de terre est donc bien caractérisée; elle a même atteint la substance non azotée du fourrage sec, dont une partie aussi a été soustraite à la digestion.

Dans les calculs pour les besoins de la pratique, on peut admettre que si la pomme de terre possède une composition moyenne (rapport nutritif 1 : 10) et que la proportion de sa substance sèche forme  $\frac{1}{8}$  de la substance sèche du fourrage fibreux donné conjointement avec elle, la digestibilité de la protéine brute contenue dans le fourrage fibreux n'est guère modifiée; elle est diminuée de 5 à 10 p. c. lorsque la substance sèche des tubercules constitue  $\frac{1}{4}$  de la matière sèche totale, et de 10 à 20 p. c. si la pomme de terre intervient pour moitié dans la formation de la matière sèche totale du mélange alimentaire. C'est particulièrement lorsque le fourrage fibreux est peu azoté, lorsqu'il est, par exemple, constitué en proportion dominante par des pailles ou des balles de céréales, qu'il faut éviter d'y associer de grandes quantités de tubercules comme *unique* adjuvant; alors, en effet, il y a non-seulement une expulsion notable de substance protéique avec les déjections solides, mais il passe aussi beaucoup de fécule indigérée, et les diarrhées se déclarent facilement. Dans des cas de l'espèce, il importe d'introduire dans la ration, à côté de la pomme de terre, des fourrages

très-azotés, de manière à réaliser une combinaison de rationnement présentant le rapport nutritif de 1 à 6; c'est ainsi seulement qu'on atteindra une digestion et une résorption aussi complètes que possible des principes azotés et non azotés renfermés dans les fourrages administrés au bétail.

En général, l'influence déprimante de la betterave sur la digestion de la protéine brute des fourrages fibreux est moins à craindre que celle résultant de la présence de la pomme de terre, parce que la betterave fourragère possède ordinairement un rapport nutritif meilleur et, qu'en général, le sucre semble apporter moins d'entraves à la digestion des fourrages fibreux que l'amidon ou féculé. Des expériences ont aussi été entreprises sur ce point à Hohenheim, en opérant sur des moutons recevant comme fourrage fibreux du trèfle sec, du foin et du regain de prairie ou du foin de vesces très-azoté. Lors d'un régime formé de 1 partie de trèfle sec et de 2 parties de betterave fourragère ou de 1 partie du premier pour 4 parties de l'autre, il s'est produit une dépression dans la digestion de la protéine du fourrage fibreux qui était, dans le premier cas, de 4 et, dans le second cas, de 7 p. c.; la betterave consommée était relativement riche en azote, car elle possédait le rapport nutritif de 1 à 5.3. Deux autres variétés de betterave fourragère ainsi que des turneps ont donné des résultats identiques. L'introduction, dans la ration, des betteraves à sucre (rapport nutritif 1 : 11) en quantité telle que leur matière sèche constituait progressivement 15, 28 et

48 p. c. du poids de la substance sèche du fourrage fibreux, n'a même guère porté de préjudice à la digestibilité de la protéine contenue dans ce dernier; la dépression constatée dans les trois cas a été : pour le foin de vesces très-azoté, respectivement de 1, de 2.5 et de 7 p. c.; pour le regain de prairie, successivement de 2.5, de 7 et de 14 p. c. On doit donc admettre, lorsqu'il s'agit de foin de prairie de qualité moyenne, que si la matière sèche des betteraves ne représente pas au delà de  $\frac{1}{3}$  du poids total de la matière sèche du foin, la dépression qu'éprouvera la digestion sera nulle; celle-ci sera de 5 à 6 p. c. lorsque la substance sèche de la racine formera le quart de la matière sèche du foin, et la dépression sera calculée à raison de 10 à 15 p. c. lorsque le foin et la betterave interviendront pour des parts égales dans la formation de la substance sèche totale du mélange alimentaire. Le taux de dépression qu'éprouve la digestion des corps extractifs non azotés du fourrage fibreux, sous l'influence de la betterave, est encore moins élevé que celui que nous venons d'indiquer pour la matière protéique (1).

(1) Depuis la publication de l'ouvrage allemand, il a été entrepris, à Hohenheim, un grand nombre de travaux pour apprécier rigoureusement le degré de dépression que les racines exercent dans l'alimentation au moyen des fourrages fibreux. Ces travaux ont été exécutés sur des moutons adultes et ont donné lieu à des expériences spéciales. au nombre de 49 pour la betterave et de 22 pour la pomme de terre. Ils ont confirmé les prévisions de l'auteur : ils établissent que la pomme de terre possède une action dépressive très-intense sur la digestion de la protéine brute des fourrages fibreux; elle est presque du double de celle de la betterave. D'une manière générale, la digestion des fourrages fibreux (foins

Il n'est pas encore démontré s'il est possible, lors de l'introduction de la pomme de terre et des betteraves dans la ration, de calculer les coefficients de digestibilité ainsi que nous le faisons pour les aliments additionnels concentrés, c'est-à-dire en supposant que la digestion des fourrages fibreux reste constamment invariable. Les données des expériences connues jusqu'ici n'ont pas encore fourni, du moins pour la pomme de terre, des résultats en harmonie avec cette manière d'opérer. On a, il est vrai, constaté à Hohenheim, en nourrissant des porcs au moyen de pommes de terre seules, qu'une proportion moyenne de 75 p. c. de leur substance albuminoïde était digérée et résorbée, proportion qui, après déduction de l'azote livré aux excréments par l'organisme même, s'élevait à 81 p. c. Mais ces chiffres n'étant pas directement applicables aux ruminants, surtout lorsqu'il s'agit de l'adjonction de pommes de terre aux aliments fibreux, il faut provisoirement conserver le mode de calcul

et regains) mis en consommation avec des betteraves ou des pommes de terre, éprouve une dépression d'autant plus marquée que la *proportion de ces racines* introduite dans la ration *est plus élevée* relativement à la quantité des fourrages fibreux, et *qu'il y a plus d'écart*, le régime étant pris dans son ensemble, *entre les deux termes du rapport nutritif*; en d'autres termes, le fourrage fibreux est d'autant moins bien digéré, qu'il y a, dans la ration, une proportion plus élevée de ces aliments additionnels. La dépression atteint son maximum lorsque les deux causes agissent dans le même sens; elle est plus faible lorsque des racines ou des tubercules pauvres en azote sont consommés avec un fourrage très-azoté, de facile digestion, ce qui abaisse naturellement l'écart existant entre les deux termes du rapport nutritif.

(NOTE DU TRADUCTEUR.)

[E. WOLFF, *Wochenblatt für Land und Forstwirtschaft* du 13 nov. 1875.]

indiqué dans ce paragraphe. J'ajouterai encore que, dans les essais d'alimentation entrepris sur des porcs nourris exclusivement au moyen de pommes de terre, les corps extractifs non azotés qui, dans ce cas, consistaient presque exclusivement en amidon, ont été, pour ainsi dire, entièrement digérés et résorbés (98 p. c.). Le porc paraît, du reste, posséder un pouvoir de digestion tout particulier pour les hydrates de carbone, comme d'autres expériences me l'ont démontré; c'est ainsi que toute la matière hydrocarbonée contenue dans de l'orge concassée, de même que celle fournie par une addition copieuse d'amidon pur (rapport nutritif de 1:9 dans le premier cas et de 1:12 dans le second), a été digérée absolument comme s'il n'y avait pas eu, dans le deuxième cas, un supplément d'amidon. Quant à la matière protéique de l'orge, il ne se produisait aucune diminution dans la proportion qui en était digérée lors d'un rapport nutritif de 1 à 9; ce n'est que lorsque la relation entre les substances azotées et celles non azotées digestibles était étendue au rapport 1 : 12 qu'une dépression apparaissait, s'élevant à 9.5 p. c. de la protéine du grain.

6. L'absorption directe, par les animaux, de petites quantités de *graisse* ou d'*huile* a exercé, dans toutes les expériences entreprises à ce sujet, une influence très-indécise et qui a été contradictoire dans ses résultats, quant à la proportion centésimale des éléments du fourrage fibreux ou de la ration entière qui a été digérée. Ainsi que nous l'avons vu dans la section I

de cette étude, il ne peut être douteux que la teneur totale du fourrage en substance grasse digestible joue un rôle important dans l'effet nutritif de la ration employée à produire de la viande, de la graisse, du lait ou de la force et, néanmoins, le degré centésimal de digestibilité des divers principes du fourrage ne semble pas s'élever sensiblement par l'addition de graisse, par exemple d'huile de lin ou de colza. On doit, au contraire, éviter d'administrer aux ruminants, d'une manière soutenue, des aliments trop riches en graisse, parce qu'ils occasionnent très-facilement une diminution progressive de l'appétit et des perturbations graves dans la digestion. Il faut cependant mentionner ici que ces conséquences fâcheuses s'observent moins lorsque la graisse, au lieu d'être associée en nature aux fourrages, en forme la matière constituante propre, ainsi qu'elle se présente dans les tourteaux d'huile et dans les graines oléagineuses.

7. Il a déjà été question antérieurement du *sel marin*. Nous avons signalé le rôle essentiel qu'il joue dans la nutrition de l'organisme animal et vu qu'il constitue un aliment indispensable, plus encore toutefois pour les herbivores que pour les carnivores. Le sel ne paraît cependant exercer aucune influence marquée sur la digestion du fourrage. Une expérience unique, faite à Hohenheim, tend à infirmer cette assertion : ayant livré à la consommation un foin de prairie grossier et de digestion difficile, on a constaté qu'une addition de sel portait la proportion de sub-



stance protéique digérée de 30 à 42 p. c. Alors aussi, on a observé que le sel marin ne modifiait point le degré de digestibilité de la substance protéique lorsqu'on ajoutait une certaine proportion de son de froment au foin, c'est-à-dire en augmentant la quantité totale de matière albuminoïde contenue dans la ration. L'influence du condiment sur la sapidité des aliments et sur l'excitation de l'appétit ne doit pas être confondue avec la digestion même des fourrages; ainsi que nous l'avons vu, la proportion centésimale de l'aliment qui est digérée est indépendante de la masse ingérée; cette proportion reste, en général, très-constante, surtout lorsque le régime est exclusivement formé de fourrages fibreux.

8. Dans certains cas, l'addition d'autres sels minéraux, notamment de *phosphate de chaux*, peut être essentielle pour assurer le complet effet nutritif d'une combinaison alimentaire donnée (page 31), bien que, cependant, les conditions de digestibilité du fourrage n'en éprouvent que peu ou point de changement. Tel est le cas spécialement dans l'entretien du jeune bétail et même de sujets adultes, si les fourrages de la contrée offrent une grande pénurie constitutionnelle en acide phosphorique. L'expérience directe prouve que le phosphate de chaux, convenablement présenté, est absorbé dans le canal digestif, ensuite assimilé, et que, de plus, il exerce une action nutritive favorable si cet élément fait défaut dans l'organisme. Relativement au jeune bétail, qui consomme souvent de copieuses quantités d'aliments riches en acide phos-

phorique, mais pauvres en chaux, tels que la pomme de terre, la betterave et spécialement toutes espèces de grains et de petits grains, il n'est pas rare de remplacer le phosphate de chaux, avec un égal succès, par du *carbonate de chaux* donné sous forme de craie lessivée.

Quant aux sels de potasse, au nombre desquels le *phosphate* occupe le premier rang, leur utilisation comme adjuvants ne peut se présenter que très-rarement dans la pratique; ce n'est que dans le cas, par exemple, où l'on soumettrait des porcs à un régime formé exclusivement ou pour une part prépondérante de farine de viande provenant des fabriques d'extrait — farine expédiée aujourd'hui en fortes cargaisons sur le continent — qu'une addition de potasse se justifierait. C'est le seul moyen d'assurer un effet nutritif satisfaisant à l'usage alimentaire de ce produit, ainsi que les récentes observations faites à Bonn, à Poppelsdorff et à Munich l'ont prouvé (*voir* pages 34 et suiv.).

RÈGLES GÉNÉRALES DE CALCUL DU RATIONNEMENT. — TABLEAUX DES COEFFICIENTS DE DIGESTIBILITÉ. — En conséquence de toutes les données fournies par les nombreuses recherches connues sur la digestion, on peut, pour obtenir *dans les calculs de rationnement* des chiffres approximativement exacts sur la substance effectivement digestible des fourrages, c'est-à-dire pour déterminer les corps nutritifs proprement dits, procéder d'après les règles suivantes :

1. Pour les fourrages fibreux, lorsqu'ils constituent exclusivement la ration, on utilise les coefficients de digestibilité fournis par l'expérience directe.

2. Pour les fourrages concentrés, on emploie également les coefficients de digestibilité qui découlent de l'expérimentation directe, en considérant toutefois la cellulose brute qu'ils contiennent comme étant indigestible.

3. On admet que les betteraves et les pommes de terre sont absolument digestibles; seulement, on néglige de tenir compte de la cellulose brute qu'elles renferment et qui n'y existe d'ailleurs qu'en minime proportion.

4. Lorsque les pommes de terre et les betteraves forment *exclusivement* la ration avec un fourrage fibreux et que leur substance sèche constitue seulement environ  $\frac{1}{8}$  de la substance sèche totale de celui-ci, les chiffres trouvés, en opérant d'après les trois règles précédentes, sont intégralement valables. Mais une atténuation de ces chiffres est indispensable lorsqu'ayant calculé la quantité de protéine digestible du fourrage fibreux d'après les indications de la règle 1, la substance sèche des racines s'élève relativement à celle du reste de la ration; la réduction à opérer alors sur les nombres obtenus est de  $\frac{1}{10}$ , de  $\frac{1}{5}$  ou de  $\frac{1}{3}$  lorsque la matière sèche des pommes de terre et des betteraves atteint respectivement la proportion de  $\frac{1}{4}$ , de  $\frac{1}{2}$  ou de 1 de la substance sèche du fourrage fibreux. La réduction, faite dans ces

limites, sera considérée comme suffisante, si le fourrage fibreux dominant est du foin, comme large, si l'adjuvant alimentaire consiste essentiellement en betteraves et non en pommes de terre; par contre, la diminution indiquée sera à peine suffisante si la masse totale du mélange alimentaire renferme beaucoup de paille et de pommes de terre. Toutefois, la dépression visée ici éprouve une notable réduction, si la masse totale du mélange alimentaire ainsi que le fourrage additionnel présentent un rapport nutritif moyen ou d'un faible écart entre les deux termes qui le représentent, par exemple, s'il est = 1:5 et jusqu'à 1:6.

5. Dans les tableaux présentant les besoins des animaux en éléments nutritifs (facteurs ou formules de rationnement) ainsi que la composition des fourrages, les éléments digestibles obtenus en opérant d'après les trois premières règles comprennent l'albumine, les hydrates de carbone et la graisse.

Le tableau suivant offre un aperçu des *coefficients de digestibilité* des diverses espèces de fourrages fibreux et des aliments concentrés, tels qu'ils ont été déduits des résultats moyens des essais directs d'alimentation connus jusqu'ici; ces coefficients indiquent le *taux pour cent de digestibilité de chacun des éléments des fourrages* auxquels ils se rapportent. Les nombres appliqués au foin de prairie et au trèfle sec résultent de plus de 50 expériences spéciales; les autres aliments n'ont donné lieu qu'à un plus petit nombre d'épreuves directes ayant toutefois souvent concordé dans plusieurs de leurs résultats.

NOMS des fourrages.	Protéine brute.	Cellulose brute.	Graisse brute.	Corps extractifs non azotés.	Substance organique.	Rapport entre les éléments nutritifs.
Foin de prairie, médiocre	50	57	30	59	50	1: 8,22
moyen.	56	58	41	62	58	7,91
très-bon	63	59	45	69	65	6,02
»    excellent	68	68	45	74	71	5,0
Foin de trèfle, médiocre.	51	41	45	69	56	5,94
moyen.	57	45	55	69	59	5,97
très-bon.	63	49	60	71	62	4,97
»    excellent.	70	53	64	72	66	4,02
Foin de vesce, excellent.	76	54	60	65	65	2,31
» de luzerne, très-bon	77	39	44	66	59	2,73
» de lupin, très-bon.	74	73	30	61	70	2,18
Paille de céréales de printemps	36	63	33	42	51	15,86
»    d'hiver	26	54	30	38	45	29,71
de légumineuses	49	36	60	67	51	7,22
de lupin	38	51	30	65	56	19,15
Avoine en grain	75	—	79	75	68	6,09
Orge concassée.	79	—	66	90	84	7,00
Maïs concassé	84	—	76	93	89	9,65
Pois concassés.	85	—	69	95	89	2,72
Son de froment.	78	—	89	82	76	5,08
Féveroles concassées.	95	—	100	95	94	2,16
Tourteau de lin.	84	—	89	78	80	1,59
de colza	80	—	81	77	68	1,44
» de graine de coton	74	—	91	46	50	1,55
» de noix de coco.	73	—	83	88	80	2,87
» de palme	100	—	100	92	89	2,22
Farine de viande d'Amérique	96	—	84	—	94	0,35
Hannetons	62	—	83	—	54	0,59

Ce sont les ruminants qui ont généralement servi aux expériences d'alimentation ; il n'y a que les coefficients de digestibilité de l'orge, du maïs, des pois, des tourteaux de noix de coco et des deux derniers articles du tableau qui aient été obtenus au moyen d'essais sur des sujets de l'espèce porcine (Hohenheim).

Mais il est à présumer que les ruminants auraient *au moins* aussi complètement digéré ces aliments que des porcs. Cette observation s'applique surtout à la substance protéique et, plus encore, à la graisse, pour lesquelles les coefficients indiqués paraissent trop faibles à cause de la grande proportion de produits dérivés de l'organisme que l'on rencontre dans les excréments solides du porc (page 139); elle est moins fondée peut-être pour les fourrages riches en graisse que pour ceux offrant une composition opposée (orge et maïs). Le nombre indiqué pour la protéine digestible des hannetons se rapporte à la teneur totale en azote (chitine et albumine réunies).

Il est intéressant de mettre, en regard des coefficients de digestibilité, la composition centésimale moyenne des fourrages utilisés dans les recherches qui ont servi à dresser le tableau précédent. C'est en vue de permettre cette comparaison que nous insérons le tableau suivant, comprenant, en outre, la teneur centésimale de chacun des aliments en éléments nutritifs proprement dits (albumine, hydrates de carbone et graisse); les nombres se rapportent partout à la substance du fourrage entièrement privée d'eau.

NOMS des fourrages.	Protéine brute.	Cellulose brute.	Graisse brute.	Corps extractifs non azotés.	Cendre.	Principes nutritifs.		
						Albumine.	Hydrates de carbone.	Graisse.
Foin de prairie, médiocre	10,8	34,1	2,3	46,5	6,3	5,4	42,7	0,5
» moyen	11,4	30,7	2,7	48,5	7,2	6,4	47,9	1,5
» très-bon.	13,8	25,7	2,6	49,8	8,2	8,7	49,5	1,5
» excellent.	16,1	23,0	3,1	48,6	9,2	11,0	51,6	1,5
Foin de trèfle, médiocre	15,1	31,9	2,5	43,9	6,6	7,7	42,8	1,5
» moyen	14,6	31,0	2,6	46,3	6,3	8,3	45,9	1,5
» très-bon.	16,2	28,7	3,5	44,2	7,2	10,2	45,4	2,5
» excellent.	18,3	26,6	3,8	42,8	8,4	12,8	44,9	2,5
Foin de vesce, excellent.	23,8	28,1	2,8	34,2	11,1	18,0	37,4	1,5
» de luzerne, très-bon	19,2	31,9	2,8	38,0	8,1	14,8	37,5	1,5
» de lupin, très-bon.	27,8	30,2	2,4	34,8	4,9	20,6	43,3	0,5
Paille de céréales de printemps	8,1	42,8	2,9	38,5	7,8	2,9	43,1	1,5
» » d'hiver.	5,3	44,1	1,2	43,2	6,2	1,4	40,2	0,5
» de légumineuses	12,1	41,1	0,9	39,9	6,1	5,9	41,5	0,5
» de lupin	7,0	48,6	1,2	39,8	3,4	2,7	50,6	0,5
Avoine en grain.	13,2	11,4	6,1	64,9	4,3	9,9	48,6	4,5
Orge concassée.	13,3	4,6	3,2	76,0	2,9	10,5	68,4	2,5
Maïs concassé	10,3	2,2	5,0	80,4	2,1	8,7	74,8	3,5
Pois concassés.	26,0	8,7	2,1	59,7	3,5	22,1	56,7	1,5
Féveroles concassées	28,9	7,7	1,7	58,0	3,7	27,5	55,1	1,5
Son de froment.	16,1	9,4	6,1	62,0	6,4	12,6	50,8	5,5
Tourteau de lin.	35,4	9,0	9,6	36,9	9,3	29,7	26,6	8,5
» de colza . . . . .	37,6	12,4	9,3	32,5	8,1	30,1	25,0	7,5
» de graine de coton	26,2	27,6	7,0	31,4	7,7	19,4	14,4	6,5
» de noix de coco	26,9	14,0	8,6	44,3	6,1	19,6	39,0	7,5
» de palme. . . . .	19,4	30,8	2,6	42,6	4,6	19,4	39,2	2,5
Farine de viande d'Amérique	82,4	—	13,5	—	4,2	79,1	—	11,5
Hannetons.	70,6	—	12,6	—	6,7	43,7	—	10,5

Comme complément aux généralités qui viennent d'être exposées sur la digestibilité des fourrages, ainsi qu'aux tableaux précédents, nous entrerons encore dans quelques détails propres à caractériser plus spécialement les divers aliments.

## CHAPITRE VIII.

### Examen spécial des fourrages.

#### A. — FOURRAGES FIBREUX ET FOURRAGES VERTS.

1. *Foin de prairie, regain, herbe de pâturages.*  
Les tableaux précédents comprennent quatre catégories de foin de prairie, et leur examen montre clairement qu'en général, à un haut titre en azote correspond une proportion centésimale plus faible en cellulose brute, tandis que la quantité de cendre et celle de graisse brute, pour celle-ci moins régulièrement toutefois, augmentent parallèlement et que la teneur en corps extractifs non azotés reste sensiblement invariable. En outre, et il en est de même pour tous les aliments fibreux et les fourrages verts, une richesse supérieure en protéine brute élève le degré de digestibilité de ce principe. Une circonstance particulièrement caractéristique pour le foin de pré et les fourrages similaires d'espèces appartenant à la famille des graminées, c'est que l'augmentation de la digestibilité de la protéine brute est accompagnée d'une élévation correspondante du taux de digestibilité des corps extractifs non azotés; ce fait ne se présente pas d'une façon aussi marquée ni aussi constante pour la cellulose brute et pour la graisse. Enfin, il faut remarquer que la digestibilité de la cellulose brute atteint un degré relativement élevé dans les



différentes qualités de foins de prairie, tandis que celle de la graisse brute est faible.

La teneur en azote du foin de pré n'est pas seulement un facteur représentatif de sa digestibilité et de son pouvoir nutritif: sa richesse en cellulose brute fournit aussi des indices analogues, comme le montrent la comparaison des résultats moyens de l'expérience directe et la composition analytique. Les foins qui sont, à la fois, riches en azote et pauvres en cellulose brute sont incontestablement les meilleurs et les plus facilement digestibles, et, inversement, ceux qui sont, en même temps, pauvres en azote et riches en cellulose brute possèdent la moindre valeur nutritive; les foins qui sont, en même temps, peu azotés et pauvres en cellulose brute renferment, pour la plupart, une substance protéique difficilement digestible et des corps extractifs d'une digestion facile, tandis que ceux riches en azote et en cellulose offrent des qualités opposées ou montrent des coefficients de digestibilité moyens.

Les nombres donnés plus haut comme indiquant la teneur des foins de prairie en protéine brute et ceux exprimant les coefficients de digestibilité pour chacun d'eux, ne représentent nullement les limites extrêmes des écarts que l'on constate; le titre en substance sèche peut osciller entre 7 et jusqu'à 20 p. c. et les expériences d'alimentation ont montré que la digestibilité de la protéine du foin peut tomber à un minimum de 39 et s'élever jusqu'à un maximum de 70 p. c. de la quantité totale. La teneur en albu-

mine *digestible* (2.8 jusqu'à 14.0 p. c.) peut donc varier du simple au quintuple; s'il en est ainsi pour l'élément constituant qui, dans tout régime de production, influe en première ligne sur l'effet nutritif du mélange consommé, ce fait suffit déjà pour expliquer l'extrême inégalité d'action que l'on constate, dans la pratique, entre les différentes qualités de foins de prairie.

Nous avons vu que le degré de digestibilité d'un fourrage employé seul à l'alimentation des ruminants est presque exclusivement déterminé par la *constitution naturelle* et par la composition chimique de la substance sèche, tandis que maintes autres conditions, telles que son utilisation à l'état vert ou en foin sec, la division, la macération, la cuisson, l'âge et l'espèce de ruminants, etc., produisent peu d'action sur lui. Mais cette constitution naturelle du fourrage est très-variable, selon les conditions dans lesquelles il s'est développé et où l'on a effectué sa coupe et sa récolte.

Il faut considérer d'abord la période de végétation de la plante, au sujet de laquelle j'ajouterai encore quelques mots (comparez page 154). On sait que la substance sèche des végétaux jeunes contient beaucoup plus de protéine et moins de cellulose brute qu'à une époque de végétation avancée, — que vers la fin de la floraison par exemple, — et que la digestibilité du corps albuminoïde est en rapport avec ces différences d'âge.

On doit donc considérer la bonne herbe de *pâtu-*

*rage*, lorsqu'elle est donnée en quantité suffisante, comme un excellent fourrage de production et comme étant bien supérieure, sous ce rapport, au foin de prairie de qualité moyenne récolté à l'époque habituelle. Ainsi, par exemple, on a trouvé à Weende que la substance sèche d'une herbe de pâturage coupée très-précocement renfermait 17.5 p. c. et le foin de plantes plus âgées seulement 11 p. c. de protéine brute. A Hohenheim, la récolte d'un gazon bien exposé au soleil, ayant fourni deux coupes au 12 juin, a livré une quantité totale de substance protéique de moitié supérieure à celle obtenue lors d'un fauchage unique : le rapport entre les produits en matière protéique a été de 668 à 434, la proportion centésimale en albumine étant, dans le premier cas, de 20.4 et, dans le second, de 16.3, et le total de la substance sèche récoltée a été respectivement de 3,274 de 2,662 kil. Un champ de trèfle a donné lieu à des observations semblables à Proskau : trois coupes ont livré ensemble 3,222 kil. de substance sèche et 676 kil. de protéine brute par hectare, et deux coupes 3,061 kil. de substance sèche, contenant seulement 437 kil. de protéine brute. Il importe donc extrêmement de ne pas laisser trop vieillir le fourrage sur pied, mais bien de le récolter et de l'utiliser le plus précocement possible.

Les plantes, autres que les graminées, entrant dans la composition de la flore de nos prairies, et notamment le trèfle, ne supportent pas, il est vrai, aussi bien des coupes réitérées ou un pâtu-

rage fréquemment répété; par ce dernier traitement, elles livrent souvent un poids proportionnellement faible en matière sèche, mais qui, par contre, est d'excellente qualité. Une expérience intéressante a été faite, sur ce point, à Tharand : une parcelle de trèfle a été fauchée et puis récoltée à la main, dans le but d'imiter le pâturage, à six reprises différentes, du 29 mai au 24 août; une autre parcelle, d'égale étendue, appartenant à la même pièce de trèfle, a été fauchée deux fois seulement (les 7 juillet et 24 août), à des époques où la végétation était assez avancée; voici les résultats obtenus par hectare :

	Substance sèche.	Protéine brute.	Cellulose brute.
Trèfle fauché 6 fois.	2,639 k.	555 k. = 21.0 p. c.	574 k. = 21.7 p. c.
— 3 —	5,248	687 » = 13.1 p. c.	1,763 » = 33.6 p. c.

Bien que le trèfle récolté plus tard ait livré un rendement double en poids, l'avantage réalisé par la qualité infiniment supérieure du fourrage provenant de coupes rapprochées rétablit presque l'équilibre dans les produits des deux parcelles : du moins, on observe que la valeur nutritive de la récolte est essentiellement déterminée par sa teneur en albumine soluble; en effet, la composition centésimale (protéine et cellulose brutes) montre que la quantité absolue de protéine brute digestible contenue dans les produits du trèfle jeune a été presque égale et peut-être même supérieure à celle renfermée dans la récolte du trèfle fauché en pleine floraison. C'est ce que d'autres expériences directes, entreprises aussi à Proskau, ont

d'ailleurs démontré lors de la consommation du fourrage par les moutons. Cependant, ici encore, la quantité absolue de protéine brute contenue dans le produit pâturé était plus grande que dans le fourrage fauché, quoique la totalité de substance sèche fût moins importante dans le premier que dans le dernier. Le champ avait été ensemencé au moyen d'un mélange de 2 kil. de trèfle rouge, de 2 kil. de trèfle vulnérable et de 4 kil. de graminées; l'année qui suivit celle du semis, l'herbe fut enlevée à la main (pâturage imité) à 14 reprises différentes, du 24 avril au 10 octobre, sur une partie du champ; la partie voisine, et de même étendue, livra deux coupes et fut soumise ensuite plusieurs fois, jusqu'au 10 octobre, au pâturage imité, afin de recueillir encore l'herbe repoussée et qui est habituellement pâturée. Voici, par hectare, les résultats comparatifs des deux méthodes (1) :

	La récolte renfermait :			Il a été digéré :		
	Substance sèche.	Protéine.	Substances non azotées.	Substance sèche.	Protéine.	Substances non azotées.
Pâturage imité.	4,914 k.	518 k.	4,224 k.	4,315 k.	406 k.	908 k.
Fauchage.	3,061	437	2,432	4,819	277	1,541

Il n'est donc aucunement douteux que, lorsqu'il s'agit de produire un fourrage très-nourrissant, il faut le récolter lorsque les plantes sont encore jeunes. Il semble aussi, du moins pour les prairies naturelles et

(1) Voir, pour plus de détails, *Considérations sur le pâturage et l'alimentation à l'étable, etc.*, par HUGO WEISKE. Bruxelles, Rosez, éd., 1872.

(Note du traducteur.)

pour les terres ensemencées en bonnes graminées, que les produits sont utilisés avec plus d'avantages par la pâture que par le fauchage et le fanage; par contre, lorsqu'il s'agit de trèfle pur ou de trèfle mélangé, il n'arriverait peut-être pas toujours que la qualité supérieure du produit fût comparable et parvînt à balancer la valeur des quantités énormes de fourrage que le fauchage permet de recueillir. Au surplus, la question de savoir si la récolte doit avoir lieu préférentiellement d'une manière directe, par le bétail même, ou par la coupe artificielle, n'est pas susceptible d'une solution absolue; ce sont les conditions pratiques en présence — conditions multiples, dont l'examen nous éloignerait de notre sujet — qu'il faut chaque fois consulter pour la résoudre.

Le foin de prairie qui porte au tableau la mention « excellent » présente la composition moyenne de celui que livrent ordinairement des prairies sèches, situées en terrains accidentés, bien exposées au soleil et où les graminées, sans atteindre une grande hauteur, forment un gazon très-dense, mêlé d'autres plantes nutritives et aromatiques. Tel est, à un haut degré, le cas pour le foin des prairies alpines, lequel, administré aux animaux, même en quantités relativement faibles, produit parfois des effets étonnants sur le rendement en lait et le développement du jeune bétail. Sa richesse en protéine brute est, ainsi que celle de l'herbe des bons *pâturages* gras ou prairies d'embouche, fréquemment supérieure à la teneur indiquée au tableau; la quantité d'albumine réelle-

ment digérée s'élève alors jusqu'à 12 et 14 p. c. de la substance sèche du fourrage consommé, au point que le rapport nutritif 1 : 4 est atteint. On a alors affaire, en quelque sorte, à un véritable aliment concentré ; car, à poids égal, il manifeste des effets presque identiques à ceux des grains et des petits grains.

Eu égard à sa composition et à sa facile digestibilité, il faut aussi ranger le *regain de pré* au nombre des foins excellents ou, tout au moins, le considérer comme très-bon, notamment lorsqu'il a été fané par un temps favorable et conservé sous abri. Ce n'est que par suite du défaut de saveur et d'arôme qu'il est ordinairement inférieur au bon foin et qu'il perd en valeur. La qualité du regain dépend tout particulièrement du temps qui règne lors de sa récolte ; comme, à cette époque, il est habituellement plus favorable dans les régions méridionales de l'Allemagne, où la coupe du foin a, du reste, lieu plus tôt que sous des latitudes plus septentrionales, le regain est d'ordinaire plus estimé dans le Sud que dans le Nord. La facile altération à laquelle le foin est exposé lors des temps humides ressort déjà de ce fait, qu'un simple lavage à l'eau froide lui enlève plus de 20 p. c. de son poids en matière sèche. On a fait à ce sujet, à Tharand, une observation qui mérite d'être rappelée. On a examiné deux échantillons d'un foin coupé le même jour et provenant d'une même prairie ; seulement, l'un était prélevé d'un lot fané en trois jours et rentré dans d'excellentes conditions, tandis que l'autre était pris à une partie dont les intempéries

avaient retardé le fanage et l'avaient prolongé pendant 13 jours de pluies alternant avec un ciel serein. A l'analyse, on constata que le foin lessivé avait perdu 12.5 p. c. en poids de substance sèche totale, perte qui correspondait, au minimum, à un quart de sa valeur alimentaire originale; elle était due, en effet, à la disparition d'éléments solubles, c'est-à-dire essentiellement nutritifs (2.1 parties de substance albuminoïde et 10.4 parties de corps nutritifs non azotés et de sels minéraux).

Mais le regain est encore plus particulièrement exposé à ces dépréciations : il renferme, en effet, une quantité proportionnellement plus forte de principes solubles que le foin et la finesse des brins plus ou moins souples qui le forment laisse plus aisément pénétrer l'humidité dans sa masse, ce qui contribue à rendre la dessiccation plus difficile et à accroître les dangers de pourriture. Il n'y a donc pas lieu de s'étonner de ce que le regain éprouve quelquefois de graves avaries, se revêt de moisissures et que les animaux le dédaignent ou que leur santé en souffre, tandis que, préparé par un temps propice, rapidement desséché et rentré, il constitue un excellent fourrage.

Il est reconnu que la nature du sol et son état de richesse influent à un haut degré sur la qualité du fourrage récolté. Des sols riches livrent, en général, les fourrages meilleurs et notamment plus azotés que les terres pauvres. D'après des observations recueillies à Tharand, le foin d'une prairie fumée dosait 12 p. c. de protéine brute et celui de prairies



voisines n'ayant pas reçu de fumure 9 p. c. seulement. Des différences plus sensibles encore s'observent lorsqu'on compare, à un moment donné, des plantes d'un même champ, par exemple celles qui se distinguent par une végétation luxuriante, à teinte foncée, et celles de même famille possédant une coloration moins vive et un aspect moins vigoureux. La substance sèche de pieds d'avoine, d'orge, de froment et de seigle, remarquables par leur vigueur, renfermait à l'épiage, lors de l'entrée en floraison, 16.4 p. c. de protéine brute, tandis que celle des plantes maigres n'en contenait que 10.4 p. c. (Möckern). D'autres observations intéressantes ont aussi été recueillies à Proskau. Le fourrage examiné provenait d'un sol argileux tenace et il consistait en timothy auquel se trouvait mêlé un peu de trèfle rouge ; l'un des échantillons était fourni par un point du champ de moyen état de richesse, l'autre avait été pris à un endroit abondamment fumé par les urines d'animaux en pâture et où les plantes montraient une excessive vigueur. La substance sèche de chacun des échantillons contenait :

	Protéine brute.	Cellulose. brute.	Graisse brute.	Corps extractifs non azotés.	Cendre.
Sur fumure moyenne.	11.0	22.5	4.2	56.3	6.0
Sur forte fumure	20.3	26.6	4.8	41.3	7.0

Ces différences sont très-saillantes, mais elles sont surtout accentuées pour la protéine brute et pour les corps extractifs non azotés. Il est digne de remarque qu'une augmentation très-sensible de la teneur en azote des plantes fortement fumées a été accompagnée

d'une progression qui n'est pas sans importance dans la quantité de cellulose brute, ce qui est peut-être déterminé par une diminution relative de la digestibilité de la protéine. L'expérience des praticiens atteste, en effet, que les fourrages très-luxuriants, ceux originaires de sols bien fumés, spécialement ceux de prairies irriguées ou ombragées, ceux récoltés dans les années humides, quoique riches en protéine brute, ne possèdent pas des propriétés très-nutritives. La cause de cette infériorité relative gît peut-être dans le grand volume de ces produits, dans la constitution de leur fibre grossière, alliés à leur défaut relatif en sapidité ; il serait intéressant de procéder à des recherches précises sur ce point, notamment à des essais d'alimentation qui, jusqu'ici, manquent complètement.

2. *Trèfle vert et trèfle sec.* — La composition du fourrage inséré au tableau sous la rubrique « trèfle sec médiocre », ne doit pas être acceptée comme une moyenne; elle ne résulte, en effet, que de l'examen analytique de quelques espèces de trèfle possédant fortuitement une teneur moyenne en protéine relativement élevée. Le trèfle sec de la qualité la plus inférieure ne contient, en moyenne, qu'environ 13 p. c. de protéine brute; dans des expériences entreprises à Weende, sur des bœufs nourris au moyen d'un trèfle ayant le facteur de digestibilité le plus faible qu'on ait constaté jusqu'ici, notamment le coefficient 43, la proportion de protéine brute contenue dans la substance sèche n'était que de 12.2 p. c. Pour le foin de

trèfle, demême que pour celui des prairies, la teneur en graisse et en matières minérales progresse simultanément avec celle des substances protéiques, tandis que la richesse en cellulose diminue et que la proportion centésimale des corps extractifs non azotés reste assez fixe ou s'abaisse légèrement. Les variations dans la composition centésimale ne sont cependant pas aussi étendues que pour le foin de prairie; elles oscillent, relativement à la substance protéique, entre 12 et 18 p. c., et, pour la cellulose brute, entre 26 et 33 p. c. de la substance sèche. Dans ce rapprochement, il ne peut naturellement être question du trèfle jeune, dont la substance sèche ne contient, au maximum, que 30 p. c. de protéine brute et à peine 20 p. c. de cellulose brute.

Tandis que la digestibilité de la protéine brute du trèfle sec augmente, comme pour le foin de prairie, à mesure que la richesse en azote s'élève et que la teneur en cellulose brute du fourrage diminue, il est caractéristique, pour le trèfle sec, que la digestibilité moyenne des corps extractifs non azotés reste assez constante dans les diverses qualités de ce fourrage, mais que celle de la cellulose brute augmente régulièrement. C'est donc le cas inverse de celui que nous avons constaté pour le foin de pré. Il faut aussi remarquer que les corps extractifs non azotés, ainsi que la substance grasse du trèfle sec sont, pour la plupart, plus facilement digestibles, tandis que la cellulose brute est évidemment moins complètement digérée que celle du foin sec. C'est ce qui ressort

clairement de la comparaison des coefficients de digestibilité des qualités « bonnes » avec les qualités « moyennes » du même fourrage. Les oscillations dans les coefficients de digestibilité observées pour les différentes catégories de trèfles sont même presque plus prononcées pour le trèfle sec que pour le foin de pré, fait à attribuer sans doute à ce que les analyses ont souvent eu lieu sur du trèfle vert tendre, tandis que, jusqu'ici, on n'a pas encore tenté d'expérimentations directes sur la digestion des plantes jeunes ou des trèfles pâturés. Ces variations oscillent de 43 jusqu'à 76 p. c. ; pour la cellulose brute, de 38 jusqu'à 60 p. c., et elles sont relativement moins prononcées pour les corps extractifs non azotés, où elles atteignent jusqu'à 83 p. c. avec un minimum de 63 p. c.

Le foin de trèfle rouge, dont on dispose ordinairement, dans la pratique, comme fourrage d'hiver, doit être rangé au tableau précédent dans la qualité inférieure ou peut, tout au plus, être considéré comme ayant une qualité « moyenne ». Souvent, il ne renferme pas plus d'albumine soluble, pour 100 parties de substance sèche, que le foin de prairie de qualité moyenne, et la proportion de matières nutritives non azotées est fréquemment plus faible que dans celui-ci. Cette différence s'explique facilement : habituellement, on coupe le trèfle rouge lorsqu'il est en pleine floraison et on le convertit en foin lorsqu'il n'est plus consommé avec avidité en vert et seul, c'est-à-dire à un moment où il ne possède plus qu'un moindre effet

nutritif. On porte encore un grand préjudice à ses propriétés nutritives par le procédé de fanage qui est le plus fréquent et qui entraîne la dessiccation des feuilles et des parties les plus tendres de la plante; ces dernières, en effet, se détachent dans la suite, se brisent et se pulvérisent de manière que la masse récoltée ne consiste souvent qu'en tiges durcies et grossières. Une longue conservation en grenier ou en meules achève de priver le fourrage de ses parties les plus riches. La perte que subit le fourrage est d'autant plus grave, que les feuilles du trèfle sont très azotées et que leur protéine brute doit être infiniment plus digestible que celle des tiges. Nous possédons une observation d'après laquelle la substance sèche des feuilles renfermerait 22.3 p. c. et les tiges 12.0 p. c. de protéine; plus de la moitié de la quantité totale de protéine contenue dans la plante entière appartiendrait aux feuilles et, d'après d'autres recherches, ces différences seraient encore plus notables.

La dépréciation qu'éprouve ainsi le foin de trèfle est encore aggravée par les circonstances météorologiques qui entravent souvent sa préparation. Le lessivage par les pluies lui est bien plus préjudiciable qu'au foin de pré, car le traitement à l'eau froide suffit pour lui enlever 25 à 40 p. c. de sa substance sèche. De plus, la dessiccation du trèfle étant plus lente que celle de l'herbe de prairie, le foin de trèfle est exposé plus longtemps aux intempéries. Citons un exemple. Une pièce de trèfle ayant été fauchée au commencement de la floraison, une partie en fut fanée

rapidement et sans pertes, tandis que le reste fut déposé sur des chevalets et ne put être rentré qu'au bout de quatorze jours et après avoir reçu plusieurs averses; cependant, le fourrage provenant de ce lot paraissait très-passable et susceptible d'un bon emploi comme tel. A l'examen, on constata que la perte totale en substance sèche, occasionnée par la fermentation et le lessivage, s'élevait à 27.4 p. c., consistant en 3.8 d'albumine, 20.6 de corps extractifs non azotés et 3.0 p. c. de matières minérales. Voici, du reste, pour chacun des lots, la composition centésimale du fourrage considéré comme séché à l'air (à 16 p. c. d'humidité):

	Eau.	Protéine brute.	Cellulose brute.	Corps extractifs non azotés et graisse.	Cendres.
Trèfle sec fané dans de bonnes conditions	16.0	14.6	25.3	36.4	8.0
Trèfle sec avarié	16.0	15.8	37.4	23.4	7.8

Malgré les lessivages qu'il a subis, le trèfle avarié possède donc encore une teneur en protéine brute supérieure à celle du fourrage fané dans d'excellentes conditions. Ce résultat concorde avec celui d'autres observations, d'après lesquelles de fréquents lavages de plantes légumineuses enlèveraient une quantité relativement plus forte de principes nutritifs non azotés que de substances azotées; c'est pourquoi on rencontre si fréquemment des foins de trèfle qui, malgré leur richesse apparente en protéine, se rangent cependant parmi les plus mauvais fourrages. Ces foins dépréciés révèlent une grande teneur en

cellulose brute et un faible titre en corps extractifs non azotés ; ils ont, en même temps, une texture très-grossière et leur digestion est pénible. A cette catégorie appartiennent les espèces qualifiées « médiocres » au tableau et dont l'analyse est entrée en ligne de compte dans la détermination de la composition moyenne générale qui leur a été appliquée.

Ce qui précède laisse pressentir que le système, fréquemment préconisé dans ces derniers temps, qui consiste à convertir *tout* le trèfle produit en foin sec n'est pas susceptible d'applications et ne sera jamais adopté, du moins dans les grandes exploitations. Il expose à de trop graves dangers, entraîne à des pertes inévitables qui sont loin d'être compensées par l'économie de fourrage et par les améliorations de régime qui en résulteraient. Du reste, il importe aussi de faire consommer le trèfle vert aux diverses phases de son développement, puisque la plante jeune possède un effet nutritif supérieur et que sa qualité peut alors, jusqu'à un certain point, suppléer au défaut de quantité obtenue. On a trouvé à Hohenheim que la teneur en protéine de la substance sèche du trèfle rouge passait successivement, au commencement de mai, à 23.3, le 13 juin à 16.6, le 23 juin à 13.4 et le 20 juillet à 11.4 p. c. ; on a, de même, observé, à Möckern, aux dates des 20 mai, 7 et 20 juin, qu'elle était respectivement de 19.6, de 16.3 et de 13.2 p. c. D'autre part, comme nous l'avons déjà fait observer (page 154), la digestibilité de la protéine brute, ainsi que celle de la substance organique en

général, diminuent parallèlement avec la réduction qu'éprouve la teneur en azote, à mesure que le fourrage vieillit. Le trèfle sec qualifié « excellent » au tableau qui précède possède une composition correspondant, en général, à celle du trèfle vert mis en consommation lors de l'apparition des boutons ou capitules vertes des fleurs; le « très-bon » foin de trèfle est analogue au trèfle vert fauché au début de la floraison. Celui qui est qualifié « moyen » a une composition correspondante à celle du trèfle coupé en pleine fleur et qui est récolté dans des conditions favorables; enfin, presque tout le trèfle consommé en hiver montre une composition se rapprochant de la catégorie inférieure et dont la substance sèche ne contient souvent qu'environ 13 à 14 p. c. de protéine brute. Si, conformément à l'usage de beaucoup de contrées, la coupe du trèfle vert commence tôt au printemps, aussitôt qu'il offre une prise à la faucille, il faut admettre que sa substance sèche renferme au moins 20 p. c. de protéine brute, en assignant à celle-ci un coefficient de digestibilité d'environ 77 p. c. et en élevant dans le même rapport les coefficients des autres éléments du fourrage.

3. *Fourrage vert et foin de luzerne.* — Cet important fourrage est généralement plus riche encore en azote que le trèfle rouge, mais il se lignifie plus rapidement à partir de la floraison. D'après une observation faite à Möckern, la substance sèche de luzerne contenait, aux époques du 24 avril, du 22 mai et du 3 juillet, respectivement 34.4, 26.3 et 17.8 p. c. de protéine



brute et 22.0, 27.5 et 48.5 p. c. de cellulose. Il importe donc, pour autant que la luzerne ne puisse être consommée en vert, de la faucher et de la faner le plus tôt possible. Dans les essais d'alimentation opérés jusqu'ici et dans lesquels la luzerne a été consommée en partie à l'état vert, en partie sous forme de foin, pour l'entretien de bœufs et de moutons, on a régulièrement utilisé un très-bon fourrage, de manière que les chiffres moyens portés au tableau et déduits de dix expériences distinctes sont relativement élevés. Néanmoins, on peut déjà admettre avec certitude que la protéine brute de la luzerne possède, à identité de teneur en azote, un degré de digestibilité égal, sinon légèrement supérieur, à celui du trèfle rouge; par contre, la cellulose brute de la luzerne est incontestablement moins digestible encore que celle du trèfle rouge, les corps extractifs non azotés sont digérés à un égal degré pour les deux fourrages et la substance grasse de la luzerne paraît, comme pour le foin de trèfle, d'une digestion très-difficile. La luzerne constitue, en tous cas, à un point de vue tant absolu que relatif, un aliment très-azoté; employée seule, surtout en vert, elle peut donner lieu à un plus fort gaspillage de substance protéique que le trèfle vert, point dont il faut tenir sérieusement compte dans la pratique. Pour la première fois, en ce qui concerne la luzerne, l'expérience directe entreprise à Proskau sur des moutons a fourni la preuve que la dessiccation, à la température atmosphérique ordinaire, expulse simplement l'eau de la plante et ne

modifie nullement les conditions de digestibilité des principes fixes; pour le surplus, ce que nous avons dit des pertes possibles et, en partie, inévitables qui accompagnent la dessiccation du trèfle, est entièrement applicable, sinon davantage encore, au fanage de la luzerne.

4. *Foin de vesces.* — Cet aliment a été examiné à Hohenheim sous le rapport de sa digestibilité; les nombres insérés au tableau sont le résultat moyen de six essais différents sur des moutons. Le fourrage employé était d'excellente qualité; il avait été fauché à l'entrée en floraison et fané par un temps favorable: on comprend ainsi que le coefficient de digestibilité observé soit presque égal à celui du meilleur foin et qu'il dépasse même — à cause de la grande proportion de protéine (23.8 p. c. de la substance sèche) — celui appliqué à cet élément et s'élevant à 76. La vesce fourragère se lignifie rapidement à partir de la floraison, et sa composition se modifie beaucoup avec les progrès de son développement; les vesces examinées à Proskau et dont la substance sèche ne renfermait que 18.3 p. c. de protéine brute et 34.4 p. c. de cellulose brute étaient vraisemblablement en pleine fleur. A Waldau, la substance de la vesce-fourrage analysée au 23 mai et au 12 juin contenait respectivement 25.4 et 13.8 p. c. de protéine brute, tandis que la teneur en cellulose avait passé de 20.8 à 39.8 p. c. En tous cas, on ne peut refuser aux vesces fourragères, dans l'état où elles sont ordinairement livrées au bétail, une teneur en azote supérieure à celle du trèfle rouge.

*Foin de lupin.*— Coupé à la floraison, le lupin jaune constitue, de tous les aliments verts et fibreux, le fourrage le plus riche en azote. Le lupin étudié à la station agricole de Köthen ayant été fauché lorsque les siliques ou gousses commençaient à apparaître, c'est-à-dire un peu plus tôt qu'à l'époque ordinaire, la substance sèche du foin contenait l'énorme quantité de 27.8 p. c. de protéine. Sa digestibilité atteignit le taux 74, chiffre presque égal à celui du foin de vesce et de luzerne; il est, dès lors, vraisemblable que le degré maximum de digestibilité de la protéine brute des fourrages verts et des fourrages fibreux ne peut dépasser 80 p.c., car, à teneur presque égale des trois fourrages en cellulose brute, la quantité de protéine variait de 19.2 jusqu'à 27.8 p. c., sans que le degré de digestibilité de cette dernière subît d'élévation plus forte. Le coefficient de digestibilité de la cellulose brute du foin de luzerne est remarquablement haut; il atteint le chiffre 73, tandis que, pour le foin de vesce de même composition, il n'est que de 54 et qu'il est bien inférieur pour la luzerne, car il tombe à 39. Le foin de luzerne forme donc une exception à la règle, assez générale, d'après laquelle la quantité de corps extractifs non azotés est égale à la proportion de ces principes, cellulose comprise, qui est digérée; dans le cas présent, le rapport a été = 100:124. On sait que le lupin à l'état de foin ou de fourrage vert, de même que ses graines ne conviennent guère qu'aux moutons et que les autres animaux domestiques ne le

consomment qu'avec répugnance, par suite du principe amer qu'il renferme. La haute teneur en azote du foin de lupin fait pressentir qu'il forme un aliment d'autant plus précieux, que la plante recherche surtout les sols légers, sablonneux et qu'elle peut efficacement contribuer à leur fertilisation. On ne peut cependant l'employer dans l'alimentation du mouton qu'avec circonspection et seulement associé à d'autres fourrages plus pauvres en azote.

5. *Autres foins et fourrages verts.* — Indépendamment des espèces de fourrages étudiées jusqu'ici, il existe un grand nombre de plantes dont on fait consommer isolément les produits, soit en vert, soit après leur conversion en foin sec, ou que l'on associe à d'autres fourrages. Elles ont déjà été fréquemment soumises à l'analyse chimique, sans avoir été l'objet d'essais d'alimentation directs et précis; néanmoins, on peut, par analogie avec d'autres aliments et eu égard à leur composition élémentaire, juger, avec une exactitude au moins approximative, leur degré de digestibilité, ainsi que leur pouvoir nutritif.

Le *trèfle hybride* ou *de Suède* possède une composition entièrement identique à celle du trèfle rouge, mais il est ordinairement plus tendre et plus azoté que celui-ci et on peut encore l'utiliser avec avantage à une époque avancée de sa végétation, lorsqu'il est en pleine fleur. Cette remarque est encore plus fondée pour le *trèfle blanc* semé seul ou mélangé avec d'autres plantes pour être pâturé. La *lupuline* ou trèfle jaune constitue, en raison de sa texture comme

de sa composition élémentaire, un excellent fourrage. Le *trèfle incarnat* durcit rapidement et ne possède qu'une valeur nutritive faible. L'*esparcette* paraît être aussi riche en azote que le trèfle rouge; elle conserve sa saveur un peu plus longtemps que celui-ci, tout en étant d'une digestion plus facile lorsqu'elle est récoltée dans la période de floraison. Depuis peu, la culture du *trèfle vulnérable* a reçu, dans les régions à terres sèches et sablonneuses, une certaine extension; il est moins azoté que les espèces fourragères précédentes, mais il renferme, par contre, moins de cellulose brute et durcit moins promptement. La *serradelle*, autre plante des sols sablonneux, livre un fourrage délicat, succulent et de facile digestion; elle se distingue avantageusement de la plupart des autres plantes fourragères en ce qu'elle conserve sa pleine valeur alimentaire presque jusqu'à la fin de la floraison; mais ses produits sont relativement peu abondants et, lors du fanage, elle perd facilement ses feuilles, c'est-à-dire ses organes les plus riches. Les mêmes observations sont applicables à la *spergule*, qui n'est guère consommée qu'à l'état vert et à laquelle on attribue une influence bienfaisante particulière sur la production du lait.

Le *maïs vert* des variétés élancées et fleurissant tard (par exemple le maïs dent-de-cheval), qui fournissent en terres fertiles des produits très-abondants, constitue un fourrage très-aquueux, pauvre en azote; il est fort recherché par la plupart des animaux, mais surtout par les vaches, sans doute à cause

de sa grande teneur en sucre. Donné seul, il est souvent nuisible à la production du lait, parce que les éléments nutritifs y existent dans un rapport défavorable; consommé en mélange avec des fourrages verts très-azotés, le maïs introduit dans la ration produit d'heureux effets. Le fourrage des variétés précoces, à maturité hâtive, étant plus riche en azote, n'offre pas les mêmes inconvénients lorsqu'il forme seul la ration; mais, la plupart de ces variétés exigeant un climat plus chaud, leurs rendements sont plus faibles. Les exigences climatologiques du *sorgho* sont encore plus prononcées, de façon qu'il est moins répandu dans le midi de l'Allemagne que les maïs tardifs. Dans les sols légers, surtout lorsqu'on l'associe à une céréale d'été, le *sarrazin* peut livrer en automne une excellente nourriture verte. Les plantes jeunes de *chardon* sauvage constituent un très-bon fourrage, spécialement pour le cheval; on dit qu'il agit, au printemps, comme dépuratif du sang.

Les *feuilles de betteraves* en général, quoique très-aqueuses, sont relativement fort azotées. On sait qu'il ne faut les employer qu'avec prudence dans l'alimentation, parce que les sels et les acides organiques, qu'elles renferment en proportion excessive, déterminent facilement des diarrhées violentes. Il est à conseiller de les conserver en silo; elles contractent alors une saveur aigrelette agréable et on les mélange aux fourrages d'hiver. Les *feuilles de carottes*, et particulièrement celles de *rutabagas*, possèdent aussi des propriétés purgatives, toutefois à

un degré beaucoup moins prononcé; les diverses espèces de *choux* sont considérées avec raison, par les cultivateurs, comme d'excellents aliments pour les vaches laitières. Les *fanés de pommes de terre* ne méritent guère d'attirer l'attention; par contre, les feuilles et les pousses tendres des tiges de *topinambour* sont consommées avantageusement par les moutons. Il en est de même des *feuilles* de certains arbres qui se distinguent, lors d'une teneur moyenne en azote, par une grande pénurie en cellulose brute (en moyenne environ 14 p. c.), lorsque les feuilles ont subi une dessiccation comparable à celle du bon foin; dans cet état, elles sont de facile digestion. Les expériences connues ne permettent pas d'affirmer si le feuillard, consommé en grandes quantités pendant longtemps, n'est pas nuisible au développement des animaux; néanmoins, on peut en recommander l'usage en hiver, à titre de provende diététique pour les moutons et les agneaux. Il importe cependant de remarquer que les feuilles ne conservent toute leur valeur alimentaire que si leur enlèvement a été effectué en juillet ou en août; recueillies plus tard elles fournissent un produit à peine profitable aux animaux. Les feuillards de frêne, de tilleul, de peuplier, de saule et d'aune sont les plus communément employés; les feuilles du bouleau et du hêtre sont moins estimées.

Relativement aux *graminées* employées à la création de prairies monophytes, comme le ray-grass, le timothy, etc., elles livrent, lorsqu'on les coupe pré-

cocement, un fourrage très-nourrissant, inférieur seulement au point de vue de la saveur, à l'herbe de pâturage. Les mêmes observations sont applicables aux céréales fauchées avant la floraison pour la consommation. Les conditions de sol, de climat, les produits que l'on attend de ces ensemencements, maintes autres circonstances sont à consulter au sujet de la préférence à accorder à l'une ou à l'autre de ces plantes dans la grande culture.

6. *Pailles de céréales.*— En moyenne, la paille des céréales de printemps est plus pauvre en cellulose brute, mais, par contre, un peu plus riche en protéine brute que celle des céréales d'hiver. On n'a étudié, jusqu'ici, au point de vue de la digestibilité, que la paille d'avoine. Employée seule, à Weende, dans l'alimentation des bœufs, on a constaté que la paille d'avoine possédait en protéine brute, dans un cas, le coefficient 44 et, dans un autre cas, le coefficient 39 p. c. A Hohenheim, on a observé, dans l'alimentation du mouton, un facteur de digestibilité plus faible encore, — notamment le coefficient 24, — bien que la teneur de la paille en protéine brute fût presque identique à celle du fourrage examiné à Weende. Remarquons, de plus, qu'à Hohenheim l'avoine avait été cultivée en lignes, que la paille dure et grossière que l'on obtint passa d'abord au râtelier et que l'on n'a tenu compte que de la portion réellement consommée par les moutons. Nous pensons que le coefficient de digestibilité moyen de la protéine contenue dans la paille d'avoine ne doit pas être fixé à un taux dépass-



sant le chiffre 36. La cellulose brute de cette paille est identiquement aussi digestible que celle du bon foin de prairie; par contre, les corps extractifs non azotés et la graisse brute sont certainement moins bien utilisés.

Les mêmes considérations s'appliquent à la digestibilité des pailles de céréales d'hiver, avec cette seule différence, que les coefficients sont encore plus faibles; seulement, elle est moins sensible pour les corps extractifs non azotés et la graisse brute, tandis que l'infériorité est très-évidente pour la protéine (coefficient, 26) et pour la cellulose (54), ainsi que l'ont établi deux expériences concordantes ayant pour objet, l'une de la paille de seigle et l'autre de la paille de froment (à Weende, à Dahme et à Salz-münde). Rappelons toutefois ici un fait sur lequel il a déjà été insisté : c'est que le coefficient de digestibilité de la protéine brute des pailles de céréales ressort facilement à un taux trop faible dans les essais d'alimentation, parce que ces pailles sont généralement pauvres en azote et qu'il se mêle aux déjections des produits organiques originaires du corps. Cependant, comme les pailles utilisées dans ces expériences étaient, par hasard, proportionnellement riches en azote, nous devons utiliser les chiffres qu'elles ont révélé dans les calculs alimentaires, jusqu'à ce qu'on leur en ait substitué d'autres, si l'exactitude des premiers laisse à désirer.

7. *Pailles des légumineuses.* — Les coefficients de digestibilité qui leur sont assignés au tableau sont

déduits d'un petit nombre d'expériences entreprises à Weende et dans lesquelles on a fait consommer de la paille de féveroles par des bœufs. Ce fourrage, de même que le trèfle sec, renferme une cellulose brute difficilement digestible, tandis que les corps extractifs non azotés sont digérés en proportion beaucoup plus élevée. On possède les résultats de quelques recherches sur de la paille de pois bien garnie de feuilles (la substance sèche renfermait 11.4 p. c. de protéine brute et 44.2 p. c. de cellulose brute) consommée par des moutons. La partie du fourrage prélevée par les animaux possédait la composition d'un assez bon foin de trèfle (14 p. c. de protéine brute et 31.9 p. c. de cellulose brute) et c'est ce qui explique le taux relativement élevé des coefficients de digestibilité obtenus, notamment : 60 pour la protéine, 52 pour la cellulose et 64 pour les principes extractifs non azotés. En général, la cellulose brute des plantes légumineuses fanées et de leurs pailles est beaucoup plus difficilement digestible que celle du foin et de la paille des graminées; c'est l'inverse pour les substances extractives non azotées. Ainsi que nous l'avons vu, il faut cependant en excepter le foin de lupin, qui présente une remarquable différence; il en serait de même de la paille de cette plante, à en juger d'après les résultats des expérimentations dont elle a été l'objet, à Köthen, sur des moutons. C'est ainsi que les coefficients de digestibilité ont été, pour la cellulose brute et les corps extractifs non azotés, respectivement, de 51 et 65,

pour la protéine brute, de 38 seulement; cependant, la paille de lupin consommée semble avoir été bien mûre, puisque sa substance sèche accusait, à l'analyse, 7.0 p. c. de protéine brute et 48.6 p. c. de cellulose brute; de là vient aussi que la quantité de substances non azotées qui a été digérée dépasse considérablement (dans la proportion de 127 à 100) celle des corps extractifs non azotés trouvée à l'analyse.

8. *Balles et siliques.* — Les balles de froment contiennent ordinairement une proportion centésimale de protéine brute supérieure à celle des pailles de la même céréale; par contre, les balles des céréales de printemps (orge et avoine) sont, en moyenne, presque plus pauvres en cet élément que leurs pailles. Les siliques des légumineuses (pois, vesces, féveroles) renferment au moins autant de protéine brute que les pailles de ces plantes. Toutes les balles et les siliques sont régulièrement plus pauvres en cellulose brute que les pailles, et il faut, en conséquence, majorer dans un rapport correspondant les coefficients de digestibilité spéciaux à chaque élément; nous ne possédons pas encore de recherches directes sur ces produits secondaires. L'état de division et la texture physique particulière de ces déchets sont aussi des conditions qu'il faut apprécier; car, donnés en grandes quantités, ils sont généralement plus savourés par les animaux et leur paraissent plus agréables que la paille longue ou hachée. Les siliques de colza sont relativement pauvres en azote et riches en principes extractifs non azotés.

**B. ALIMENTS CONCENTRÉS.**

Nous comprenons sous cette dénomination la plupart des matières alimentaires qui se rencontrent dans le commerce, c'est-à-dire celles que l'on peut se procurer par achat et qui, sous un poids donné, renferment une quantité relativement élevée de substance digestible. Les corps extractifs non azotés s'y présentent essentiellement à l'état d'hydrates de carbone; souvent ces aliments sont riches aussi en corps albuminoïdes et en graisse.

1. *Graines de céréales.* — Elles ont, comme les fourrages verts et fibreux, une composition très-variable. Leur titre en protéine brute varie surtout selon les conditions dans lesquelles les céréales ont été cultivées et récoltées (sol, climat, fumure, variété, degré de maturité, année plus ou moins favorable, etc.). Le froment et l'avoine paraissent être plus sensibles à ces influences que le seigle et l'orge. La substance sèche du froment renferme 10 et jusqu'à 24 p. c. de protéine brute. D'après des observations récentes faites à Poppelsdorff, la teneur en protéine d'une variété de froment, qui était de 16.3 p. c. (chiffre déjà élevé) lorsqu'il avait été cultivé sans fumure, a été portée : à 17.6 p. c. sous l'influence d'une abondante application de superphosphates, à 21.4 p. c. par l'emploi de combinaisons azotées solubles (sels ammoniacaux et nitrates), et à 22.4 p. c. par l'action d'un mélange de phosphates et de sels azotés; simultanément, la teneur moyenne en protéine de la

paille s'élevait, respectivement, à 3.4, à 3.7 et à 5.2 p. c. Dans d'autres expériences, l'influence de la fumure sur la composition chimique des produits a été beaucoup moins prononcée; d'autres facteurs, tels que la nature du sol, les conditions de la saison, etc., peuvent, d'ailleurs, augmenter ou atténuer les effets de l'engrais, voire même les annihiler complètement. Cependant, en règle générale, on obtiendra des grains plus riches en azote si les céréales sont cultivées en terres fertiles et copieusement fumées et non dans des sols possédant une constitution opposée ou moyenne.

L'expérience directe n'a pas, jusqu'ici, fourni de données sur la digestibilité du froment et du seigle. Par analogie avec d'autres grains, on peut admettre que, lors de leur utilisation dans l'alimentation des animaux domestiques, une proportion de 90 à 95 p.c. de leur substance protéique et de 95 à 97 p. c. des corps extractifs non azotés sera digérée, pour autant que les autres conditions du régime soient judicieuses et que les grains présentés aux animaux soient convenablement préparés. Les recherches connues attribuent à la protéine brute et aux corps extractifs non azotés de l'avoine un coefficient de digestibilité commun, notamment le facteur 75; pour l'orge, ce coefficient serait, pour la première, de 79 et pour les corps extractifs de 90 p. c. ; pour le maïs, respectivement de 84 et de 93 p. c. Les nombres trouvés pour l'orge et le maïs ont été constatés lors de l'emploi exclusif de ces grains à l'alimentation

du porc; si donc il s'agissait du rationnement des ruminants, les coefficients cités devraient être considérés comme un minimum. Les *sons de froment et d'épeautre* ont été essayés dans l'alimentation du mouton; leurs principes nutritifs sont digérés en proportion relativement élevée, notamment dans le rapport de 78 p. c. pour la protéine brute et de 82 p. c. pour les corps extractifs non azotés. Il est reconnu que, généralement, le son employé dans l'engraissement du porc n'exerce pas un effet nutritif particulièrement favorable; il est donc à supposer que cet animal le digère moins complètement que les ruminants.

La teneur en azote de l'avoine est aussi inconstante que celle du froment; elle dépend surtout de l'épaisseur de l'enveloppe du grain et du poids de celle-ci proportionnellement à celui du noyau farineux. Ce dernier est généralement assez riche en azote et il se distingue surtout par un haut titre en graisse (5 à 6 p. c.). La qualité de l'avoine n'est pas toujours dans un rapport direct avec le poids qu'elle présente sous un volume donné; il n'est pas douteux que, lors de l'achat de fortes quantités de cette importante denrée alimentaire, il serait très-avantageux de doser exactement au moins sa richesse en azote; car, à identité de composition pour les autres corps, l'effet nutritif de l'avoine doit essentiellement dépendre de la teneur en cet élément. L'orge est, en général, plus pauvre en azote que les grains des autres céréales de la grande culture; cette infériorité

rité relative est d'autant plus prononcée, que le grain d'orge est mieux rempli et plus régulier. La teneur en azote du sarrazin et du maïs est plus faible encore, quoique l'on constate aussi, pour ces grains, de notables variations. D'autre part, cependant, le maïs est riche en substance grasse (5 et jusqu'au delà de 9 p. c.), ce qui explique partiellement la bonne réputation dont ce grain jouit pour les opérations d'engraissement en général, mais notamment dans l'engraissement du porc. On a constaté que le maïs est un bon aliment pour les chevaux de travail ; il est utile alors de lui associer une faible quantité de féveroles concassées, afin d'introduire dans la ration des proportions suffisantes d'albumine et de graisse, qui sont les principes les plus indispensables à la production de la force.

La *drèche de brasserie* renferme environ 24 p. c. de substance sèche et elle possède un rapport nutritif qui lui assigne une place élevée dans l'échelle des aliments ; elle est, en effet, très-riche en substance albuminoïde digestible. La drèche dégage une odeur aromatique qui semble plaire aux animaux ; cet aliment rend d'excellents services dans l'engraissement, ainsi que pour la production du lait. Les résidus obtenus dans la fabrication de l'amidon extrait du froment sont formés par du gluten ; ils constituent un très-bon aliment pour les porcs à l'engrais. Le commerce les livre actuellement sous forme de grumeaux plus ou moins volumineux, secs et friables, état sous lequel ils sont recherchés par

les moutons, et pour l'engraissement desquels on en obtient d'excellents effets lorsqu'on associe ces déchets à des nourritures pauvres en azote. Enfin, les *germes d'orge* maltée livrent un aliment très-estimé dans l'entretien du jeune bétail et des vaches laitières, ainsi que dans l'engraissement ; eu égard à leur composition chimique et à leur effet nutritif, ils se rapprochent, à la fois, des semences légumineuses et des tourteaux de graines oléagineuses.

2. La teneur en corps protéiques des *graines de légumineuses* varie dans des limites moins étendues que celles des graines de céréales ; elle oscille entre 22 et un maximum de 30 p. c. de la substance sèche ; les féveroles, et spécialement les vesces, sont d'ordinaire un peu plus riches en azote que les pois. Les *lupins* seuls font exception, particulièrement les grains du lupin jaune, dont la substance sèche a révélé une teneur en corps protéiques s'élevant à 32 et jusqu'à 43 p. c. Le lupin possède une saveur amère particulière, à laquelle le mouton seul s'habitue facilement ; cet aliment n'est guère, sinon nullement, goûté par les autres espèces domestiques. Comme cette plante croît vigoureusement dans les sols sablonneux et arides, comme aussi ses graines ont une valeur vénale faible relativement à leur titre en azote et que l'on pourrait ainsi les introduire avantageusement dans l'alimentation du bétail en général pour réaliser un rapport nutritif favorable, on s'est efforcé, en divers endroits, de leur enlever le prin-



cipe âcre qu'elles renferment. On y arrive en soumettant les grains à une torréfaction énergique, suivie de lavages répétés à l'eau froide ou, ce qui est préférable encore, au moyen d'eau légèrement acidulée par l'acide chlorhydrique. Dans ce dernier cas, la masse de grain lessivée doit être aussi soumise à une ébullition dans l'eau pendant laquelle on a soin de neutraliser l'acide employé par une addition de soude. Mais cette opération, d'une application difficile sur une grande échelle, entraîne une déperdition considérable de principes nutritifs; ainsi, lors d'un traitement à l'eau froide légèrement aiguillée d'acide, suivi de lavages répétés du grain, on a constaté que la perte était déjà de 7.3 p. c. de substance protéique et de 6.3 p. c. en corps extractifs non azotés.

La moyenne de six expériences distinctes, faites, à Hohenheim, sur des moutons nourris au moyen de *féveroles concassées*, a accusé, pour ces graines, un coefficient de digestibilité s'élevant à 95, tant pour la substance protéique que pour les corps extractifs non azotés. À Möckern, dans l'alimentation de vaches laitières, on a constaté seulement le facteur 81; à Weende, l'essai sur des bœufs a fourni le taux 84 pour la substance protéique. Les *pois égrugés*, employés exclusivement, à Hohenheim, dans l'alimentation du porc ont donné, pour la substance protéique, le coefficient 85 et, pour les corps extractifs non azotés, le facteur 95. Enfin, on a déduit, à Dahme, de quelques expériences sur des moutons nourris

avec des graines de lupin et de la paille de seigle, les coefficients de digestibilité 97 et 81 pour les mêmes principes. Toutes les observations établissent que la digestibilité des fruits des légumineuses est relativement élevée et que l'on peut, en moyenne, du moins pour les féveroles et les pois, admettre que 90 p. c. de leur teneur totale en substance protéique et 95 p. c. de la proportion des corps extractifs non azotés sont susceptibles de digestion.

3. *Graines oléagineuses et tourteaux.* — Les semences oléagineuses, parmi lesquelles celle de lin renferme 25 et jusqu'à 40 p. c. et celle de colza de 35 à 45 p. c. d'huile pure, sont rarement utilisées dans l'alimentation. Cependant, il serait parfois avantageux d'y recourir en adoptant un mode d'emploi convenable; il n'est pas rare de tirer, par ce moyen, un parti très-rémunérateur de graines récoltées avant leur complète maturité et qui contiennent alors une proportion d'huile relativement faible, soit à peine 25 p. c. Par cette intervention, on peut élever sensiblement l'effet nutritif général d'un fourrage pauvre en substance grasse, qu'il s'agisse de jeune bétail, de vaches laitières ou d'animaux à l'engrais; assurément, il importe d'éviter une exagération de la quantité de graisse introduite dans la ration, car elle provoque facilement des désordres digestifs, surtout chez les ruminants.

Bien qu'il n'ait pas été, jusqu'ici, entrepris d'expériences spéciales sur la digestibilité des *graines oléagineuses*, il est à supposer que, lors d'un emploi

judicieux, elle pourrait atteindre le degré qui a été reconnu aux tourteaux provenant de leur travail industriel. Nous possédons actuellement des données exactes sur la digestibilité des tourteaux de lin, de coton, de palme et de noix de coco. Les nombres indiqués au tableau pour les *tourteaux de lin* sont les résultats moyens déduits de nombreuses recherches faites, à Hohenheim sur des moutons, à Halle sur des chèvres, et à Möckern sur des bœufs, et dont les résultats, considérés isolément, sont très-concordants. Quelques essais tentés, à Dresde sur des moutons, et à Möckern sur des vaches, au sujet de la digestibilité des *tourteaux de colza*, ont accusé, pour la substance protéique ainsi que pour les corps extractifs non azotés, le nombre 80, tandis que des recherches entreprises récemment à Möckern, sur des bœufs, ont fourni les nombres 86 pour la première et 75 pour les autres. J'ai provisoirement admis le coefficient 80 pour la protéine brute, mais je le considère comme trop élevé encore, parce que les tourteaux ayant servi dans les expériences montraient une teneur exceptionnelle en azote (leur substance sèche renfermait, en moyenne, 37.6 p.c. de protéine brute); le facteur trouvé peut donc être légèrement supérieur à celui que l'on obtiendrait au moyen des qualités ordinaires de tourteaux.

La digestibilité des *tourteaux de graine de coton* a été examinée, à Hohenheim, dans l'alimentation du mouton. Il est à observer que les tourteaux employés n'avaient été que partiellement débarrassés des frag-

ments de leurs enveloppes épaisses et coriaces, ainsi que l'indique leur faible teneur en cellulose brute (27.6 p. c. ) ; néanmoins, la faible digestion qu'ont subie les corps extractifs non azotés, relativement aux autres variétés de tourteaux, est frappante. Les coefficients assignés aux *tourteaux de noix de coco* sont seulement déduits de recherches opérées, à Hohenheim, sur des porcs ; quant aux tourteaux de *noix de candlenuts*, qui sont les plus riches en azote (leur substance sèche renferme 58 p. c. de protéine brute), les porcs ont obstinément refusé de les consommer, malgré un jeûne de trois jours et le mélange de l'aliment essayé à une quantité d'orge concassée ; le même fait s'est produit pour les moutons. Ces observations sont en opposition avec celles recueillies ailleurs en opérant sur des bœufs, lesquels en consommaient volontiers ; ces expériences sont donc à renouveler. Nous ne possédons, au sujet du *tourteau de palme*, que les résultats d'une expérience faite à Möckern, d'après laquelle un bœuf aurait digéré complètement ce fourrage (protéine brute digérée 100 p. c., corps extractifs non azotés, 92 p. c.).

4. L'aliment le plus concentré, utilisé par l'agriculture, nous est fourni depuis peu par l'Amérique : il est connu dans le commerce sous le nom de *farine de viande* et se distingue par sa richesse en azote et sa facile digestion. Ce sont les résidus, desséchés et intimement mélangés par le broyage, de la fabrication industrielle de l'extrait de viande ; séchés à l'air, ils contiennent 10 à 13 p. c. d'humidité.

dité et, lorsqu'ils sont entièrement privés d'eau, ils renferment 82 à 83 p. c. de substance protéique et 13 à 14 p. c. de graisse. Dans quelques essais d'alimentation auxquels ce produit a été soumis, à Hohenheim, en opérant sur des porcs et en le donnant à raison de 0,250 kil. à 0,500 kil. par jour et par tête, en mélange avec des pommes de terre, il a été constaté que 96 p. c. de la substance protéique, 84 p. c. de la graisse et 94 p. c. de la substance organique totale subissaient la digestion et la résorption. On comprend facilement que, si ces déchets possèdent un degré de digestibilité aussi marqué, ils doivent manifester une action nutritive supérieure, spécialement lorsqu'on les introduit à faible dose dans la ration, par exemple à raison de 0,250 kil. par jour et par tête, en addition à d'autres fourrages peu azotés, notamment avec la pomme de terre. Les mêmes effets s'obtiendraient cependant par son adjonction à l'orge ou au maïs concassé; il est à peine nécessaire de signaler que, dans toutes ces combinaisons alimentaires, il importe de réaliser un rapport nutritif général en coïncidence rationnelle avec le but poursuivi. En effet, il n'est pas admissible, ainsi qu'on l'a prétendu, que la farine de viande puisse déterminer, dans toutes les circonstances, une augmentation fixe et régulière du poids vif et qu'il soit indifférent de l'employer à l'exclusion de tous autres aliments ou de l'introduire dans la ration concurremment avec de plus grandes proportions d'autres fourrages. Abstraction

faite, d'abord, de ce fait, que de jeunes porcs nourris au moyen d'aliments très-riches en azote et facilement digestibles sont souvent atteints d'affections dangereuses, l'albumine du fourrage ne peut, en général, déterminer un effet nutritif supérieur que jusqu'à une certaine limite; au delà de celle-ci, l'excédant absorbé n'agit guère autrement, sur l'accroissement du poids vivant, qu'à la façon d'une égale quantité en poids de principes nutritifs non azotés. Le cas observé à Dresde, d'une augmentation en poids vif des animaux s'élevant à 1 kil. par kilogramme de farine de viande consommé, lors d'un régime consistant exclusivement en cette dernière, n'est, tout au plus, réalisable que pendant un temps très-court et aussi longtemps que les animaux sont encore très-jeunes, par exemple pendant la période où ils passent d'un poids vif de 25 kil. à celui de 45 kil.; pour des sujets plus âgés et plus pesants, un tel effet est irréalisable et même, dans le jeune âge des animaux, le succès sera meilleur et plus assuré si la farine de viande est mélangée, en faible proportion, à d'autres aliments judicieusement choisis. Quoi qu'il en soit, la farine de viande constitue un aliment qui, au point de vue pratique, est d'autant plus précieux qu'il permet de disposer les animaux à ingérer de plus grandes masses alimentaires, spécialement des pommes de terre. Quelques expériences, exécutées particulièrement à Hohenheim, ont donné, sur ce point aussi, quelques indications. Jusqu'ici, la farine de viande n'a pas été essayée dans l'alimen-

tation d'autres espèces que le porc, les moutons ont d'abord refusé de s'en nourrir; toutefois, les essais d'alimentation tentés sur eux ne sont pas terminés. Les vendeurs de ce produit y mélangent ordinairement une proportion de sels nutritifs essentiels — et cela sous forme de phosphate de soude et de chlorure de potassium — correspondant à celle qui a passé dans l'extrait de viande lors de la fabrication; mais cette opération élève le prix d'un produit déjà relativement cher : elle devrait donc être abandonnée, d'autant plus que la farine de viande, judicieusement employée, n'est mise en consommation qu'associée à des aliments contenant déjà l'acide phosphorique et la potasse en quantité généralement suffisante.

5. Les *hannetons* forment aussi un aliment approprié aux besoins du porc; ils possèdent une composition et une action nutritives comparables à celles de la farine de viande; leur substance sèche renferme presque la même quantité de graisse et pas beaucoup moins d'azote. Mais ce dernier élément y existe en partie sous forme de *chitine*, substance qui paraît complètement indigestible, de manière qu'une proportion d'environ 62 p. c. de l'azote total est réellement digérée, tandis que le coefficient de digestibilité de la substance grasse atteint presque celui de la farine de viande, notamment le taux 83. Ces chiffres ont été obtenus par l'expérience directe à Hohenheim; les hannetons avaient été préalablement torréfiés, grossièrement déchirés et broyés au

moyen d'une râpe à pommes de terre de distillerie. Ils furent introduits avec succès dans la nourriture des porcs, à la dose de  $\frac{1}{3}$  à  $\frac{1}{2}$  du poids de la ration totale, laquelle comportait aussi une certaine quantité d'orge concassée. A l'état frais, les hannetons possèdent une teneur en substance sèche variant de 29 à 30 p. c.; sous cette forme, les porcs les dévorent volontiers. Pour en tirer tout le parti possible, il faut les conserver jusqu'à l'automne suivant; de nouvelles recherches feront connaître la meilleure méthode à employer dans ce but. Les essais d'alimentation prérappelés ont été entrepris en hiver au moyen d'insectes desséchés, puis réduits en poudre grossière conservée dans des vases fermés. La masse pulvérulente et sèche est peu hygroscopique et se conserverait même pendant longtemps, à l'air libre, s'il n'y apparaissait bientôt une multitude de larves. Il sera probablement aisé d'éviter cet inconvénient par l'emploi de quelques précautions, telles que l'introduction du sel marin ou de toute autre substance antiputride. En tous cas, les hannetons méritent d'attirer l'attention à titre d'aliment intensif pour l'espèce porcine; 300 kil. d'insectes frais donnent 100 kil. d'aliment desséché à l'air et dosant, alors, de 10 à 12 p. c. d'humidité.

6. Relativement aux *bas-produits de laiterie* livrés à la consommation, nous ne nous arrêterons qu'au petit-lait, dont on tire surtout parti pour nourrir les porcs. Le *petit-lait* provenant de la fabrication du fromage renferme généralement encore 1 p. c. de



substance protéique, 4 à 6 p. c. de sucre de lait et 0.3 à 0.6 p. c. de graisse; le rapport nutritif n'est donc pas élevé, quoique variable suivant que l'épuisement du lait en corps albuminoïdes a été plus ou moins parfait. Ces bas-produits, d'ailleurs très-appâtés par les porcs, sont fort nourrissants, spécialement si l'on a soin de corriger leur dilution excessive par l'adjonction d'orge égrugée; maints aliments peu recherchés par ces animaux, tels que le son et l'avoine concassée, paraissent gagner en pouvoir nutritif par une addition de lait de fromage. Le *lait écrémé* est supérieur à ce dernier; les éléments nutritifs s'y présentant dans un rapport élevé, il peut permettre une plus complète utilisation de grandes quantités de pommes de terre et d'autres aliments peu azotés. Quant au lait pur, on doit le considérer comme étant absolument et facilement digestible; ce n'est que lorsqu'il est donné seul qu'une certaine quantité, surtout la substance albuminoïde, échappant à la digestion et n'étant pas résorbée, peut être évacuée avec les excréments solides.

#### C. — TUBERCULES ET RACINES.

Les racines et les tubercules constituent des fourrages extensifs qui, consommés en trop fortes quantités et d'une manière soutenue, exercent facilement une influence débilitante sur l'appareil digestif entier. On atténue beaucoup ce dernier inconvénient, du

moins pour la pomme de terre, à l'aide de la cuisson; les porcs, notamment, peuvent en supporter et digérer d'énormes quantités si l'on a soin, par une faible addition d'aliments très-azotés, de rapprocher convenablement les deux termes du rapport nutritif dans la ration totale. Les ruminants recherchent aussi les racines; celles-ci produisent d'excellents effets dans la production du lait et dans l'engraissement, voire même dans l'alimentation du jeune bétail, lorsqu'elles sont offertes, en mélange convenable, avec des fourrages fibreux et des aliments concentrés. Dans ces divers cas, l'action bienfaisante des racines s'observe notamment lorsque la quantité de substance sèche qu'elles renferment ne dépasse pas le quart de celle contenue dans le fourrage fibreux consommé simultanément. Dans cette limite, la pomme de terre et la betterave sont presque entièrement digestibles; leurs corps extractifs non azotés sont utilisés dans la proportion de 96 à 98 p. c., et la dépression qu'éprouve la protéine du fourrage fibreux n'est plus qu'insignifiante (comparez page 167).

1. La composition de la *pomme de terre* dépend, à un haut degré, d'une série de conditions, telles que le sol, la fumure, la variété, les intempéries des saisons, etc. Sa teneur en substance sèche varie de 18 à 30 p. c., celle en corps albuminoïdes de 1.3 à 4.5 p. c. et la proportion de fécule de 12 à 27 p. c. Plus une pomme de terre est riche en fécule et plus elle est, d'ordinaire, pauvre en substance albuminoïde;

plus elle est aqueuse et plus la teneur centésimale en fécule fléchit, tandis que, habituellement, la teneur en corps protéiques s'élève alors progressivement, comme aussi celle en matières minérales. C'est ce que l'on apprécie bien facilement en comparant la substance sèche totale des tubercules à la composition centésimale. Lorsque la pomme de terre s'est développée normalement, elle renferme au moins 25 p. c. de substance sèche et le rapport nutritif est = 1 : 10 ou 12. La même variété de pomme de terre cultivée en sols argileux, humides ou en terrains d'alluvion très-fertiles renferme beaucoup moins de fécule, mais le tubercule est, par contre, notablement plus riche en azote que lorsqu'il est originaire de terres sablonneuses ou de sols argilo-sablonneux qui lui assurent une parfaite maturité. Les terrains argileux riches en humus produisent parfois, relativement aux sols sablonneux, de très-gros tubercules, mais qui sont d'une moindre teneur en fécule que ceux de dimensions moyennes provenant des mêmes sols. Les différences dans le titre en fécule dues aux dimensions des tubercules s'effacent à mesure que le sol se rapproche, par sa constitution physique, des terres sablonneuses ou argilo-sablonneuses; ainsi, la richesse en fécule des produits de ces dernières augmente souvent avec le volume des tubercules, notamment si les petits exemplaires, à la suite de conditions atmosphériques anormales, ont déjà germé et n'ont pu ainsi atteindre leur complète maturité. L'influence de la fumure sur la qualité ou la composition

chimique des tubercules n'est pas moins bien établie; une expérience a, par exemple, montré que, pour une même variété de pomme de terre, le champ ayant reçu un mélange de potasse et de chaux, a livré des tubercules dosant 2.27 p. c. de substance protéique, tandis que ceux récoltés sur une portion voisine, fumée au moyen d'une abondante application de carbonate d'ammoniaque, en renfermaient 4.44 p.c. Cependant, la pomme de terre se comporte, sous ce rapport, comme toutes les plantes de grande culture : l'influence de l'engrais se modifie en raison des conditions de sol, de mode de culture, de l'action variable des intempéries, etc.; selon que ces dernières concourront à favoriser ou à entraver l'action de l'engrais, le rendement variera notablement en quantité et en qualité. J'ajouterai que la pomme de terre est riche en potasse et qu'elle renferme une assez forte proportion d'acide phosphorique, tandis qu'elle est très-pauvre en chaux et en soude; il importe de tenir compte de cette constitution dans la production du lait et, plus encore, s'il s'agit de l'alimentation d'animaux jeunes et dans une période de rapide accroissement.

2. Outre la pomme de terre, nous n'avons guère à considérer, parmi les plantes à tubercules, que le *topinambour*, qui, d'ailleurs, est peu cultivé sur une grande échelle. Ses tubercules sont plus aqueux, mais plus riches en substance protéique que ceux de la pomme de terre; leur rapport nutritif moyen ressort = 1 : 8. Nous avons déjà mentionné que les feuilles

et les jeunes pousses des tiges de topinambour sont recherchées par les moutons.

3. Toutes les *plantes-racines* autres que celles à tubercules se caractérisent, comme nous l'avons vu, par cette circonstance, que leur substance extractive non azotée renferme, à titre de corps dominant, du sucre, ainsi qu'une forte proportion de pectine (gélatine végétale); quelques-unes cependant contiennent aussi des quantités assez importantes d'amidon, par exemple la carotte. La pectine est facilement digérée, du moins par les ruminants, ainsi que d'anciennes expériences de Salzmünde l'ont démontré. De nombreuses expérimentations, faites à Hohenheim sur des moutons, confirment ce fait; on a observé, même lors d'une copieuse ration de racines, qu'une proportion de 98 p. c. de la quantité totale des corps extractifs non azotés subissait la digestion. L'effet nutritif de la pectine doit donc, concordant ainsi avec sa composition élémentaire, être semblable à celui du sucre et de l'amidon. Le rapport entre les éléments nutritifs azotés et les substances non azotées est ordinairement plus resserré dans les betteraves que dans les pommes de terre; c'est ce qui explique vraisemblablement, en majeure partie, le fait déjà signalé (page 171) que la dépression qu'éprouve la digestion de la protéine brute du fourrage fibreux n'est pas aussi prononcée par une addition de betteraves que par une quantité égale de substance sèche, offerte sous forme de pommes de terre. Cependant cette cause n'est pas la seule, ainsi que le montrent

les résultats des essais d'alimentation faits, à Hohenheim, sur la betterave à sucre (rapport nutritif = 1 : 11).

On observe, dans toutes les plantes-racines, que la teneur en eau augmente avec la dimension ou avec le poids de la racine ; la quantité totale de la substance sèche diminue donc dans le même rapport. Plus le sol est fertile, plus il a été fumé, notamment à l'aide d'engrais de ferme, et plus la teneur de la substance sèche en corps protéiques s'élève. Les diverses plantes-racines se comportent toutefois un peu différemment à cet égard ; ainsi, le rapport nutritif moyen de la betterave fourragère et de la carotte est = 1 : 7 ou 8 ; pour le rutabaga, il est = 1 : 6 et il atteint même souvent, pour le navet obtenu sur forte fumure, la proportion de 1 à 5 ou de 1 à 4. De toutes ces racines, la betterave sucrière est la plus pauvre en azote, mais c'est aussi la plus riche en substance sèche totale, du moins lorsqu'elle a réussi au gré des fabricants de sucre ; si la racine est volumineuse, si elle pèse plus d'un kilogramme, ainsi que cela arrive lorsqu'elle a été récoltée sur fumure fraîche et abondante ou lorsque l'écartement entre les plantes était plus grand, sa composition se rapproche de celle de la betterave fourragère. Au surplus, il faut signaler ici que le dosage de la teneur en azote des betteraves a fréquemment accusé des nombres exagérés, parce qu'on n'a pas toujours remarqué que, très-souvent, une fraction nullement insignifiante de cet élément y existe à l'état de nitrates ; or, cette

fraction ne doit pas être considérée comme se rapportant à de la matière protéique. Telle est peut-être la cause de la divergence que l'on a parfois constatée, lors de l'usage alimentaire des betteraves, entre l'effet nutritif réel et celui que l'on pouvait en attendre, eu égard à la quantité et à la composition chimique de leur substance sèche.

La saveur et même, suivant l'avis des praticiens, l'effet nutritif des diverses racines fourragères sont, à égalité de richesse en substance sèche et de rapport nutritif, extrêmement variables. Les plus estimées sont les carottes, auxquelles on prête, plus qu'à toutes les autres, une influence hygiénique favorable, notamment celle de diminuer la pléthore sanguine; c'est pourquoi on les administre volontiers, en petites quantités, aux animaux de tout âge et surtout aux chevaux, lorsque ceux-ci sont soumis d'une manière soutenue à un régime très-azoté. Le rutabaga doit aussi constituer un aliment plus nutritif que la betterave fourragère; l'essai direct n'a pas, jusqu'ici, résolu cette question, mais on sait (page 79) qu'une combinaison alimentaire trop aqueuse doit être évitée lorsqu'il s'agit de bétail jeune ou à l'engrais et qu'elle convient mieux, jusqu'à une certaine limite, aux vaches laitières. Il est également reconnu que, sans avoir à en redouter des suites fâcheuses, un fourrage très-azoté peut présenter une constitution plus aqueuse qu'un aliment pauvre en azote.

4. La distillation de la pomme de terre a pris une grande importance dans les exploitations dont le

sol est favorable à cette plante, parce que les *résidus* de la fabrication permettent de retirer du produit un effet nutritif général tout aussi élevé et même supérieur à celui qui résulterait de la consommation en nature du tubercule. En effet, pour utiliser celui-ci à l'état naturel, aussi complètement que possible, il faudrait acquérir de fortes quantités d'aliments riches en azote, attendu que ces derniers, dans les terres où le sable prédomine, ne peuvent être récoltés à la ferme en proportions suffisantes; la production du lupin, si l'on s'adonne à cette culture, ne constitue qu'un palliatif, à cause de son emploi borné. Au contraire, les résidus de la distillation des pommes de terre permettent une alimentation rationnelle, sans le secours d'importations du dehors, parce que le rapport nutritif qui distingue leurs éléments constituants en assure non-seulement la digestion et la résorption complètes, mais aussi une meilleure utilisation des aliments peu azotés, tels que les pailles et les balles, qu'on leur associe. Il n'est pas sans intérêt de mentionner également, en faveur du traitement industriel, que, par la distillation, tous les éléments nutritifs enlevés au sol par la culture restent dans l'exploitation, puisque la totalité de la substance azotée et des matières minérales contenues dans la pomme de terre et dans le malt qui y est joint lors de la macération passe dans les vinasses. On comprend donc aisément les causes du brillant essor qu'ont montré les domaines ruraux des districts sablonneux propres



à la culture de la pomme de terre; ils ont pu, grâce à la distillation, passer à un système cultural intensif et être exploités beaucoup plus avantageusement. A un point de vue absolu, la masse totale en éléments nutritifs de la pomme de terre subit assurément une perte, par suite de la transformation de la fécule en alcool; mais la déperdition est à peine saisissable pour la ferme; en effet, généralement on dispose alors d'autres ressources alimentaires non azotées, qui, en s'associant aux autres restes du tubercule persistant dans les résidus, manifestent une action nutritive supérieure d'autant.

Les résidus ordinaires des distilleries de pommes de terre renferment, selon l'état de dilution du moût, 5 et jusqu'à 8 p. c., au maximum, de leur poids de substance sèche; le rapport nutritif est = 1 : 3 jusqu'à = 1 : 4. Par le nouveau procédé de macération de Hollefreund, lequel assure un épuisement plus complet de la matière première, un mélange plus intime et une fermentation plus énergique, les résidus sont plus appauvris en matière sèche (il en reste 4.5 et jusqu'à 6 p. c.); mais, par contre, le rapport nutritif est corrélativement supérieur, il ressort = 1 : 2.5 jusqu'à 3. Il faut aussi observer que les résidus de la distillation des pommes de terre contiennent, en général, une proportion importante de matières minérales (0.5 jusqu'à 0.7 p. c.) et de cellulose brute (0.6 à 1.0 p. c.).

Ces résidus sont consommés avec succès par tous les animaux domestiques, mais ils conviennent spé-

cialement au bétail adulte, aux vaches, aux bêtes à l'engrais et aux bœufs de travail. Il ne faut les donner qu'avec circonspection et en faibles quantités aux moutons, aux porcs et surtout aux chevaux. Il est à peine nécessaire d'ajouter que les résidus des distilleries de pommes de terre étant semi-liquides, il est indispensable d'offrir simultanément aux animaux une quantité suffisante de nourriture sèche ou plus consistante. Une consommation trop abondante et exclusive de ces résidus détermine l'énervation de tout l'organisme et peut finalement provoquer des maladies dangereuses. Plusieurs expériences dont les suites ont été funestes doivent engager à redoubler de prudence dans l'usage alimentaire de ces produits.

Les *résidus de la distillation du seigle et du maïs* ont une valeur nutritive supérieure encore à celle des précédents; les grains employés fermentant moins complètement que la pomme de terre, il en résulte que les déchets de fabrication sont plus riches en matière sèche. Par contre, les *résidus de la distillation des mélasses* constituent un très-mauvais aliment; on ne peut les faire consommer qu'en mélange, dans la proportion de 1/3 de ces résidus pour 2/3 de résidus de pommes de terre. Leur teneur en substance sèche est cependant assez forte (8 à 10 p. c.), mais leur richesse en sels minéraux (environ 2 p. c.) paraît avoir une influence nuisible; du reste, leurs éléments organiques non azotés, de même que leurs éléments azotés ont une valeur nutritive très-con-

testable et ils ne sont nullement, sous ce rapport, à comparer aux substances albuminoïdes et aux hydrates de carbone purs.

5. Les *déchets alimentaires* provenant des *fabriques de sucre de betterave* sont utilisés comme fourrages partout où l'occasion s'en présente. Leur composition est très-variable, selon les systèmes d'extraction du sucre. Les *pulpes* obtenues dans l'ancien système de presses renferment, au minimum, 30 p. c. de substance sèche; leur rapport nutritif est = 1 : 10 jusqu'à 12, parfois même inférieur encore. La même relation existe entre les substances nutritives des *résidus* fournis par le système d'extraction du jus au moyen de *la force centrifuge*, mais ils ne contiennent qu'environ 18 p. c. de matière sèche. La composition des résidus originaires des usines qui emploient la *diffusion* est entièrement différente, surtout si la betterave, au lieu d'être réduite en bouillie pour la fabrication, est découpée en lanières minces (*schnitzel*) traitées par de l'eau modérément chauffée, de manière à céder leur sucre par diffusion, tandis que les corps albuminoïdes, difficilement diffusibles, restent, en grande partie, dans les résidus. Dans ce dernier cas, les termes du rapport nutritif se rapprochent notablement (= 1 : 5.5 jusqu'à 6.5), ce qui augmente leur valeur alimentaire. Il est fâcheux que le *schnitzel* de diffusion, fraîchement épuisé, soit si gorgé d'eau; il ne renferme alors que 5.5 p. c. de substance sèche. Un pressage modéré élève sa teneur en matière

sèche jusqu'à 7 p. c.; si le pressage est plus énergique, mais malheureusement aussi plus coûteux, elle peut être portée à 9.5 et même jusqu'à 14.5 p. c. Les *schnitzel* de diffusion perdent encore une plus forte proportion d'eau lorsqu'on les abandonne, pendant plusieurs mois, à la fermentation dans des bassins appropriés; la déperdition en substance sèche est alors faible, ainsi que les expériences de Weende l'ont démontré, surtout si la pulpe a, préalablement à la mise en fermentation, éprouvé un pressage. Les *schnitzel* non pressés et soumis à la fermentation pendant plusieurs mois ont révélé une teneur en matière sèche s'élevant à 8.0 p. c., au lieu de 5.4 p. c. à la mise en silo; quand ils avaient subi un pressage modéré avant l'ensilage, ils dosaient 6.8 p. c. de substance sèche, proportion qui s'élevait à 13.7 p. c. par une conservation de quelques mois. Il est donc utile de débarrasser les *schnitzel* d'une partie de leur excès d'eau avant de les emmagasiner, ce qui les préserve, d'ailleurs, de l'altération. Les *schnitzel* de diffusion, convenablement associés à d'autres nourritures, constituent un aliment savoureux et convenable pour tous les animaux domestiques; leur effet favorable n'est guère aussi prononcé lorsqu'on les utilise à l'état frais.

---

## SECTION III.

### LE RATIONNEMENT DES ANIMAUX DOMESTIQUES.

---

#### CHAPITRE IX.

##### Considérations générales.

Les lois de la nutrition animale sont essentiellement les mêmes pour toutes les espèces mammifères ; elles livrent donc aussi une base solide et pratique à l'alimentation des animaux domestiques. Les diverses espèces animales se distinguent entre elles uniquement par la nature des aliments qu'elles consomment et non par la variété de caractère des principes nutritifs ou par l'action générale de ceux-ci sur l'organisme. L'appareil digestif si compliqué des herbivores et surtout des ruminants possède la faculté de rendre soluble la cellulose, c'est-à-dire un hydrate de carbone, tandis que les carnivores la digèrent difficilement et qu'ils ne la digèrent aucunement lorsque l'âge l'a durcie ; par cette aptitude, les herbivores ont aussi l'avantage de dégager du tissu d'aliments riches en cellulose l'amidon, l'albumine, etc., qui le pénètrent. Mais, du moment que les éléments

ayant un rôle nutritif pour tous les animaux sont parvenus dans la circulation des fluides, l'action qu'ils exercent et les phénomènes de décomposition qu'ils éprouvent sont partout identiques, qu'il s'agisse d'herbivores ou de carnivores; incontestablement, la somme des résultats qui en sont la conséquence est inégale, parce que les divers éléments nutritifs sont introduits dans l'économie en quantités variables, et cependant, suivant les cas, elle peut être uniforme pour les uns et les autres : en effet, si les circonstances le permettent, l'animal carnivore absorbe, digère et résorbe autant d'hydrates de carbone que l'animal herbivore (page 71).

Dans la fixation des quantités d'éléments nutritifs réclamées par la ration, aussi bien que dans la détermination du rapport à maintenir entre elles chaque jour, en raison du but de l'entretien du bétail, il ne peut évidemment s'agir que des corps constituants du fourrage qui sont réellement *digestibles*. On doit désormais abandonner le mode de calcul, usité jusqu'ici, uniquement fondé sur la richesse du fourrage en protéine brute : la connaissance des lois de la digestion et de la nutrition l'a condamné. Lorsqu'on s'est formé une idée claire des résultats des recherches modernes et que l'on veut en tirer parti pour fonder et guider l'alimentation des animaux domestiques, on ne peut plus calculer qu'en se basant sur les composés réellement nutritifs; par là, toutes les données du problème se simplifient beaucoup, parce qu'il n'est plus nécessaire de se livrer à des

suppositions de tous genres et d'assigner fréquemment des valeurs inégales aux éléments de mêmes noms existant dans le fourrage fibreux ainsi que dans l'aliment additionnel. Par ce système opératoire, il n'y a plus à considérer, dans l'alimentation du bétail, que deux classes essentielles de corps nutritifs organiques : ce sont l'*albumine* et les *hydrates de carbone*, ou bien les *substances nutritives azotées* et les *substances nutritives non azotées*. La totalité des dernières est, en ce qui concerne leur composition et leur pouvoir nutritif, à peu près semblable à l'amidon, particulièrement lorsque la graisse du fourrage — pour autant qu'elle soit digérée — a été ramenée à son équivalent en amidon. Néanmoins, nous isolerons toujours l'élément graisse dans les formules de rationnement, en indiquant les chiffres qui s'y rapportent, bien qu'il soit encore impossible, à cause du petit nombre d'expériences directes, d'ailleurs contradictoires dans leurs résultats, qui ont été faites sur ce corps, d'arrêter, avec quelque certitude, les quantités de graisse les plus convenables à livrer aux animaux pour chaque destination. On sait seulement qu'en général la graisse originaire de la nourriture se dépose plus facilement dans l'économie animale que celle provenant de la décomposition de l'albumine résorbée ou de toute autre source de production ; on sait aussi que la graisse puisée dans la nourriture détermine une action favorable comme aliment respiratoire concentré, tandis qu'on peut la remplacer facilement par des hydrates de carbone,

dans les fonctions qu'elle remplit lors de la décomposition et de la fixation de l'albumine. On peut donc admettre que la graisse existant dans la ration journalière joue un rôle direct important dans l'engraissement et dans la production du lait, comme aussi dans l'alimentation des animaux de trait et spécialement du cheval; on peut donc conclure aussi que, dans tous les cas où le but de l'alimentation exige un aliment proportionnellement riche en azote, il conviendrait d'augmenter la quantité de graisse de ce dernier. Enfin, les formules de rationnement doivent aussi renseigner la *quantité totale de substance organique* contenue dans la ration journalière; par là, en même temps que l'on indique sa teneur en corps digestibles, on connaît, d'une manière générale, la composition totale du mélange alimentaire au point de vue de son volume et de son pouvoir nutritif, et l'on sait la part plus ou moins large qui a été faite aux aliments fibreux ou aux adjuvants concentrés. Il est toutefois à remarquer, relativement aux formules de rationnement, qu'il ne faut pas, dans la pratique, pousser la minutie au point de vouloir réaliser exactement les combinaisons proposées : celles-ci n'ont une grande portée que parce qu'elles peuvent servir de points de repère et qu'elles montrent rapidement les rapports nutritifs judicieux que l'on doit sans cesse posséder devant les yeux pour atteindre le succès relatif le plus élevé dans l'industrie du bétail.

Il nous paraît que le problème le plus essentiel de



l'étude de l'alimentation, celui que nous considérons comme le but de tous les efforts mis en œuvre dans ce domaine, doit consister à déterminer, en raison des buts divers de l'alimentation, les quantités d'éléments nutritifs les plus appropriées, ainsi que le rapport à établir entre elles dans la ration journalière. C'est à ce point de vue que nous nous plaçons pour l'examen qui va suivre. Tout ce qui concerne la sapidité ou un effet « spécifique » quelconque des fourrages est du ressort de l'observation pratique ou est à emprunter aux ouvrages sur la matière émanant des praticiens. Dans l'état actuel de la science, nous devons supposer que les mêmes éléments nutritifs — qu'ils soient originaires des fourrages fibreux, des aliments concentrés ou des plantes-racines — produisent sur l'organisme animal un égal effet nutritif du moment qu'ils ont été digérés et résorbés. Nous ne pouvons pas nous représenter, par exemple, que les corps albuminoïdes existant dans les fourrages verts et dans les fourrages fibreux puissent, à cet égard, dans des conditions entièrement identiques, se comporter autrement que les corps albuminoïdes qui, lors de la maturation de la plante, ont abandonné tous les organes du végétal pour se réfugier dans ses graines. Il peut assurément se présenter tel cas où l'augmentation de la saveur de l'aliment, certaine influence hygiénique qu'il manifeste sur l'appareil digestif ou sur le bien-être de l'animal déterminent momentanément un plus grand service fonctionnel que dans un autre cas ;

mais le praticien seul doit décider dans des questions de ce genre.

Nous n'avons pas, davantage, l'intention de discuter des questions d'un autre ordre, telles que les soins hygiéniques, l'installation des étables, l'ordre de distribution des aliments ou les diverses méthodes de préparation des fourrages. Nous supposons qu'elles sont connues et qu'elles ont été résolues en conformité du but à atteindre; ce n'est qu'alors, du reste, que l'on peut compter sur une parfaite utilisation des éléments nutritifs offerts dans le fourrage: ainsi, nous savons, par exemple, que le mode de préparation des aliments n'élève nullement leur digestibilité, mais seulement leur saveur, ce qui excite l'animal à absorber librement une plus forte somme de nourriture.

On établit ordinairement une distinction entre la *ration d'entretien* et la *ration de production*. Il n'est cependant pas toujours possible de tracer une démarcation bien tranchée entre elles; il s'agit seulement de considérer si le régime alimentaire est plus ou moins abondant et intensif, selon le but que l'on a en vue, et c'est à cet examen que nous allons nous livrer dans les considérations ci-après sur les rations normales.

On comprend facilement que, pour maintenir dans un état d'entretien moyen des animaux adultes laissés au repos à l'étable, il faut leur présenter, dans la ration journalière, une quantité minimum d'albumine et qu'on peut observer alors un écart plus grand

entre les deux termes du rapport nutritif que lors d'une alimentation de production. Dans ce dernier cas, ainsi que nous l'avons dit déjà, un *rapport nutritif moyen* entre les substances azotées et celles non azotées digestibles est le plus avantageux. Dans toute production de force, de chair, de graisse, de lait, de laine, etc., c'est l'albumine de la nourriture qui apparaît au premier rang, par son activité, en fournissant une part prépondérante ou même la totalité de la matière première exigée; les deux termes du rapport nutritif ne peuvent donc pas être trop écartés, sinon on s'expose à voir l'animal ne pas absorber dans la ration journalière, la proportion d'albumine rigoureusement nécessaire pour une production rémunératrice. Nous avons vu aussi (page 166) qu'un rapport nutritif trop lâche, dépassant une certaine limite, contribue toujours, et souvent à un très-haut degré, à réduire la digestion de la substance protéique du fourrage fibreux, ce qui tend derechef à diminuer la quantité absolue de protéine susceptible d'emploi dans les diverses productions. D'autre part, cependant, le rapport nutritif ne doit pas être trop resserré si l'on veut que le régime de production soit économique; dans ce cas, en effet, l'albumine de la nourriture renforce le courant albuminoïde intermédiaire; on élève alors la quantité d'albumine de circulation dans l'organisme, ce qui provoque souvent, sans résultat d'aucune utilité, un accroissement de décomposition de la substance albuminoïde, laquelle est cependant d'une haute valeur. Le résultat est

alors souvent plus défectueux encore que si les animaux avaient consommé moins d'albumine, c'est-à-dire qu'un régime plus coûteux a des conséquences moins favorables qu'une alimentation moins onéreuse. Il résulte de là qu'une alimentation rationnelle de production doit se mouvoir dans des limites assez étroites quant au rapport à maintenir entre les éléments nutritifs.

Les rapports nutritifs moyens les mieux appropriés aux besoins des animaux domestiques et, conséquemment aussi, donnant les meilleures garanties d'une production rémunératrice sont ceux de 1 : 4 jusqu'à 1 : 7. Si la ration renferme moins d'albumine que la quantité correspondante au rapport 1 : 6 jusqu'à 7, une proportion, même de cette faible quantité, n'est plus digérée ni résorbée ; souvent, en outre, une partie des corps nutritifs non azotés est expulsée du corps avec les excréments. Lorsque le rapport nutritif présente plus d'écart entre ses facteurs, le mélange alimentaire ne contient pas suffisamment de matière albuminoïde pour livrer rapidement et sûrement la production attendue ; celle-ci est lente et sans énergie, et le bénéfice pécuniaire sur lequel on comptait fait défaut, malgré la faible dépense que le régime occasionnait. Un rapport plus resserré encore que celui de 1 : 4 n'est jamais nécessaire dans l'alimentation des animaux domestiques de l'agriculture ; sous l'influence de semblables conditions exagérées, il y a, dans l'économie, une décomposition organique inutilement plus éle-

vée et les déperditions sont encore plus sensibles que celles dues à un rapport nutritif moins élevé. Lorsque les quantités absolues de composés nutritifs azotés et non azotés sont suffisantes et qu'elles sont réciproquement renfermées dans les limites préindiquées, il est pourvu à toutes les exigences ; on ne doit redouter alors des pertes notables ni par une dépression de la digestion, ni par une décomposition organique trop exagérée, et la matière première réclamée par une production abondante et rapide ne fera jamais défaut. Entre les rapports extrêmes 1 : 4 et 1 : 7, se présentent une série de degrés entre lesquels il faut, chaque fois, choisir ceux qui sont les mieux appropriés au but que l'on poursuit dans chaque spéculation ; il faut cependant admettre qu'en général, dans ces limites, le rapprochement des deux facteurs du rapport, pour une ration donnée comprenant des quantités égales d'éléments nutritifs actifs, détermine une production croissante. Quant à savoir si cette production sera plus avantageuse, c'est là un point qu'un examen soigné, et spécial pour chaque cas, de toutes les conditions en présence, peut seul faire ressortir.

Les rapports moyens de 1 : 4 jusqu'à 1 : 7 sont ceux qui correspondent aussi, le plus complètement, aux rapports de l'alimentation « naturelle » des animaux objets des opérations de l'agriculture. Il est bien vrai que le *foin de prairie* de qualité moyenne (rapport nutritif = 1 : 8) est, tout d'abord, habituellement considéré comme l'*aliment normal*,

surtout pour les ruminants ; mais cette appréciation n'est rigoureusement exacte que pour des animaux soumis à une alimentation d'entretien et d'une production modérée. Le foin de prairie ordinaire, même consommé par les animaux jusqu'à leur parfaite satiété, ne suffit nullement pour en obtenir une production abondante et rapide de viande, de graisse, de lait ou de force. L'aliment normal des herbivores est plutôt l'herbe, dans l'état où ils la recueillent en *bons pâturages* ; or, elle offre le rapport nutritif = 1 : 5 jusqu'à 6. Ce n'est que sous l'influence d'un tel rapport nutritif et, en outre, à cause de la constitution physique du fourrage, ce n'est qu'à la condition, simultanément remplie, que l'animal absorbera la quantité absolue de principes nutritifs nécessaire, que l'on peut compter : chez la vache, sur la plus grande production en lait ; chez le jeune bétail, sur un accroissement normal, et chez les animaux, à l'engrais, sur une formation correspondante de graisse. Au pâturage, les animaux n'enlèvent avec empressement que les graminées et les plantes tendres ; mais ils dédaignent les végétaux à longues tiges et ceux entrés en floraison ; ces derniers ne peuvent donc pas — et il en est de même du foin qu'ils ont servi à préparer — être considérés comme un fourrage entièrement naturel et normal.

Le *foin de trèfle* de qualité moyenne possède le rapport nutritif = 1 : 5 jusqu'à 6. Il semblerait, d'après cela, qu'il dût mieux répondre aux besoins d'une alimentation de production que le foin de

prairie; mais, comme le trèfle fané est ordinairement ligneux et de grand volume, l'animal ne pourrait absorber une somme suffisante de matériaux nutritifs si le trèfle constituait exclusivement la ration; pour atteindre une production aussi élevée que possible, il faut y ajouter un aliment additionnel de facile digestion et possédant un rapport nutritif analogue. Le trèfle jeune, dans l'état où on le fauche souvent avant la floraison pour la consommation en vert, a le rapport nutritif = 1 : 4 et même = 1 : 3; dans cet état, il y a gaspillage de fourrage lorsqu'on le livre seul à la consommation. Cet emploi entraîne notamment une grande perte en substance albuminoïde et on obtient un effet nutritif identique, mais bien moins coûteux, par l'addition de paille hachée, de balles de céréales, etc., en portant le rapport nutritif = 1 : 5. Quand il s'agit de trèfle vert coupé en pleine floraison, une association de ce genre est naturellement inutile; au contraire, il sera souvent convenable de fournir un adjuvant consistant en un fourrage approprié et de facile digestion.

Il est aussi digne de remarque que les graines des céréales, c'est-à-dire les fruits de nos principales plantes alimentaires, offrent le rapport nutritif moyen = 1 : 5 jusqu'à 7; il est un peu moins élevé dans l'orge, et surtout dans le maïs, que dans l'avoine, le seigle et le froment. Il en est de même pour les sons (1 : 4 jusqu'à 5), tandis que les graines des légumineuses, la drèche, les germes d'orge et

les vinasses de distillerie, reconnus très-riches en azote, possèdent le rapport nutritif = 1 : 2 jusqu'à 3, rapport qui se resserre encore dans les tourteaux d'huile ordinaire au point d'atteindre celui de 1 : 1 jusqu'à 2. Des aliments à titre en azote aussi élevé manifestent une action supérieure, même lorsqu'on se borne à en ajouter des quantités relativement faibles à un autre adjuvant ou à une ration pauvre en azote.

L'aliment naturel par excellence, celui qui possède le pouvoir de production le plus élevé pour les animaux dans le jeune âge, notamment le lait maternel, révèle toujours aussi un rapport nutritif assez moyen lorsqu'on réduit la graisse qu'il renferme en son équivalent en amidon et qu'on la porte en compte sous cette forme; ce rapport est, pour le lait de vache = 1 : 4.5 (composition moyenne : 3 p. c. d'albumine, 3.5 p. c. de graisse et 5 p. c. de sucre). Le lait des mammifères carnivores offre un rapport nutritif ordinairement plus resserré; celui de la femme, au contraire, a ses deux termes un peu plus écartés que le lait de vache. Le même fait se reproduit encore dans la nourriture normale de l'homme lorsqu'elle est effectivement productive; il résulte des nombreuses observations recueillies et d'expériences directes qu'un homme vigoureux soumis à un travail moyen n'exige, par jour, pour son entretien, que 137 gr. d'albumine, 117 gr. de graisse et 352 gr. d'hydrates de carbone, quantités qui correspondent au rapport = 1 : 4.7 entre les substances azotées et les matières hydrocarbonées.



## CHAPITRE X.

### **Ration d'entretien d'animaux adultes.**

Dans le but de jeter les fondements nécessaires à l'alimentation rationnelle du bétail en général et, tout d'abord, de celle des ruminants, il était essentiel de déterminer la quantité minimum de principes nutritifs que réclament journellement des animaux complètement développés et restant au repos, à l'étable, pour se maintenir dans un état moyen d'entretien. Le bœuf convenait spécialement pour des recherches de ce genre, parce que cet animal n'a qu'un revêtement pileux peu développé et qu'en général les autres productions de cette nature et les sécrétions n'exigent point, chez le bœuf, des quantités notables d'éléments nutritifs; les besoins en matériaux nutritifs nécessaires au jeu régulier de l'échange organique, dans un corps maintenu à l'état stationnaire, sont donc assez clairement délimités. Des expériences nombreuses ont eu lieu dans cette voie à Weende, en opérant sur des bœufs de 4 à 6 ans du pays de Göttingue appartenant au type des régions montagneuses du centre de l'Allemagne; on a contrôlé simultanément la digestibilité du fourrage et la transformation albuminoïde qui avait lieu dans l'organisme; quant à la transformation qu'a éprouvée la graisse, elle ne pouvait être fixée exac-

tement sans le concours de l'appareil respiratoire.

On a observé dans ces recherches que l'aspect et la manière d'être des animaux restaient sans changements et que le poids de ceux-ci, pendant toute la durée des expériences, n'éprouvait absolument aucune diminution essentielle lorsqu'ils recevaient, par jour et par 500 kil. poids vivant, l'une ou l'autre des rations suivantes :

1. 9,750 kil. trèfle sec.
2. 1,850                      6,500 kil. de paille d'avoine et 0,300 kil. de tourteaux de colza.
3. 1,300 »                      7,100 »                      »                      et 0,250 kil. »
4. 1,900                      6,650 » de paille de seigle et 0,300 kil.
5. 12,800 betteraves, 6,300 de paille d'avoine et 0,500 kil.

Dans ces conditions, la quantité d'albumine journalièrement dépensée et résorbée, calculée pour 500 kil. de poids vivant des animaux, a varié de 0,205 à 0,420, soit, en moyenne, 0,285 kil., celle des corps extractifs non azotés de 3,520 jusqu'à 3,885, en moyenne 3,700 kil., ce qui fournit le rapport nutritif = 1 : 13. On remarqua, en outre, qu'en portant la température de l'étable de 16°5 C. à 20°4 C., il se produisait plutôt un léger dépôt de chair qu'une perte en chair vivante ; en tous cas, la ration avait complètement suffi à l'entretien des masses musculaires existantes. Dans l'un des essais seulement, surtout lorsqu'il s'est précisément agi de l'aliment dont la plus grande proportion d'éléments nutritifs (0.420 + 3.825 = 4.245 kil.) fut digérée, il y eut une faible perte en chair. Vraisemblablement, ce

dernier résultat provient de ce que, dans cette expérience, la température moyenne de l'étable a été beaucoup inférieure ( $10^{\circ}4$  C.) à celle maintenue dans les autres essais; il a dû y avoir, dès lors, une plus grosse dépense respiratoire. Il faut encore mentionner que les rations précédentes contenaient, en moyenne, environ 0,025 kil. d'acide phosphorique, 0,050 kil. de chaux et 0,100 kil. d'alcalis; ces quantités de substances minérales doivent amplement suffire aux besoins d'un bœuf adulte dont l'état reste stationnaire. La quantité d'eau absorbée variait, par jour, de 26 à 32 kil. et, en moyenne, pour tous les essais, elle était de 27,5 kil. par 500 kil. poids vivant.

Il n'a pas été établi, dans les expériences précédentes, si la masse grasseuse du corps n'a point subi de changement, ainsi qu'on l'a constaté pour le poids de la chair musculaire; mais l'aspect des animaux permet de supposer qu'elle est restée invariable. Néanmoins, les résultats d'expériences postérieures, ainsi que le fait du maintien du poids du corps malgré l'élévation de la température de l'étable ( $16^{\circ}5$  à  $20^{\circ}4$  C.) me portent à croire que les nombres moyens trouvés directement devraient être majorés, dans une certaine mesure, pour que la ration suffît en tout temps au minimum de besoins auxquels un bœuf adulte au repos doit satisfaire; la quantité de substance albuminoïde devrait atteindre 0,350 kil. et celle des corps nutritifs non azotés (hydrates de carbone digestibles) 4,200 kil., ensemble 4,550 kil.

Le rapport nutritif ressortirait alors  $= 1 : 12$  ; la quantité totale de substance organique livrée par jour serait de 8,750 kil., chiffre qui montre qu'elle pourrait être fournie le plus simplement et très-économiquement sous forme de paille de céréales de printemps qui constituerait ainsi le fourrage principal, auquel on ajouterait un peu de foin ou une faible dose d'un aliment riche en azote avec ou sans supplément de racines. La quantité de graisse digestible n'entre guère en ligne de compte dans la ration d'entretien des bœufs ; elle varie dans les combinaisons alimentaires qui précèdent de 0,075 à 0,100 kil. par jour pour 500 kil. poids vivant.

Quelques observations empruntées à la pratique concordent avec ces données. Ainsi, on a, par exemple, entretenu aux domaines de Weende et de Greene des bœufs entièrement développés, en leur donnant, pendant les mois d'hiver, par jour et par 500 kil. poids vif, savoir :

A Weende : 6,450 kil. de paille de céréale de printemps, 3,550 kil. de foin d'esparcette, 0,200 kil. de féveroles concassées et 0,200 kil. de tourteaux de colza ;

A Greene : 8,150 kil. de paille d'orge, 0,200 kil. de regain, 1,000 kil. de trèfle sec, 0,650 kil. de paille de pois et 1,450 kil. d'un mélange d'orge et d'avoine concassées.

La ration journalière renfermait, d'après les chiffres moyens des analyses : dans le premier cas,  $0,500 + 3,900 = 4,400$  kil., et dans le second

cas :  $0,350 + 4,400 = 4,750$  kil., et cependant elle eut déjà les résultats d'une ration modérée de production. En effet, les bœufs de Weende (d'environ 700 kil. poids vif) accusèrent, à la fin de l'hiver, une augmentation de poids de 35 à 40 kil. par tête, tandis que ceux de Greene fournirent chaque jour un léger travail (un à deux transports de purin) et, avec le régime indiqué, ils se maintinrent visiblement dans le même état.

Les principes de la nutrition animale, exposés dans la première section de l'ouvrage, montrent que l'état général et le poids vivant du corps d'un animal ayant atteint son complet développement restent presque fixes, qu'il y a même tendance à diminution si, la quantité totale de matériaux nutritifs étant invariable, — ainsi que cela doit être dans une ration normale de simple entretien, — la proportion de substance albuminoïde est notablement majorée. Ainsi, par exemple, lorsque la ration d'entretien des bœufs ( $0,350 + 4,200 = 4,550$ ) est modifiée de façon à porter la proportion d'albumine de 0,350 à 0,750 kil., tandis que celle des hydrates de carbone est abaissée de 4,200 à 3,800 kil., on constate uniquement qu'il y a une plus grande décomposition d'albumine et qu'il s'en dépose à peine dans l'organisme. D'une manière générale, il faut attentivement éviter, lorsqu'il s'agit d'un régime de simple entretien, d'adopter, même momentanément, une ration présentant un rapport nutritif trop resserré; ordinairement, tout en excitant inutilement les trans-

mutations organiques, les frais de nourriture ressortiraient à un prix supérieur. Toutefois, il y a bien moins encore d'effet favorable à attendre d'une augmentation de la proportion d'hydrates de carbone accompagnée d'une réduction correspondante de celle d'albumine. Si, persistant dans une certaine teneur du fourrage en hydrates de carbone, on augmente exclusivement la quantité d'albumine, le résultat est aussi peu marqué, généralement une faible partie de l'excédant d'albumine se fixe dans le corps à titre de chair musculaire; réciproquement, une majoration exclusive des hydrates de carbone ne peut pas contribuer à augmenter la masse du corps, parce que la matière première, l'albumine, n'est pas offerte en proportion suffisante. Lorsqu'il s'agit d'abandonner la ration d'entretien et de lui substituer un régime de production, il faut augmenter simultanément les hydrates de carbone et la substance albuminoïde, non dans le même rapport toutefois, mais — ainsi que nous l'étudierons dans la suite — dans des conditions différentes eu égard au but que l'on a chaque fois en vue. Ici encore, comme lorsqu'il s'agit de conserver les animaux dans un état stationnaire, il importe sans cesse de considérer leur état de nutrition actuel. Si l'organisme est bien pourvu de chair, mais pauvre en graisse, la ration présentera un rapport nutritif moins resserré, afin de provoquer une fixation supérieure encore en albumine; dans un cas opposé, abondance de graisse et pénurie de chair, on rapproche les facteurs dans le rap-

port nutritif, ce qui contribue plus favorablement à augmenter, d'une manière rapide et économique, le dépôt de chair. Par contre, ainsi que nous l'avons vu, la graisse originaire du dédoublement de l'albumine du fourrage, c'est-à-dire de l'albumine absorbée et résorbée dans l'économie, est plus facilement retenue et déposée dans un organisme maigre, mais riche en chair, que par un corps déjà bien garni de graisse. On comprend dès lors que, dans la production de la graisse, il sera souvent très-avantageux d'adopter un rapport nutritif plus resserré, bien que l'albumine ainsi livrée ne soit pas toujours fixée à l'état d'albumine par l'organisme animal.

Ces faits et ces considérations indiquent suffisamment que les formules de rationnement, ainsi que les apports nutritifs proposés pour les diverses spéculations dont le bétail est l'objet ne peuvent nullement être considérés comme immuables ni comme devant exercer partout des effets identiques ; il faut les regarder comme des moyennes applicables aux circonstances les plus fréquentes. En fait, il se produit souvent des déviations plus ou moins prononcées et il en est ainsi pour tous les facteurs moyens de rationnement.

## CHAPITRE XI.

### La production de la laine.

On peut, de prime abord, admettre que la somme de matériaux nutritifs à introduire dans la ration

d'entretien du mouton doit être plus forte que celle réclamée par la ration d'entretien du bœuf. Une production rapide et abondante de laine exige déjà la présence, dans le fourrage, d'une certaine quantité d'albumine; le tempérament plus vif des animaux et la liberté de mouvement dont ils jouissent à la bergerie augmentent aussi leurs besoins en aliments respiratoires, d'autant plus, en ce qui concerne ce dernier point, que la petite stature des animaux doit, apparemment, exciter davantage le rayonnement calorifique. Dans ces conditions, il est même très-remarquable que les exigences du mouton ne soient pas, relativement à celles du bœuf, plus élevées encore qu'on ne le constate réellement. Cette modération relative de besoins dépend vraisemblablement de la présence de l'épaisse toison laineuse qui, en recouvrant le mouton, modère le rayonnement de la chaleur, peut-être aussi l'évaporation de l'eau à la surface du corps, et diminue ainsi les dépenses de la respiration. A poids égal et dans des circonstances identiques, la chèvre, par exemple, réclame, en effet, une masse de fourrage plus grande que le mouton.

Il a été entrepris à Weende des expériences précises à l'effet de déterminer la ration d'entretien du mouton; on a tenu compte des pertes apparentes, ainsi que des émissions dues à la respiration, de façon qu'il a été possible de dresser une équation de nutrition complète entre l'absorption et la dépense (voir page 66). Ces recherches ont eu lieu sur des mou-



tons à laine grossière du pays de Göttingue, âgés de 4 ans 1/2, pesant en laine 48 kil. par tête. Nourris exclusivement au moyen de foin de prairie de moyenne qualité, ils en consommaient journellement 13 kil. (1) par 500 kil. poids vif (laine non comprise); de cette quantité 0,660 kil. d'albumine et 5.265 kil. de corps nutritifs non azotés (0,161 kil. graisse inclus) étaient résorbés. Convertis en leur équivalent en amidon, les corps extractifs en représentaient 5,690 kil. Sous l'influence de ce régime, il se produisit une légère fixation d'éléments nutritifs dans l'organisme, notamment 0,090 kil. d'albumine et 0,149 kil. de graisse pour 500 kil. poids vivant. La ration consommée était donc très-suffisante pour maintenir les animaux dans un état stationnaire et elle ne présentait nullement les caractères d'un régime d'engraissement. En déduisant le dépôt constaté des quantités d'éléments nutritifs digérées et résorbées, on trouve que la dépense des moutons soumis à une ration d'entretien a été la suivante : par jour et par tête : 0,052 kil. d'albumine et 0,489 kil. de corps nutritifs non azotés ramenés à l'état d'amidon; ou, par jour et pour 500 kil. poids net vivant, de 0,570 kil. d'albumine et 5,325 kil. de corps nutritifs non azotés convertis en amidon.

Dans ces conditions, le rapport nutritif serait = 1 : 9.3 et la somme totale des éléments nutritifs de

(1) Correspondant à 10,700 kil. de substance sèche.

5,900 kil. D'autres expérimentations, entreprises à Weende sur des sujets de la même race, ont conduit aux mêmes résultats. La moyenne de cinq expériences distinctes a accusé, pour un poids vivant de 500 kil., savoir :

Composition de la ration.			Résultats.
Substances azotées.	Substances non azotées.	Total.	Perte du corps en albumine.
0,520 kil.	4,745 kil.	5,265 kil.	0,021 kil.
0,780	4,770 »	5,550	0,003 »
			Fixation d'albumine
0,555 »	5,850	6,405	0,062 »
Moyenne de 15 expériences. } 0,620	5,120	5,740	0,0125 »

La fixation d'albumine par l'organisme a donc été sans importance. On a observé, pour les moutons comme pour les bœufs, que les rations à rapport nutritif trop resserré doivent être évitées aussi longtemps que la proportion totale d'éléments nutritifs n'est pas très-élevée, c'est-à-dire lorsqu'il ne s'agit pas d'un régime d'engraissement proprement dit.

Des recherches analogues ont eu lieu à Hohenheim pour fixer la ration d'entretien du mouton. On y destina des moutons de trois races diverses, qui furent soumis à deux régimes différents; les animaux enlevèrent à la ration journalière, par 500 kil. poids vivant sans laine, en moyenne  $0,685 + 4,460 = 5,145$  kil. lors d'un premier régime et  $0,615 + 4,965 = 5,580$  kil. lors du second. Ces facteurs de la digestion des substances azotées et des matières non azotées concordent presque entièrement avec

ceux de Weende; seulement, la quantité d'hydrates de carbone et, conséquemment, la somme totale des éléments nutritifs a été un peu plus faible dans les essais de Hohenheim, et c'est ce qui explique la légère diminution de poids que les animaux ont éprouvée, diminution manifeste surtout lorsqu'on considère aussi l'augmentation journalière du poids de la toison. La perte en poids a été proportionnellement un peu plus forte pour les moutons de la race électorale que pour ceux de la race Southdown et de la race dite bâtarde du Würtemberg. Les individus des races à laine fine sont généralement de plus petite stature et ont une ossature plus fine que les sujets des races à laine grossière : c'est pourquoi, à égalité de poids vivant, les premiers réclament une quantité de matériaux nutritifs un peu supérieure à celle qui est nécessaire aux autres.

Si l'on examine les résultats des essais d'alimentation opérés jusqu'ici avec toutes les précautions exigées, on reconnaît que les moutons adultes principalement destinés à la production de la laine doivent recevoir journallement, par 500 kil. poids vif, pour être entretenus dans un bon état moyen de nutrition, savoir :

*Grandes races* : 0,600 kil. d'albumine et 5,4 kil. de corps nutritifs non azotés, ensemble 6,000 kil.; rapport nutritif = 1 : 9 ;

*Petites races* : 0,750 kil. d'albumine et 6,000 kil. de corps nutritifs non azotés, total 6,750 kil.; rapport nutritif = 1 : 8.

Quant à la graisse digestible, sa proportion s'élève, dans le premier cas, à environ 0,100 kil. et, dans le second, à 0,125 kil.; la quantité totale de substance organique renfermée dans la ration ainsi formée — quantité qui peut, d'ailleurs, subir sans inconvénient d'assez notables variations — s'élève respectivement à 10 et à 11,250 kil. Sous l'influence de ce régime, l'augmentation journalière qu'éprouve la toison, poids après lavage à l'eau courante, varie, suivant la race et d'autres conditions individuelles, de 0,060 à 0,100 kil. Tous ces nombres sont calculés pour 500 kil. de poids vivant et nu; mais je pense qu'ils peuvent être appliqués sans réduction aux moutons en laine. En opérant ainsi, on aura la satisfaction de savoir que les rations offertes suffisent au minimum des besoins des animaux, ce qui a surtout de la valeur dans l'emploi pratique des facteurs de rationnement.

Le mode d'alimentation exerce une influence marquée sur la *production de la laine*; elle ne s'affirme, toutefois, que dans certaines limites. Ainsi, chez des moutons adultes, une ration d'engraissement n'a pas pour effet de déterminer une augmentation de quelque valeur dans la production de la laine; l'accroissement que celle-ci éprouve alors n'est pas supérieur à celui résultant d'une ration qui maintient les animaux dans un bon état de nutrition et sans que leur poids augmente sensiblement. C'est ce que l'on a constaté à Weende par l'essai direct: des moutons de la race Negretti, soumis à une ration d'en-

retien, ont accusé, comme moyenne de sept expériences et pour 500 kil. poids vivant, un accroissement journalier en laine de 0,070 kil., ce qui équivaut à 0,273 p. c. du poids de la toison à la fin de l'expérience; quatorze expériences, dans lesquelles les moutons avaient consommé une ration d'engraissement, ont fourni une augmentation journalière moyenne en laine exactement égale, soit de 0,070 kil. ou 0.286 p. c. du poids de la tonte. Des agneaux de la race dite bâtarde du Wurtemberg ont donné des résultats absolument identiques: soumis à un régime très intensif de foin de prairie et d'une riche provende d'avoine, le poids vivant s'éleva, dans le cours de neuf mois (du 5<sup>e</sup> au 14<sup>e</sup>) de 25,4 à 46,250 kil. par tête, tandis que lorsque la ration était exclusivement formée de foin de prairie, excellent d'abord et, plus tard, de qualité moyenne, l'accroissement passa du poids initial de 25 à celui de 36,150 kil. seulement. A la fin de l'expérience, les sujets qui avaient été largement traités étaient complètement gras, ceux nourris au foin se trouvaient dans un état moyen d'entretien; néanmoins, la quantité de laine pure produite était presque absolument la même dans les deux cas. L'aspect de la toison différait seul d'une manière remarquable chez les uns et les autres: la laine des agneaux consommant le grain resta toujours très-propre et blanche, tandis que celle des animaux nourris au foin offrait l'aspect ordinaire, c'est-à-dire que la toison était plus ou moins souillée et sale; même après le lavage, elle ne pos-

sédait pas le teint clair de la première. Les agneaux richement nourris dépouillèrent uniformément, par tête, 2,175 kil. de laine en suint, et ceux nourris au foin exclusivement 2,690 kil.; en laine lavée à l'eau courante, respectivement 1,475 kil. et 1,610 kil.; en brins purs, dégraissés au sulfure de carbone, 1,085 et 1,120 kil., c'est-à-dire que, sous ce dernier rapport, la production a été presque égale.

Mais il en est tout autrement lorsque la ration est insuffisante pour subvenir à l'entretien, dans un état moyen, de moutons ayant acquis leur accroissement. On a conclu de nombreuses expérimentations entreprises à Weende que, s'il se produit alors une certaine diminution du poids de l'animal, la croissance de la laine n'en éprouve pas toujours un préjudice, mais que celui-ci se manifeste inévitablement aussitôt que l'amaigrissement dépasse une certaine limite. On a, par exemple, constaté, dans un cas semblable, que la production journalière en laine, qui était seulement de 0.237 p. c. du poids total de la toison, s'éleva, lors d'un régime meilleur, à environ 0.292 et jusqu'à 0.306 p. c. pour toute la durée de l'expérience. Un autre fait observé, c'est que des rations insuffisantes pour entretenir le corps dans un état normal et stationnaire sont moins préjudiciables à l'accroissement de la laine lorsqu'elles se distinguent par une richesse relative en éléments nutritifs azotés; toutes les autres conditions restant les mêmes, un régime plus azoté mérite incontestablement la préférence pour des moutons entretenus en vue de la production de la laine.

Des observations recueillies à Hohenheim mettent également ce dernier fait hors de doute. Deux séries de moutons, comprenant chacune six têtes, soumis à un régime riche en azote (foin de pré et un peu de féveroles concassées), ayant été nourris de manière à conserver le même poids vivant (poids initial moyen 46,5, poids final moyen 46,550 kil., par tête), ont produit chacune, en 121 jours, 4,56 kil. de laine lavée, soit 31.9 p. c. du poids total de la toison. Deux autres séries, d'un nombre égal d'animaux, recevant presque exclusivement de la paille et des betteraves fourragères, perdirent successivement en poids; ils pesaient au début, en moyenne, 46,1 kil. et, à la fin de l'essai, 44,1 kil.: la production en laine fut seulement pour chaque série de 3,510 kil., équivalent à 26.5 p. c. du poids total de laine dépouillée à la tonte. Les six moutons de la cinquième série furent traités plus parcimonieusement encore, au moyen d'une ration consistant en  $\frac{2}{3}$  de foin de pré et  $\frac{1}{3}$  de paille d'avoine, et leur poids vif s'abaissa de 45,950 kil. à 40,600 kil.; malgré leur amaigrissement, les sujets de cette série produisirent autant de laine que ceux profitant d'une ration d'entretien meilleure, formée de paille et de betteraves, car le poids de leur laine s'accrut de 3,665 kil. ou de 27.3 p. c. du poids total de la toison. Ainsi donc, le mouton produit encore une quantité assez notable de laine au moyen d'un régime alimentaire très-frugal lorsque la ration consiste surtout en foin de pré; l'accroissement en laine atteint

son maximum sous l'influence d'une alimentation exclusive au foin, mais particulièrement lors de l'intervention d'un aliment concentré très-azoté. Par là, on met aussi les animaux en très-bon état d'entretien, sans toutefois les engraisser; en nourrissant exclusivement à l'aide de la paille associée à la betterave fourragère, c'est-à-dire au moyen d'un aliment pauvre en azote et, en même temps, assez aqueux, une production maximum en laine ne paraît pas pouvoir être atteinte, quand même le poids vivant ne serait pas notablement diminué et que les animaux paraîtraient se maintenir dans un état général moyen d'entretien.

## CHAPITRE XII.

### **Le rationnement des animaux de travail.**

Nous ne possédons encore aucune observation exacte au sujet des services que les animaux de travail peuvent fournir sous l'influence de divers modes d'alimentation; nous sommes donc obligé, provisoirement, de baser nos appréciations sur les lois générales de la nutrition animale ou sur l'expérience pratique.

Tout d'abord, nous savons que le corps animal appelé à produire beaucoup de force d'une manière soutenue exige un système musculaire bien développé, exercé au travail, et le concours simultané



d'une certaine énergie dans l'échange organique ; l'économie doit donc être abondamment pourvue d'albumine des organes et d'albumine de circulation. Pour réaliser et conserver ensuite cet état vigoureux d'entretien, il faut une somme de matériaux digestibles plus forte et un rapport nutritif plus resserré que s'il ne s'agissait que de maintenir l'organisme dans une situation stable, dans cet état moyen que l'on observe chez des animaux abandonnés au repos. Ainsi que nous l'avons vu, le travail même n'entraîne pas la destruction d'une somme d'albumine supérieure à celle qui, toutes les autres conditions restant égales, est soumise à la transmutation lors du repos complet à l'écurie ; néanmoins, la transformation albuminoïde est la principale source de la force musculaire ; seulement, si la première est activée suffisamment par une introduction correspondante d'albumine dans la ration, ainsi que l'énergie générale de l'échange organique qui en est la conséquence, on peut compter sur des services musculaires et un travail durables.

Tandis que la transformation albuminoïde dépend essentiellement de la nature et de la quantité des apports en matériaux nutritifs et de l'état de nutrition momentané de l'organisme, l'oxydation de la graisse est, au contraire, notablement augmentée à la suite d'efforts musculaires plus considérables. Pour prévenir la destruction de la graisse accumulée dans le corps et l'amaigrissement qui se manifeste alors, il importe de fournir de la substance grasse sous

forme d'aliments ou de la remplacer, dans ceux-ci, par des hydrates de carbone. Mais comme la graisse est l'aliment respiratoire le plus concentré et que, relativement à son volume et à son poids, elle incommode le corps au moindre degré, il peut être conforme au but, selon les circonstances, de livrer aux animaux de travail des aliments renfermant une certaine quantité de graisse toute formée. En tous cas, il est évident qu'on doit leur offrir une proportion plus grande d'éléments nutritifs non azotés que d'éléments azotés et que la quantité des uns et des autres augmentera en raison des efforts musculaires à fournir dans un temps donné si l'on veut conserver les animaux dans le même état d'entretien.

Les *bœufs de trait* soumis à un travail très-moderé réclament un excédant d'éléments nutritifs légèrement supérieur à ce qui est nécessaire pour leur entretien normal lorsqu'ils sont laissés au repos à l'étable (voir page 250). Mais il faut déjà élever considérablement la quantité de matériaux digestibles si on réclame d'eux un travail ordinaire moyen; il importe de leur offrir alors, par 500 kil. poids vif, 0,800 kil. d'albumine, au lieu de 0,350 kil., et de porter la proportion des substances non azotées de 4,2 à 6 kil. au moins. Le rapport nutritif ressort dans ce cas = 1 : 7.5; on réaliserait cette relation par une alimentation consistant presque exclusivement en foin de prairie de qualité moyenne additionné de petites quantités d'un aliment concentré, ou bien par un mélange de trèfle sec et de paille-fourrage, ou

encore en associant une proportion prépondérante de paille à des racines et à un aliment approprié, mais riche en azote. La quantité totale de substance organique renfermée dans la ration journalière peut alors s'élever à 12 kil. On attache peu d'intérêt à la teneur du fourrage en graisse digestible lorsqu'il s'agit de bœufs de travail d'un poids moyen, parce que, si l'on en exige des services pénibles, s'ils sont, par exemple, employés à la traction de lourds fardeaux, leurs allures restent néanmoins paisibles; en outre, ils possèdent un estomac très-ample, susceptible de loger une ration tout à la fois pesante et volumineuse, riche en hydrates de carbone et dont la lenteur de la digestion permet néanmoins de tirer un parti relativement complet. La ration ordinaire des bœufs de travail ne contient guère plus de 0,150 kil. de graisse digestible. C'est seulement lorsque les bœufs fournissent un travail très-rude qu'il peut y avoir lieu d'augmenter la proportion de matière grasse; mais alors tous les éléments nutritifs doivent éprouver une majoration, la proportion d'albumine peut atteindre jusqu'à 1,200 kil., celle des substances nutritives non azotées 7,200 kil. (rapport nutritif = 1 : 6.0). Dans un cas semblable, il est souvent utile de donner un adjuvant concentré, tout à la fois riche en azote et en graisse (tourteaux oléagineux), de manière à porter la teneur totale de la ration en graisse digestible à environ 0,250 kil.

On sait que le régime alimentaire du cheval est, en général, d'une composition très-constante; il con-

siste, d'habitude, en avoine et en foin, comme aliments prépondérants, auxquels on ajoute une quantité plus ou moins grande de paille hachée. Quant aux proportions relatives et à la quantité totale de ces fourrages, elles varient, en quelque sorte, beaucoup plus que pour les autres espèces domestiques, parce qu'elles dépendent surtout des services momentanés que l'on attend du cheval. Le tempérament du cheval et la conformation générale de son corps ne sont pas compatibles avec une alimentation intensive, lors du repos à l'écurie; par contre, lorsque cet animal est soumis à des efforts extraordinaires, le régime peut acquérir une intensité telle, qu'il doive consister presque exclusivement en avoine. Dans les conditions ordinaires de l'agriculture, pour la plupart des travaux agricoles, il suffit d'accorder une ration journalière contenant, par 500 kil. poids vivant, environ 0,900 kil. d'albumine et 6,300 kil. de substances nutritives non azotées (rapport nutritif = 1 : 7), comprenant à peu près 11 kil. de substance organique totale. Assurément, il n'est pas indifférent que la ration renferme plus ou moins de graisse facilement digestible (0,300), et il est même remarquable, à ce point de vue, que l'avoine, qui est en quelque sorte l'aliment normal du cheval, se distingue de toutes les autres céréales par une grande teneur relative en graisse. C'est là un point important à considérer, lorsque l'on se propose de remplacer l'avoine, en partie ou en totalité, par une autre denrée. Sans doute, l'albumine peut, dans

certaines limites, jouer le rôle de la graisse du fourrage, puisque, dans l'organisme, sa décomposition produit tout d'abord de la substance grasse, laquelle est même plus rapidement attaquée par la respiration que la graisse provenant du fourrage; mais il n'est pas certain que celle-ci suffise toujours et, en tous cas, la graisse des aliments qui passe du canal digestif dans le courant des liquides organiques, en même temps que l'albumine, déterminera ici une concentration d'autant plus forte de matériaux respiratoires immédiatement disponibles : or, cette accumulation peut avoir de l'utilité lorsqu'il s'agit d'exercices musculaires énergiques. Du reste, dans ce dernier cas, ainsi que cela résulte déjà des considérations qui précèdent et des faits de la pratique, la quantité totale des substances nutritives peut être élevée encore et atteindre, pour l'albumine, le chiffre de 1,4 kil. et, pour les éléments non azotés, celui de 7,700 kil., soit au total 9,100 kil., et le rapport nutritif = 1 : 5.5. La ration des lourds chevaux de roulage et autres se compose, en effet, bien souvent d'abondantes quantités d'avoine à laquelle on additionne des féveroles égrugées riches en azote.

## CHAPITRE XIII.

### La production du lait.

Pour comprendre l'influence de toute ration sur la quantité et la composition du lait; il importe

d'avoir une idée claire du mode d'élaboration de ce produit.

Le lait n'est pas simplement éliminé du sang, à la façon de l'urine expulsée des reins, par une sorte de filtration ou par une émission analogue à celle des sucs digestifs sécrétés par les muqueuses de l'estomac et de l'intestin; le lait est d'abord préparé dans la glande mammaire, il résulte de la désagrégation des cellules glandulaires, c'est l'organe sécréteur même en dissolution. La composition de la cendre du lait confirme déjà cette opinion; cette cendre renferme beaucoup de potasse et de phosphate de chaux, absolument comme tous les tissus du corps animal, tandis que le courant plasmatique et tous les fluides qui se séparent directement du sang sont riches en chlorure de sodium. La cendre du lait dose trois et jusqu'à cinq fois plus de potasse que de soude, alors que la cendre du sang accuse une teneur en soude trois et jusqu'à cinq fois plus élevée que la teneur en potasse. Si le lait constituait un simple exsudat du sang, il ne formerait pas un aliment complet et il ne pourrait pas, dès lors, servir seul à la nutrition organique, parce qu'il ne renfermerait pas tous les éléments nécessaires à la production des cellules. Dérivant, au contraire, de cellules désagrégées et liquéfiées, le lait offre au nouveau-né, dans la forme et la composition les plus favorables, la nourriture qui lui est indispensable.

Le mode d'élaboration du lait se déduit aussi bien clairement de la constitution du colostrum,

c'est-à-dire du premier lait sécrété par la glande aussitôt après la parturition; on y reconnaît encore la présence de nombreuses cellules glandulaires, granuleuses, qui, en quelques jours, sous l'influence de la transformation et de la dissolution rapides des cellules, se remplissent de plus en plus de graisse pour constituer les globules graisseux du lait. Le lait est donc la glande même devenue liquide par une dégénérescence graisseuse; la cellule glandulaire ou, plus exactement, la substance albuminoïde qui la forme se décompose rapidement et donne naissance aux éléments du lait aussitôt que la glande entre en activité à la suite de la parturition. La caséine n'existe pas davantage toute formée dans le sang; elle résulte aussi de la dissociation de la cellule; c'est ce qui explique l'absence de ce corps dans le colostrum avant l'accouchement ou immédiatement après. Le colostrum ne renferme à ce moment que de l'albumine ordinaire, parce que les premières transformations s'accomplissent plus lentement que par la suite, c'est-à-dire à une époque où la glande lactifère a acquis toute son activité. Le sucre de lait n'est même pas livré sous cette forme à l'organe sécréteur; il prend naissance dans ce dernier, du moins en partie, par la décomposition de l'albumine ou de la graisse, si le sucre de raisin existant simultanément dans le sang peut éprouver une semblable transformation dans la glande mammaire.

Il est donc évident que la quantité et la qualité du

lait sont déterminées, en première ligne, par les dimensions et la composition momentanées de la glande à lait, c'est-à-dire, en un mot, par son développement général. En fait, il est aussi généralement reconnu qu'à identité parfaite de régime alimentaire, telle vache livre peu de lait, tandis que telle autre en fournit abondamment; on sait que le lait des vaches appartenant aux races de montagnes est ordinairement plus riche en beurre que celui des vaches de plaines; que la bête laitière jeune donne des rendements moins élevés qu'après plusieurs vêlages; que la période de temps écoulée depuis la parturition exerce souvent sur la quantité de lait une influence supérieure à celle due à l'alimentation, et cela parce que le développement de l'organe mammaire atteint son apogée aussitôt après la naissance du veau, pour rediminuer ensuite successivement. On ne peut amener un pis mal développé à une haute production, même par la nourriture la mieux choisie; tout dépend donc, dans la production laitière, du choix judicieux des animaux relativement à la race et aux aptitudes individuelles. Sous ce rapport, le volume, l'étendue apparente de la glande ne sont pas toujours des indices suffisants d'appréciation; la constitution propre du pis, sa propriété de se dissoudre et de se reconstituer promptement, alliées à la production d'un lait de bonne qualité sont aussi des caractères de la plus grande importance.

On conçoit dès lors facilement que l'apport alimentaire ne peut entrer en ligne de compte qu'en second



lieu, mais qu'il doit néanmoins avoir une grande importance, spécialement en ce qui concerne la quantité de lait produit. Avant tout, c'est l'introduction d'une grande proportion d'albumine qui affecte le plus favorablement la production laitière, car c'est par là seulement que le renouvellement incessant et rapide des cellules glandulaires est rendu possible : or, elles sont non-seulement formées de substance albuminoïde, mais encore celle-ci les remplit presque complètement. Mais afin que l'albumine parvienne promptement à l'organe sécréteur, il importe qu'elle se mélange aussi parfaitement que possible au courant plasmatique, sous forme d'albumine de circulation ; dans ce but, il importe que le rapport existant entre les éléments nutritifs dans la ration ne présente pas trop d'écart dans ses deux termes, sinon il se produirait une fixation d'albumine et de graisse dans le reste du corps, ce qui entraverait une abondante sécrétion laiteuse. Par contre, il faut éviter un rapport nutritif trop resserré, ce qui exposerait à un autre danger : il est à redouter, en effet, qu'une partie importante des éléments dissociés de l'albumine ingérée ne subissent l'oxydation et soient ainsi perdus pour la production du lait. Ce dernier phénomène est d'autant plus à craindre, que l'albumine absorbée et digérée qui existait dans la nourriture ne se dédouble pas seulement dans la glande mammaire, mais qu'elle se transforme aussi en graisse ailleurs, dans le corps, graisse qui peut également affluer avec le sang dans les cellules de la mammelle. Cependant le rapport

nutritif de la ration des vaches laitières peut, en général, être plus resserré que pour les animaux à l'engrais, parce que, chez les premières, l'albumine fournie au lait est aussitôt émise au dehors et ne contribue point à élever d'une manière durable la réserve du corps en albumine et, conséquemment, la propension à la décomposition. On ne peut essentiellement développer et soutenir une haute production en lait qu'à l'aide d'une proportion suffisante d'albumine de circulation; il en résulte que toutes les circonstances susceptibles de renforcer le courant albuminoïde dans l'organisme agissent favorablement sur la quantité de lait : de ce nombre, on peut citer une absorption plus forte d'eau, qui influe souvent d'une manière favorable sur l'abondance des rendements en lait sans que la qualité de celui-ci éprouve de changement.

Toutes les observations, ainsi que les expériences directes, établissent unanimement que la plus haute production relative en lait n'est atteinte qu'avec le concours d'une alimentation riche en azote. Il faut remarquer, à ce sujet, qu'un tel régime rend les animaux aptes à maintenir un haut rendement pendant une période de temps beaucoup plus longue que si le régime est peu azoté; c'est là un avantage notable, qui se vérifie aussi quand bien même la production journalière en lait ne serait pas fort modifiée lors des changements de rations. C'est à la pénurie d'albumine dans l'alimentation qu'il faut surtout attribuer l'impossibilité de conserver des rende-

ments relativement élevés chez les vaches laitières nourries exclusivement au foin de prairie de moyenne qualité; pour soutenir la production lors d'un régime exclusif au foin, il faut que celui-ci soit extraordinairement bon ou que les animaux se trouvent en excellents pâturages, ou bien qu'ils reçoivent un mélange alimentaire approprié. Le rendement en lait tombe, d'ordinaire, rapidement et très-fortement aussitôt que la teneur de la ration en albumine digestible subit une réduction, quoique la proportion d'éléments nutritifs non azotés puisse être encore entièrement suffisante; on a, par exemple, dans des conditions analogues, observé à Möckern une diminution moyenne s'élevant, par tête et par jour, à 2 litres (le rendement est tombé de 9,7 litres à 7,6 litres), et à Hohenheim on a même constaté au mesurage 5 litres de moins (de 13,4 le rendement a fléchi jusqu'à 8,4 litres). De plus, dans les deux cas, l'état de nutrition des animaux et leur aspect dénotaient une situation anormale, bien que leur poids vivant ne fût cependant guère modifié.

Il n'est assurément pas rare de rencontrer des animaux qui livrent de fortes quantités de lait à l'aide d'un régime convenable, quoique moins riche en azote. La puissance de la production est si élevée chez les bonnes vaches laitières, qu'elle se maintient parfois pendant quelque temps au même niveau sous l'influence d'une nourriture ne fournissant pas des matériaux entièrement suffisants; ce qui manque est emprunté au corps, lequel maigrit plus ou moins,

parce que la chair et la graisse participent alors à l'élaboration du lait. Toutefois, la différence de richesse existant entre l'apport alimentaire et le lait produit ne peut être prolongée longtemps et, à cet égard aussi, les aptitudes individuelles sont très-variées.

La caséine du lait provient, directement ou indirectement, de l'albumine des aliments; c'est aussi cette dernière qui, concurremment avec la graisse résorbée puisée dans la nourriture, livre les matériaux de formation du beurre contenu dans le lait. Les expériences de Möckern et de Hohenheim ont montré que, même avec un régime parcimonieux, à la suite duquel la quantité de lait obtenue avait été abaissée jusqu'à un certain point, l'état de nutrition général du corps avait visiblement perdu, et lorsqu'il s'est établi à nouveau, au bout de quelque temps, un équilibre entre l'absorption et l'émission de l'azote, dans ce cas encore l'albumine et la graisse du fourrage qui ont été résorbées suffisent pour éclairer l'origine de la quantité de beurre produite (*voir* page 98). Ce fait s'observe à un degré bien supérieur encore lors d'une alimentation intense et très-azotée; alors on peut, en outre, démontrer, ainsi que cela ressort des expériences de Munich, que la plus grande partie du sucre de lait formé est aussi originaire de l'albumine et de la graisse des aliments. Au surplus, le sucre de lait ne peut avoir d'autre origine chez les carnivores, lorsque ceux-ci sont nourris exclusivement, à l'époque de l'allaitement, au moyen

de chair et de graisse; mais il est vraisemblable, relativement aux herbivores, que les hydrates de carbone contenus dans les aliments interviennent dans la production du sucre de lait.

En nous basant sur les résultats de nombreuses observations exactes entreprises en ces derniers temps sur la production du lait, nous croyons pouvoir fixer la quantité d'albumine digestible de la ration journalière de la vache laitière à 1,250 kil. par 500 kil. de poids vivant, et celle des substances nutritives non azotées à 6,750 kil.; le rapport nutritif serait donc = 1 : 5.4. Ces nombres comprennent 0,200 kil. de graisse digestible; la quantité totale de matière sèche s'élèverait à environ 12 kil., et le régime, dans son ensemble, correspondrait à celui que la vache laitière trouve en bons pâturages. Pour réaliser une production laitière maximum, lorsqu'on nourrit au moyen de foin ordinaire de prairie, l'addition d'un fourrage assez riche en azote et, en même temps, d'une digestion suffisamment facile est indispensable. On peut sans inconvénient élever la quantité des corps nutritifs non azotés, pour autant que la réserve fourragère disponible permette d'opérer sans frais, mais il est à présumer qu'il n'en résulterait aucun avantage pour la production du lait.

Ainsi que nous l'avons mentionné, la production en lait peut incontestablement être déjà satisfaisante sous l'influence d'un régime un peu moins riche en azote, par exemple en accordant aux animaux 1 kil. d'albumine digestible par 500 kil. poids vivant. Mais

ce régime n'assure ni la production la plus élevée, ni un rendement soutenu invariable pendant une longue période; de plus, on observera chez la vache un amaigrissement plus ou moins prononcé. A notre avis, il faut s'efforcer d'atteindre la proportion de 1,250 kil. pour satisfaire aux besoins dans toutes les circonstances. Si, dans le cours de plusieurs mois, le rendement en lait atteint, par jour et pour 500 kil. poids vivant, le taux de 10 litres, produit nullement trop élevé, il renferme, en moyenne, 0,300 kil. de substance albuminoïde (caséine avec peu d'albumine) et 0,350 kil. de graisse; dans ces conditions, le rapport nutritif étant assez resserré et, par suite, l'énergie de l'échange organique étant augmentée, il ne resterait pour d'autres productions (sucs digestifs, veau, etc.) et les fonctions animales qu'une faible réserve d'albumine si la ration entière contenait beaucoup moins d'albumine susceptible de résorption que la quantité indiquée (1,250 kil.); il en serait ainsi, même dans la supposition que la graisse du fourrage parvenant dans la circulation des liquides, et s'élevant peut-être à 0,200 kil., fût complètement employée à la production du lait.

Dans cette production, il faut porter en ligne de compte et réunir les proportions de graisse et d'albumine du fourrage qui sont résorbées: il semblerait, d'après cela, que l'augmentation de la teneur du fourrage en graisse devrait, comme l'élévation de la richesse de ce dernier en albumine, déterminer une influence favorable et bien caractérisée sur la

quantité et la qualité du lait, spécialement sur la teneur de celui-ci en substance grasse. Cependant, les expériences établies jusqu'ici dans cette direction ne confirment pas entièrement cette prévision ; considérés isolément, leurs résultats sont même assez contradictoires. On a fait des essais, à cet égard, à Hohenheim : un fourrage très-pauvre, qui avait provoqué une rapide diminution dans le rendement en lait, ayant été remplacé peu à peu par une addition de matière grasse (d'abord de l'huile de colza et, plus tard, de l'huile de lin), de façon que les animaux en consommèrent, en moyenne, par jour 0,500 kil., la production en lait ne fut nullement augmentée ; bien plus : la teneur centésimale du lait en graisse éprouva une légère réduction et celui-ci devint plus aqueux. A Möckern, l'addition de 0,500 kil. d'huile de colza à une ration déjà riche a déterminé une faible augmentation dans le rendement journalier en lait, d'environ 0,500 litre, tandis que la teneur centésimale de celui-ci en graisse est restée entièrement invariable. Dans d'autres expériences, on observa également une légère progression dans la quantité de lait, s'élevant, en moyenne, à 0,250 litre ; la ration, dans ce cas, consistait exclusivement en foin de pré (environ 12,5 kil. par jour pour 500 kil. poids vif) additionné de 0,500 kil. d'huile de colza, et cependant la quantité totale de la matière sèche du lait diminua, en même temps que sa proportion centésimale en graisse. L'augmentation de la graisse absorbée a exercé une influence beaucoup plus marquée, toutefois moins sur la quan-

tité, que sur la qualité et spécialement sur la teneur en graisse du lait de chèvre, dans des expériences entreprises à Halle : la teneur centésimale du lait en corps gras s'éleva très-notablement par l'addition de graisses sous forme d'huile de pavot, à une ration très-azotée (foin de pré et farine de lin dépouillée de son huile), tandis que l'adjonction de l'huile de pavot, à dose égale, à une ration relativement pauvre en azote (nourriture exclusivement formée de foin de pré), provoqua une diminution de la richesse du lait en substance grasse. Mais il est douteux que les faits observés dans la production du lait de chèvre puissent être généralisés et appliqués en tous points à la vache. La chèvre se comporte, sous plusieurs rapports, d'une manière différente; nous nous bornerons, par exemple, à dire que l'expérience démontre que la chèvre, pour fournir la plus haute production relative en lait, exige, par jour et par 500 kil. poids vivant, au moins 3,1 et jusqu'à 3,4 kil. de protéine brute, c'est-à-dire environ une proportion double de celle suffisant à la vache.

Il importe, dans toute appréciation au sujet de la production du lait, de se rappeler sans cesse que la qualité du produit, plus encore que sa quantité, est, en premier lieu, déterminée par la race et les aptitudes individuelles de l'animal, ainsi que par la constitution de l'organe sécréteur. L'alimentation la mieux choisie et la plus riche est impuissante à transformer le lait, pauvre en graisse, de la vache ordinaire des plaines, en ce lait, généralement plus



gras, que donne la bête des pays montagneux. Tout au plus peut-on réaliser ce résultat par un élevage intelligemment poursuivi dans cette direction ; un simple changement de régime ne peut pas y conduire. Sans prétendre contester une certaine influence exercée par le fourrage sur la qualité du lait, nous pensons cependant que les opinions qui règnent dans la pratique, à ce sujet, reposent fréquemment sur des illusions. Un changement soudain de régime produit souvent des modifications importantes dans la quantité, ainsi que dans la composition du lait et spécialement dans sa teneur en graisse ; mais, sous ce dernier rapport, les différences constatées au début et les oscillations d'un jour à l'autre s'équilibrent d'ordinaire si l'on considère les résultats d'un régime uniforme appliqué pendant une période de longue durée. C'est ce que des observations nombreuses et fréquemment renouvelées, recueillies à Möckern et à Hohenheim, ont établi ; il faut remarquer aussi que ces expériences ont été poursuivies pendant longtemps, qu'elles étaient journalières et que, dans le cours de l'une d'elles seulement, il a été opéré jusqu'à 250 analyses complètes du lait ; les résultats moyens sont donc déduits d'un très-grand nombre d'analyses. Des expériences limitées à de courtes périodes et des analyses isolées de lait n'ont aucune valeur dans la question qui nous occupe, et elles ne peuvent qu'occasionner des erreurs.

Sans doute la qualité du lait a une liaison indéniable avec l'alimentation, en ce sens que celle-ci

fait varier de beaucoup le beurre qui en provient quant à son aspect, à sa consistance, à sa couleur, à sa facilité de conservation, à son arôme et à sa saveur, comme aussi relativement à sa séparation plus ou moins complète du lait. Lorsque le régime est assez pauvre en azote et que le fourrage est moins bien apprécié par l'animal, le beurre offre souvent une consistance plus prononcée et possède un goût moins délicat, qui rappelle celui du suif; on le dit sec et maigre, la stéarine semble y avoir la prépondérance sur les graisses plus molles. On sait que le beurre d'hiver a, en général, une valeur bien inférieure à celui des autres saisons. Au point de vue pratique, l'influence du fourrage semble se révéler par là d'une manière très-marquée, quoique la teneur du lait en graisse n'ait pas éprouvé de modification essentielle. Ajoutons qu'en réalité la teneur du lait en eau et en matière sèche augmente ou diminue souvent, tandis que la composition centésimale de cette dernière reste fixe. Le lait est toujours plus aqueux quand la nourriture est pauvre que lorsqu'elle est entièrement suffisante; en été, lors d'un régime vert abondant et riche en azote, le lait est plus concentré qu'en hiver, quoique la différence ne s'établisse, d'ordinaire, que graduellement et qu'elle n'atteigne pas le degré que l'on suppose généralement. Mais si un changement en plus ou en moins dans la teneur du lait en matière sèche atteint 1/2 ou 1 p. c., et que la proportion centésimale de graisse se modifie dans le même rapport, la totalité du rendement en beurre s'er

ressentira d'une façon marquée. Enfin, nous ne pouvons passer sous silence que, dans certains cas, — et ce fait est explicable, peut-être, par des aptitudes individuelles extraordinaires, — on a observé que le fourrage exerçait une influence spéciale sur la teneur centésimale du lait en corps gras : — à Möckern, par exemple, en opérant sur une vache qui recevait comme fourrage additionnel une forte proportion de farine de graine de palme. Mais, en général, il est certain — et l'on peut déjà se l'expliquer par le mode d'élaboration du lait — que la composition chimique de ce liquide est influencée, en premier lieu, par la constitution de la glande mammaire et, beaucoup moins encore que sa quantité, par la nature et le poids du fourrage absorbé.

Quant à la qualité du lait, et notamment à sa teneur en substance sèche totale, elle est aussi soumise à l'influence de nombreuses circonstances naturelles et assez indépendantes du régime alimentaire. De même que le lait d'une bonne vache laitière, c'est-à-dire d'un animal à rendement considérable, est ordinairement plus aqueux que celui d'une vache produisant moins, de même aussi la proportion centésimale de la substance sèche du lait augmente, pour un animal donné, à mesure que l'époque du vêlage s'éloigne davantage, quoique le rendement total, au point de vue quantitatif, diminue peu à peu. Par contre, la teneur du lait en substance sèche s'abaisse d'une année à l'autre, jusqu'à un certain âge, à mesure que les rendements s'accroissent. La composition du lait varie même, pour un animal donné,

dans le courant de la journée; plus l'intervalle qui sépare les traites est long et plus le lait est aqueux, de façon que s'il y a trois traites par jour, le lait de midi et celui du soir est de qualité très-supérieure à celui recueilli le matin. Les différences dans la constitution du lait sont encore plus frappantes lorsqu'on examine isolément divers échantillons du lait d'une même traite; la première portion est toujours plus aqueuse et moins riche en graisse que le dernier lait de chaque traite. Il est évident que, pour éviter les erreurs d'observation, il faut tenir compte avec soin de ces diverses circonstances lorsqu'il s'agit d'apprécier l'influence d'un fourrage sur la qualité du lait.

Terminons en mentionnant quelques points relatifs aux besoins des vaches laitières en éléments nutritifs *minéraux*. La production du lait souffre considérablement lorsqu'il y a pénurie d'acide phosphorique et de chaux dans les aliments; c'est ce qui résulte clairement d'expériences entreprises à Proskau sur des chèvres : dans de telles conditions, la production du lait cessa rapidement, le misérable état des animaux s'aggrava progressivement et ils succombèrent le 50<sup>e</sup> jour de l'expérience. On a même observé que, si les animaux sont entièrement privés de sels nutritifs, mais richement nourris sous tous les autres rapports, ils périssent plus promptement que lorsqu'on les abandonne à un jeûne complet. On peut déduire d'expériences faites sur la ration d'entretien des bœufs que ceux-ci, pour persévérer

dans un état stationnaire, doivent recevoir, par jour et par 500 kil. poids vivant, environ 0,025 kil. d'acide phosphorique, 0,050 kil. de chaux et 0,100 kil. de potasse; or, 10 litres de lait — quantité qu'une bonne vache laitière du poids vif de 500 kil. peut au moins livrer journallement pendant une longue période — renferment, en moyenne, 0,015 kil. de chaux, 0,020 kil. d'acide phosphorique et 0,017 kil. de potasse. La ration journalière de la vache laitière devrait donc contenir, au minimum, 0,045 kil. d'acide phosphorique, 0,065 kil. de chaux et 0,117 kil. de potasse. Il est inutile de tenir compte ici de la potasse; la proportion prescrite pour la ration d'entretien est déjà très-élevée et, d'ailleurs, ce corps se présente en quantité telle dans tous les aliments végétaux, qu'il n'y a jamais à craindre, dans la pratique, de déficit en cet élément. Au surplus, ce n'est que rarement qu'il peut y avoir lieu de se préoccuper de la nécessité d'un apport spécial en chaux et en acide phosphorique dans l'alimentation des vaches laitières; ainsi, par exemple, 15 kil. de foin de pré de qualité moyenne — quantité qui est peut-être accordée journallement à un poids vivant de 500 kil. — renferment 0,061 kil. d'acide phosphorique, 0,128 kil. de chaux et 0,195 kil. de potasse. Il est possible que, lors d'un régime presque exclusivement formé de paille, de balles de céréales et de racines (ou respectivement de résidus de distillerie et de pulpe de betteraves), il serait à conseiller d'opérer une légère importation de chaux sous forme de craie

lavée ou de pierres calcaires tendres mises à la portée des animaux, de façon qu'ils puissent les lécher. Quant à l'acide phosphorique, il peut parfois faire défaut si le fourrage fibreux consommé (foin et paille) est très-pauvre en cet élément.

Une dose de *sel marin* est particulièrement nécessaire pour le bon entretien des vaches laitières, non-seulement parce que le fourrage est souvent riche en potasse (*voir* page 46), mais aussi et surtout parce que l'intervention du chlorure de sodium entretient l'activité du courant plasmatique, c'est-à-dire la circulation albuminoïde, et lui communique une mobilité plus vive; ces circonstances, comme aussi l'augmentation de la quantité d'eau absorbée qui en résulte, favorisent la production laitière. Si, tout d'abord, l'alimentation étant d'ailleurs suffisante et riche, l'influence favorable du sel marin ne se manifeste pas aussitôt sur la quantité et la qualité du lait, elle se traduit cependant chez les animaux par un meilleur aspect et dans leur état de bien-être et, très-probablement aussi, elle concourt à prolonger le temps pendant lequel on obtient relativement les produits les plus élevés. On sait aussi que le sel marin rend les fourrages plus sapides, stimule l'appétit et améliore, en quelque sorte les aliments de médiocre qualité. Assurément, presque toujours l'administration du sel marin, à la dose de 15 à 30 gr. par jour et par tête, est avantageuse; une proportion plus forte est superflue et peut même, paraît-il, exercer une action nuisible sur la production du lait.

## CHAPITRE XIV

### Le rationnement des jeunes animaux.

Nous considérerons d'abord le rationnement du *veau* et des *jeunes bêtes bovines*. Nous possédons sur ce point de nombreuses observations pratiques, mais il n'a été établi qu'un petit nombre de recherches ayant un caractère scientifique et sur lesquelles on puisse baser des principes généraux. Rapportons seulement une expérience déjà ancienne qui a eu lieu en Saxe. Trois veaux de 14 jours et pesant respectivement 53, 59 et 52 kil. furent nourris, pendant la troisième et la quatrième semaines d'âge, de la manière suivante : le n° 1 reçut, par jour, 6 litres de lait normal de vache et 6 litres de lait de fromage; le n° 2 consomma 10 litres de lait écrémé, et le n° 3 fut nourri au moyen de 8 litres de lait normal et de 1 litre 3/4 de crème. Dans ces conditions, la consommation et l'augmentation en poids ont été, en moyenne, par semaine, savoir :

	Consommation par semaine.				Rapport au r.tif. Kil.	Augmentation en poids par semaine. Kil.	Tenor de la nourriture en substance organique par kilog d'augmenta- tion.
	Sub- stance organ. Kil.	Alburin Kil.	Sucre. Kil.	Graisse. Kil.			
Veau n° 1.	7,400	1,700	4,100	1,600	1 : 4,47	6,00	
» n° 2.	6,200	2,250	3,250	0,700	1 : 2,05		
» n° 3.	9,450	2,300	3,250	3,900	1 :		

Le sucre de lait, ainsi que la graisse du lait ont été considérés, pour le calcul du rapport nutritif, comme ayant le même équivalent que l'amidon. Le lait de vache employé dans ces expériences était assez riche en azote, mais pauvre en graisse (il ne renfermait que 2.6 p. c. de beurre); si le lait avait été entièrement normal, c'est-à-dire d'une composition moyenne, les termes du rapport nutritif auraient été, pour les n<sup>os</sup> 1 et 3, plus écartés encore que ne l'indique le tableau.

L'examen des résultats de l'expérience démontre que l'augmentation en poids vivant de chacun des sujets a été excessivement variable, suivant le régime. Mais la différence a été déterminée bien moins par une action *spécifique* de la graisse contenue en plus ou moins forte proportion dans la nourriture que par l'inégalité dans la quantité totale de la substance organique et surtout par l'écart plus ou moins grand que montrent les rapports nutritifs. Le veau n<sup>o</sup> 2 ayant reçu une ration à rapport nutritif très-resserré, on constate qu'une partie importante de l'albumine des aliments a été entièrement détruite dans l'organisme et brûlée, c'est-à-dire qu'elle n'a pas été fixée; si, le rapport nutritif restant invariable, la quantité totale de la substance organique de la ration avait été un peu plus forte, il est vraisemblable que l'augmentation en poids de l'animal n'aurait guère été plus sensible, tandis qu'une simple addition de graisse à la ration du n<sup>o</sup> 3 a produit un effet extrêmement sensible. L'augmentation de poids qu'a accusé le veau n<sup>o</sup> 1



était satisfaisante ; elle était presque correspondante à la moyenne de celle donnée par les veaux nourris exclusivement au lait doux, quoique la quantité de graisse, ainsi que celle d'albumine, fût proportionnellement faible. Ce résultat prouve que la graisse peut être remplacée, au moins partiellement, quant à ses effets, par des hydrates de carbone qui, dans ce cas-ci, sont représentés par le sucre de lait. Ce résultat offre une valeur pratique réelle : il semble indiquer que, déjà chez le veau très-jeune, on peut remplacer une partie du lait doux — environ la moitié — par du lait ayant, par exemple, servi à la fabrication du fromage, ou peut-être aussi par du lait écrémé dans lequel on aurait dissous du sucre ou auquel on ajouterait de l'amidon, une soupe à farine, etc.

Nous attachons surtout de l'importance, dans l'appréciation des résultats qui précèdent, au rapport nutritif des expériences nos 1 et 3, parce que, sous son influence, il devait y avoir une fixation supérieure en albumine et que, à cause de cette circonstance, le rapide accroissement du poids vivant des animaux est moins explicable par le dépôt direct de la graisse. En général, la graisse ne se dépose que lentement et difficilement dans le corps des animaux très-jeunes ; elle ne peut déterminer une augmentation très-rapide et subite dans le poids vivant, parce qu'elle se substitue généralement à de l'eau, qui est éliminée au dehors en quantité correspondante. Par contre, la fixation d'albumine est presque toujours accompagnée d'une fixation importante en eau,

attendu que la chair musculaire pure et tous les organes garnis de viande — qu'ils soient dépourvus de graisse ou pauvres en cet élément — sont constitués par environ  $\frac{3}{4}$  d'eau et seulement  $\frac{1}{4}$  de substance albuminoïde. Toutefois, le corps des animaux très-jeunes, en cours de rapide accroissement, renferme une proportion d'eau qui, relativement à la substance organique totale, est plus forte encore, ce dont il importe aussi de tenir compte lorsqu'on veut comparer l'effet nutritif qu'exerce un aliment sur des sujets jeunes et sur des animaux plus âgés en ne considérant que l'augmentation du poids vivant.

Il est cependant à supposer qu'il serait difficile, sans en entraver l'effet nutritif, de remplacer *complètement* la graisse du lait par des hydrates de carbone; on sait qu'elle constitue l'aliment respiratoire le plus concentré et, qu'en outre, elle existe dans le lait sous une forme très-digestible et particulièrement appropriée aux besoins de l'animal pendant les premiers jours et les premières semaines de la vie; ajoutons à ces avantages celui qu'offre la grande saveur du lait qui la renferme lorsqu'il possède une composition normale. Le lait naturel constitue donc l'aliment dont la composition doit former le point de départ de l'alimentation des veaux et celui qu'il faut leur destiner, — autant que possible sans mélange, au moins pendant les quatorze premiers jours de vie. Le lait de composition moyenne offre le rapport nutritif  $= 1:4.5$ , dans la supposition que les éléments non azotés comprennent la graisse (3.5 p. c. du lait)

ajoutée au sucre de lait en lui attribuant l'équivalent de l'amidon (facteur = 2.44); mais la composition du lait, notamment sa teneur en graisse (de 2.0 à 5.0 p. c.) variant beaucoup suivant les races et les individus, le rapport nutritif de ce liquide est très-mobile; il oscille de 1 : 3.3 jusqu'à 1 : 5.5. C'est ce qui explique aussi essentiellement les grandes différences souvent constatées dans l'effet nutritif d'égales quantités de lait. En moyenne, le poids vivant du veau augmente dans les quatre à six premières semaines d'âge, de 1 kil. par 10 kil. (environ 10 litres) de bon lait ou 1,250 kil. de substance sèche du lait; au commencement, la quantité de lait est un peu plus faible et, plus tard, elle est un peu supérieure à la moyenne indiquée.

Il est particulièrement important de destiner le lait de la mère à son veau dans les premiers jours qui suivent la parturition, car le colostrum possède une composition essentiellement différente de celle du lait obtenu dans la suite. Le colostrum renferme une proportion beaucoup plus élevée de substance sèche totale; il contient, outre la caséine, une notable quantité d'albumine, mais relativement beaucoup moins de graisse et surtout de sucre; le rapport nutritif est plus resserré que celui du lait normal et la digestibilité de tous les éléments constituants paraît supérieure. Ces différences ont à peu près disparu au bout de huit jours; elles persistent davantage chez les vaches peu abondantes en lait que chez celles à grand rendement; après cette époque,

il est indifférent de donner le lait de la mère à son veau ou de puiser la ration au réservoir commun.

On sait qu'il est d'une extrême importance, pour l'éleveur, d'opérer le sevrage des veaux — c'est-à-dire la transition du régime lacté à un autre mode d'alimentation — de manière qu'il n'y ait point de recul dans l'état général des animaux, mais que ceux-ci continuent régulièrement à gagner en poids pendant la période du sevrage, ou, du moins que l'accroissement reprenne son cours régulier et satisfaisant aussitôt que la transition a eu lieu. Pour cela, le passage d'un régime à un autre doit s'effectuer successivement et il importe de choisir des surrogats parfaitement appropriés sous le rapport de la digestibilité, de l'effet nutritif et de la saveur. Des aliments parfaitement convenables dans ce but sont : au début de l'opération, des graines de lin écrasées et cuites ; plus tard, des tourteaux de lin. L'avoine, l'orge, les germes de malt, les pois égrugés, etc., peuvent également être employés avec succès, tandis qu'en même temps on habitue les animaux à consommer des fourrages fibreux en leur présentant le foin de pré le plus fin et le plus savoureux. Le sevrage est facile et s'opère de lui-même lorsqu'on peut abandonner les veaux sur un bon pâturage répondant entièrement à leurs besoins ; lors de l'alimentation à l'étable, il faut, pendant le sevrage, maintenir un régime dont le rapport nutritif soit correspondant au rapport moyen existant dans le lait, et

on ne peut l'étendre légèrement tout au plus que vers la fin de la période du sevrage. On peut cependant diminuer assez rapidement la graisse donnée lors du régime lacté et la remplacer, en grande partie, par une quantité correspondante d'hydrates de carbone facilement digestibles; il serait toutefois dangereux aussi de trop hâter ce changement. En observant ces indications, le sevrage des veaux est achevé vers la neuvième ou la dixième semaine d'âge, ou plus tôt encore; les veaux des races de poids moyen ayant ainsi atteint la dixième semaine ont un poids vivant de 75 à 100 kil.

Le sevrage terminé, il est bon de continuer encore un régime très-intensif pendant quelque temps et de conserver le rapport nutritif de 1 : 5 jusqu'à 6, ce qui équivaut à la nourriture que le veau recueillerait en un bon pâturage. Dès que les animaux ont atteint l'âge de 6 à 9 mois, on passe peu à peu à une alimentation en quelque sorte plus volumineuse, moins azotée, moins riche en un mot, dans laquelle les racines peuvent être introduites en proportion plus forte. Pour élever de bonnes vaches laitières, notamment, il importe de ne pas soumettre les veaux à un régime très-intensif trop prolongé. Il a été tenu compte de ces divers points dans la détermination des formules de rationnement applicables au jeune bétail figurant en supplément à la suite de cet ouvrage.

L'alimentation des *agneaux* réclame des soins tout particuliers; le poids de ces animaux augmente rela-

tivement plus vite dans le jeune âge que celui des veaux et ils dépérissent très-promptement lorsque le régime est insuffisant. Le choix du fourrage fibreux à donner pendant la période du sevrage, ou immédiatement après celui-ci, doit spécialement attirer l'attention. Les agneaux se développent le mieux sur un bon pâturage ; à la bergerie, on leur donne le foin de prairie le plus tendre et le plus savoureux. Si le foin est grossier, si, ayant été récolté par un temps peu favorable, il a perdu en saveur, les agneaux en consomment de trop faibles quantités, et leur croissance est arrêtée. Déjà lorsque le foin de prairie n'est que de moyenne qualité, il est bon de donner une dose convenable de grains, notamment d'avoine, et une addition d'un aliment approprié plus riche encore en azote. A Hohenheim, on a nourri des agneaux de la race dite bâtarde du Wurtemberg (du cinquième jusqu'au quatorzième mois) les uns d'une manière très-intensive, au moyen de grains, les autres d'abord à l'aide de foin de prairie excellent et, plus tard, avec du regain de prairie ; à cinq périodes diverses de la croissance, on a déterminé exactement les proportions des éléments nutritifs de la ration qui étaient digérées. Les chiffres trouvés ont servi à établir les formules comprises au tableau de rationnement inséré ci-après (page 359) ; ils s'appliquent à des animaux portant une laine de finesse moyenne, pesant sur pied — lorsqu'ils ont acquis leur complet développement — de 45 à 50 kil. par tête, et à mettre finalement en bon état ou dans un état moyen d'entre-

tien. La brebis semble absorber dans le jeune âge et réclamer pour son développement normal une ration journalière proportionnellement plus riche en substances sèches et en éléments nutritifs que le veau ; mais, dans la suite, la richesse du fourrage en ces éléments, et plus particulièrement en substance albuminoïde digestible, diminue d'autant plus rapidement, ce qui naturellement entraîne un ralentissement parallèle et progressif dans l'accroissement du poids vivant.

Nous ne donnerons aucune indication sur les besoins des *jeunes porcs* en matériaux nutritifs, que ces animaux soient élevés pour la reproduction ou destinés, lorsqu'ils auront atteint un certain développement, à être engraisés ; car nous ne connaissons aucune expérience exacte tentée sur ce sujet. Très-fréquemment, dès le jeune âge, les porcs sont nourris si copieusement, qu'ils restent gras malgré leur rapide accroissement ; les données applicables à ces conditions trouveront leur place au chapitre suivant.

C'est en particulier dans l'alimentation du jeune bétail qu'il faut veiller à la richesse des aliments en corps minéraux nutritifs, notamment au point de vue de leur titre en *acide phosphorique* et en *chaux* ; quant aux autres éléments, comme la potasse, la magnésie et le fer, ils existent généralement en proportions suffisantes. D'après les recherches faites, un veau pesant 350 kil. à la fin de la première année d'existence a accumulé environ 6,750 kil. d'acide phosphorique et 7,500 kil. de

chaux, soit, en moyenne, par jour, 18,5 gr. du premier et 20,5 gr. de la seconde. Ce sont presque exactement les quantités et le rapport existant entre elles, que révèle la composition de 10 litres de lait ordinaire de vache, c'est-à-dire de la ration que le veau a consommée pendant les premières semaines de sa vie; en effet, la teneur exacte du lait en ces éléments est respectivement de 17,3 et de 20 gr. De plus, la proportion indiquée d'acide phosphorique s'élève à 30 et souvent jusqu'à 40 p. c. de la teneur totale moyenne du fourrage journallement consommé dans le cours de la première année.

Si l'on peut considérer les matières minérales du lait comme absolument digestibles et comme pouvant, selon les circonstances, être complètement fixées dans le corps animal, il n'en est nullement ainsi pour les éléments minéraux d'autres aliments; en tout cas, il est évident qu'en présence des besoins considérables en acide phosphorique et en chaux que montrent de jeunes animaux à croissance rapide, ces éléments doivent exister en certain excès dans le fourrage, spécialement dans la nourriture qui leur est offerte pendant les premiers mois. C'est à cette condition seulement que tout le système osseux peut acquérir un développement aussi rapide et aussi parfait que possible, d'autant plus que les animaux sont seulement aptes à absorber une faible quantité totale de substance sèche. Le jeune bétail est, d'ordinaire, abondamment nourri au moyen de bon foin de prairie et de grains, et il n'y a pas à craindre alors un manque



de chaux et d'acide phosphorique, les deux fourrages se complétant mutuellement ; en effet, tandis que 1 kil. d'avoine renferme, en moyenne, 6,2 gr. d'acide phosphorique et seulement 1 gr. de chaux, 1 kil. de foin de prairie dose 4,2 gr. d'acide phosphorique et 8,6 gr. de chaux. Mais lorsqu'on administre de fortes quantités de racines et de grains avec plus de paille et de balles que de foin, il y a souvent, d'abord, pénurie en chaux : 1 kil. de pommes de terre ne livre aux animaux que 1,600 gr. d'acide phosphorique et seulement 0,2 gr. de chaux, et 1 kil. de paille de céréale de printemps respectivement 2,0 et 3,6 gr. de ces éléments. C'est alors qu'il est surtout utile de mélanger au fourrage de chaque jour 10 à 20 gr. par tête de craie lessivée, ou de mettre à la portée des animaux des pierres calcaires tendres sur lesquelles ils promènent la langue à volonté. Si les deux éléments minéraux faisaient simultanément défaut, on pourvoirait au manque de l'un et de l'autre au moyen de phosphate de chaux chimiquement préparé ; l'expérience directe a montré qu'il est digéré par les veaux, ainsi que par les agneaux.

Il est à désirer que la ration des jeunes animaux sevrés renferme toujours environ trois fois autant d'acide phosphorique et de chaux que la quantité minimum exigée par les besoins du corps et destinée à être fixée. Sans doute, une insuffisance en ces éléments ne provoquera pas immédiatement l'ostéomalacie ; d'autres influences doivent aussi intervenir pour occasionner cette affection ; mais la croissance

des animaux, malgré une alimentation qui paraît d'ailleurs riche, sera extrêmement entravée et ils dépériront, ainsi que l'établissent clairement quelques expériences (*voir* page 40) faites à Proskau sur des moutons.

## CHAPITRE XV.

### Le rationnement des animaux à l'engrais.

L'engraissement des animaux a plus pour but la formation et le dépôt de *graisse* que la production et la fixation de chair; d'après les expériences entreprises en Angleterre (*voir* page 100), la première se fixe dans le corps animal dans une proportion environ dix fois plus forte que celle constatée pour la seconde. Il faut cependant observer que, dans ces expériences, les animaux dits « maigres » se trouvaient déjà dans un très-bon état de nutrition et même qu'ils étaient, en partie, dans un demi-état d'engraissement; mais s'il n'en est pas ainsi, il y a, notamment dans la première moitié de la période d'engraissement, un dépôt d'albumine (chair) qui élève proportionnellement la quantité formée. Nous avons exposé précédemment (*voir* pages 73 et 106) les lois générales de la formation de la chair et de la graisse; il nous reste à attirer l'attention sur quelques points particulièrement importants de l'engraissement.

Des *bœufs* surmenés, pauvres en chair et en

graisse, ne se laissent pas engraisser de suite et promptement; ils doivent préalablement avoir été bien nourris et mis dans un bon état de viande. Il est impossible d'enrichir le corps en chair et en graisse s'il ne possède pas déjà une certaine quantité d'albumine des organes et d'albumine de circulation, — quantité qui, de plus, ne peut être trop faible; c'est ainsi seulement que l'organisme devient apte à digérer, à résorber et à déposer beaucoup d'albumine et de graisse. Pour amener ce bon état de nutrition lorsqu'il n'a pas été établi par le régime qui a précédé, on peut, par exemple, donner au bœuf, 15 jours ou 3 semaines durant, une ration dans laquelle domine le foin de trèfle avec une addition modérée de grain concassé et de tourteaux de colza (ou bien des résidus de distillerie, de la drèche, des germes d'orge maltée, des féveroles égrugées, etc.); on combine ce régime de façon que la ration journalière renferme, par 500 kil. de poids vivant, 1,250 kil. d'albumine digestible et 6,250 kil. d'éléments nutritifs non azotés; le rapport nutritif, alors assez resserré, est = 1 : 5.

Ce régime préparatoire est suivi de l'engraissement proprement dit; on élève préalablement non pas la quantité d'albumine, mais uniquement celle des éléments nutritifs non azotés, en la portant de 6,250 kil. à environ 8,125 kil., ce qui abaisse le rapport nutritif = 1 : 6.5. Par là, on diminue le courant d'albumine de circulation et la transformation de celle-ci, dont une grande partie, ainsi qu'une

fraction de l'albumine introduite avec le fourrage se fixent définitivement dans les organes. Mais, en même temps, la graisse préexistant dans le fourrage ou celle de nouvelle formation originaire de l'albumine et qui a été résorbée, est protégée contre la combustion et elle se dépose également dans les tissus qu'elle imprègne. Le dépôt de la graisse s'opère notamment avec plus de facilité dans un organisme qui a été bien préparé que dans un corps peu charnu et relativement pauvre en albumine des organes.

Aussitôt qu'il s'est accumulé dans le corps, à côté de la chair, une quantité assez notable de graisse, lorsque la période d'engraissement est parvenue environ au tiers de sa durée, il est convenable d'élever peu à peu la quantité d'albumine de la ration jusqu'à environ 1,500 kil. et de ramener ainsi le rapport nutritif général du régime = 1 : 5.5. Par là, on approvisionne le corps en matériaux plus abondants nécessaires à l'élaboration de la graisse de nouvelle formation, ce qui est d'autant plus essentiel que la fixation de ce corps rencontre plus de difficultés à mesure qu'il s'accumule davantage dans les organes, tandis que, d'un autre côté, il n'y a pas à redouter une augmentation exagérée du courant d'albumine de circulation si le corps est déjà pourvu d'une assez grande proportion de graisse. Le régime présentant la composition qui vient d'être indiquée doit être regardé comme la ration d'engraissement proprement dite et il faut le maintenir pendant longtemps sans modification.

Il est d'usage, dans la pratique, de présenter aux animaux, vers la fin de l'engraissement, une ration un peu moins azotée; ainsi, par exemple, on remplace peut-être les tourteaux d'huile ou d'autres aliments très-azotés, donnés jusque-là, par du grain concassé. Assurément, on peut, par ce moyen, réaliser un avantage essentiel si — comme le cas doit se présenter assez fréquemment — on augmente ainsi la saveur des aliments consommés et peut-être aussi leur teneur en éléments nutritifs digestibles. Il est, en outre, possible qu'en écartant davantage les deux termes du rapport nutritif vers la fin de l'engraissement, on favorise la fixation d'une quantité correspondante d'albumine sans que la masse grasseuse du corps en éprouve un préjudice. Cependant, il n'est pas à conseiller d'étendre le rapport nutritif au delà de 1 à 6.

L'augmentation de la proportion de *substance grasse* renfermée dans la ration — par exemple par l'addition d'huile de colza dans la proportion, par tête et par jour, de 0,250 à 0,500 kil. pour des bœufs d'engrais et de 30 à 40 gr. pour des porcs — a parfois été opérée, dans des expériences directes, avec un très-grand succès; on a notamment observé qu'il en résultait un rapide accroissement du poids vivant et, surtout, lorsque le rapport nutritif était plus resserré. Nous savons que, par ce moyen, on favorise à la fois le dépôt d'albumine et celui de la graisse, et une addition semblable se recommande spécialement dans la seconde, ainsi que dans la prin-

cipale période de l'engraissement ; la ration en devient plus intensive. Néanmoins, l'addition en nature d'huile de colza ou de toute autre graisse n'a jusqu'ici, ce semble, trouvé nulle part une application pratique ; les graisses pures du commerce que l'on pourrait consacrer à ce but sont trop coûteuses. Du reste, leur influence favorable dans l'engraissement est loin d'être assurée et il n'est même pas rare qu'un tel supplément ne produise des effets nuisibles à l'appétit et à la faculté digestive des animaux, spécialement du gros bétail ; ces inconvénients sont à craindre lorsque la dose d'huile est seulement un peu exagérée et que l'usage en est trop prolongé. Quoi qu'il en soit, la teneur en graisse de la ration d'engraissement mérite de fixer l'attention et il faut sans cesse s'efforcer de l'élever dans des limites convenables, surtout lorsque le rapport nutritif est resserré ; c'est ce qu'on obtient à peu de frais par un emploi judicieux des diverses espèces de tourteaux de graines oléagineuses et aussi, suivant les circonstances, par l'addition de petites quantités de semences huileuses.

Il est particulièrement important, dans l'engraissement, de porter les animaux à absorber les plus fortes quantités possibles de fourrages riches et facilement digestibles, c'est-à-dire d'augmenter la saveur de la nourriture. On atteint ce but par une préparation appropriée de la ration et, parfois aussi, avec le secours d'une dose convenable de *sel marin*. On obtient souvent de grands avantages en commu-

niquant plus de sapidité aux aliments, quoique celle-ci n'élève point le degré de digestibilité ou l'effet nutritif proprement dit de la masse alimentaire. La ration d'engraissement possédant un haut titre en éléments nutritifs, on peut évidemment lui associer une assez forte proportion de sel, surtout lorsqu'il s'agit de faire consommer de fortes quantités de pommes de terre, de pulpes de betteraves ou de résidus provenant de la fabrication du sucre par la diffusion; cependant, il ne faut pas, se laissant guider uniquement par le désir de communiquer de la saveur aux fourrages, exagérer les doses de sel, parce que ce corps, par son action directe et en stimulant la soif des animaux et l'absorption d'eau, active les transformations organiques et peut ainsi occasionner une utilisation moins complète de la ration. Il faut aussi éviter l'emploi de fourrages trop aqueux si l'on veut obtenir dans l'engraissement le meilleur résultat possible; on ne devrait pas dépasser, dans l'engraissement de l'espèce bovine, une proportion d'eau s'élevant, relativement à la quantité de substance sèche, au delà du rapport de 4 p. et jusqu'à 5 p. de matière sèche pour 1 partie d'eau dans la ration entière, et, dans l'engraissement du mouton, celui de 2 : 1 jusqu'à 3 : 1.

Presque tous les essais d'engraissement entrepris en ces derniers temps, sur les *moutons*, par exemple, aux stations expérimentales de Weende, de Brunswick, de Dresde, de Hohenheim, etc., concluent formellement en faveur d'un régime alimen-

taire plus riche en azote. Non-seulement alors l'accroissement en poids vivant a été plus rapide qu'avec une alimentation moins azotée, mais les résultats de l'abatage ont aussi montré qu'il s'était accumulé dans le corps une proportion bien supérieure de suif et de graisse (comparez page 100). La pratique confirme ce résultat; on sait qu'on obtient d'excellents effets des féveroles concassées lorsqu'on les emploie associées à du bon foin de prairie, dans la proportion journalière de 0,500 kil. pour un mouton d'un grand poids. Pour le surplus, les règles générales énoncées à l'examen de l'engraissement du bœuf sont applicables à celui du mouton. Cependant, comme le mouton se trouve habituellement, au début de l'opération, dans un bon état de nutrition, on peut souvent abandonner le régime préparatoire et passer plus rapidement de la ration initiale, légèrement plus pauvre en azote (rapport nutritif d'environ 1 à 5.5), à la ration effective et plus azotée d'engraissement (1 : 5 et 1 : 4.5) et maintenir cette dernière d'autant plus longtemps.

Nous avons déjà mentionné qu'une bonne ration d'engraissement du mouton ne peut pas être trop aqueuse; de fortes quantités de résidus de distillerie et même de betteraves sont beaucoup moins bien utilisées par cet animal que par le bœuf. Par contre, on peut, lorsqu'il s'agit de la consommation de pommes de terre, réaliser un rapport plus favorable entre la matière sèche et l'eau de la ration entière et obtenir, par exemple, la relation de 1 de



la première pour 2 et jusqu'à 3 de la seconde. Le meilleur résultat est fourni dans l'engraissement du mouton, en composant la ration de bon foin de pré additionné de grains concassés ou de petits grains bien choisis.

Relativement à son poids vivant, le mouton peut absorber une quantité totale de substance sèche supérieure à celle admise pour le bœuf et supporter aussi un régime plus intensif que ce dernier. Cependant, pour l'une et l'autre espèce, on obtiendra généralement le plus d'avantages en combinant la ration journalière d'engraissement de façon qu'elle renferme, au début de l'opération, par 500 kil. de poids vivant, une somme totale d'éléments nutritifs s'élevant de 9 à 10 kil.; toutes les autres conditions étant d'ailleurs favorables, on constatera alors, pour les moutons, un accroissement en poids de 10 à 12 kil. pour 100 kil. de corps nutritifs consommés; il sera peut-être plus considérable encore pour des bœufs. Mais les diverses races de moutons diffèrent extrêmement sous le rapport des quantités de fourrages qu'elles consomment et de l'effet nutritif qui en résulte; les grandes races, spécialement les types anglais, possèdent, en général, une aptitude à l'engraissement plus prononcée que les races petites et fines, quoique, à identité d'âge et d'état de santé, le pouvoir digestif soit à peu près égal pour les unes et les autres (*voir* page 158). Des expériences directes entreprises à Weende, à Dresde et à Proskau ont démontré qu'en effet le mouton Southdown est d'un

engraissement plus facile et plus rapide que le mouton mérinos et que le croisement Rambouillet-Negretti est préférable, sous ce rapport, au Negretti pur sang.

Le mouton s'engraisse le plus rapidement lorsqu'il a atteint l'âge de 1 an 1/2 à 3 ans. Comme tous les animaux jeunes, en cours de rapide croissance, les moutons d'un an d'âge ou environ accusent, à régime égal et pour une somme donnée de matériaux nutritifs consommés, une augmentation de poids supérieure à celle constatée pour des sujets plus âgés ; mais il ne sont pas aussi convenables pour la boucherie : leur corps est plus imprégné d'eau, le poids à l'abatage, et notamment la proportion de graisse, sont moins élevés. Ainsi que diverses expériences faites à Hohenheim l'ont montré, on peut, en soumettant, pendant huit à neuf mois, des agneaux de moins d'un an à un régime très-intensif, les porter à grands frais à un état de graisse réalisable en un délai beaucoup plus restreint — en trois mois tout au plus — si l'on opère sur des moutons d'un âge plus avancé. On obtient les résultats les plus favorables de l'engraissement, sous le rapport du poids et spécialement de la qualité des produits, en opérant sur des animaux d'un âge moyen ; lorsque le mouton a atteint son complet développement et qu'il est mis à l'engrais vers 4 ans ou plus tard encore, il se dépose facilement, il est vrai, aux reins et à l'intestin une forte quantité de suif, mais la viande est loin de posséder la finesse de goût de celle provenant d'animaux plus jeunes.

Signalons aussi le fait remarquable, bien connu et que des expérimentations exactes ont souvent confirmé, que le poids vif des moutons à l'engrais augmente beaucoup plus rapidement à la suite de la *tonte*. On a aussi observé à Brunswick que, tandis qu'avant l'enlèvement de la toison l'aliment plus azoté exerçait une influence visiblement plus favorable que le fourrage moins azoté, après la tonte, au contraire, les différences dans l'augmentation de poids produites par les deux régimes comparés s'équilibraient presque entièrement ; l'action spéciale à chacun d'eux n'était plus reconnaissable qu'aux résultats de l'abatage. L'augmentation plus rapide qu'éprouve le poids des moutons à l'engrais par suite de la tonte — la qualité de la ration étant invariable — résulte d'abord simplement d'une surexcitation de l'appétit, qui détermine une absorption journalière d'aliments plus considérable. Il a même été observé, dans une expérience faite à Weende, que, la masse alimentaire ingérée restant presque la même, l'accroissement en poids était beaucoup plus marqué après la tonte qu'avant cette opération ; il est toutefois remarquable que, dans ce cas, les animaux absorbèrent moins d'eau de boisson, ce qui peut avoir déterminé une meilleure utilisation du fourrage et une fixation correspondante supérieure d'éléments organiques (*comparez* pages 79 et 107). Quoi qu'il en soit, il est parfaitement rationnel, pour obtenir un résultat plus avantageux de l'opération, de dépouiller les moutons de leur toison avant

ou vers le milieu de la période d'engraissement.

Dans les formules de rationnement établies pour les *porcs à l'engrais*, les deux termes du rapport nutritif offrent un écart qui s'accroît avec la progression de l'engraissement. Celles dont les termes du rapport nutritif sont les plus éloignés, l'un de l'autre ont été reconnues comme étant applicables à l'engraissement des porcs en général, et spécialement à la fin de l'opération; le lard est de meilleure qualité et il est plus ferme; les animaux paraissent aussi moins exposés aux maladies que sous l'influence d'un régime plus azoté.

Si le porc, d'ailleurs maigre, est mis à l'engrais lorsqu'il a atteint un assez complet développement, il consomme tout d'abord une énorme quantité de fourrage, s'élevant par jour à 40 kil. et au delà de substance sèche par 1,000 kil. de poids vivant, et son poids s'accroît rapidement dans une mesure correspondante; mais la consommation diminue de plus en plus avec le progrès de l'engraissement et, finalement, elle est à peine aussi élevée que celle des animaux à l'engrais de la classe des ruminants. Ce fait est encore plus frappant lorsque, suivant l'usage ordinaire, on soumet le porc dès le jeune âge, et aussitôt qu'il est déshabitué du lait maternel, à un régime complet d'engraissement et qu'il atteint, à l'âge d'un an, un poids vivant d'environ 150 kil. Dans ce cas — si l'animal appartient à une race possédant suffisamment d'aptitude à l'engraissement et qu'il est convenablement nourri — la production peut s'éle-

ver, en moyenne, à 100 kil. de poids vivant pour 400 kil. de substance sèche consommée; elle est de 300 à 400 kil. dans les premiers mois et de 400 à 500 kil. dans les mois suivants, comme l'ont établi les expériences faites à Weidlitz, à Kuschen, à Pommritz, à Hohenheim, etc. Les animaux plus âgés, ou cochons à lard proprement dits, semblent réclamer, pour une production analogue, des matériaux plus abondants, soit au moins 500 à 600 kil. de substance sèche dans le fourrage.

Il est à remarquer, relativement aux formules de rationnement figurant à la fin de l'ouvrage, — formules déduites des résultats de l'expérience directe, — que le régime assez azoté qu'elles indiquent pour les premiers mois de vie, tout en déterminant l'accroissement en poids le plus rapide, n'est cependant pas sans offrir quelque danger. En effet, on peut craindre — bien plus que si le régime est plus pauvre en azote — la réplétion de l'estomac et des affections diverses, spécialement des paralysies. Nous conseillons donc, pour plus de sécurité, de réduire parfois légèrement les quantités d'albumine indiquées, en adoptant, au commencement, le rapport nutritif de 1 : 4.5 ou de 1 : 5 et de l'étendre peu à peu, à partir du sixième mois, de manière à arriver, finalement, à celui de 1 : 6.5. On peut contribuer beaucoup aussi au maintien d'une bonne santé en administrant chaque jour aux animaux, associée au fourrage, une petite quantité de craie pulvérisée et lavée (8 à 10 gr. par tête) ou seulement de cendre de bois

lessivée. On ne devrait jamais négliger d'offrir un tel supplément aux jeunes porcs à l'engrais âgés de moins d'un an, parce que leurs aliments, bien qu'ordinairement riches en acide phosphorique, renferment proportionnellement une très-faible quantité de chaux.

Il est évident que l'on parvient facilement, au moyen d'aliments très-divers, à établir des rations renfermant les quantités d'éléments nutritifs et présentant les rapports respectifs prescrits pour le but que l'on a chaque fois en vue. C'est, tout d'abord, l'expérience pratique qui doit guider dans le choix des combinaisons les mieux appropriées et les plus économiques. Touchant le porc à l'engrais, rappelons seulement que l'orge concassée, le maïs concassé et les pois égrugés — ces derniers donnés seuls ou en mélange avec des pommes de terre cuites — ont été très-efficaces, tandis que l'avoine concassée et les sons, administrés en fortes quantités, ont fourni des résultats bien moins satisfaisants. Cependant, il paraît que l'on peut arriver à augmenter considérablement la valeur nutritive d'un aliment peu estimé du porc en y additionnant modérément du lait écrémé ou même du lait de fromage. En général, d'ailleurs, les bas-produits de laiterie ont une grande valeur pour améliorer les mélanges alimentaires destinés aux porcs à l'engrais.

## CHAPITRE XVI.

### Observations sur les tableaux joints en supplément à cet ouvrage. — Calcul des rations.

Le tableau présentant la composition moyenne des fourrages et leur teneur en éléments nutritifs a été entièrement revu et complété en vue du but que l'on s'est proposé dans ce travail. Il nous reste encore à insister sur les points suivants :

1. Beaucoup d'espèces de fourrages fibreux, notamment le foin de prairie, les pailles diverses, ainsi que les balles des céréales, posséderaient, en moyenne, d'après les nouvelles analyses, un titre *un peu supérieur pour l'azote* — mais *plus faible pour la cellulose brute* — à celui que l'on était tenté d'adopter d'après les résultats des recherches antérieures. Dans celles-ci, en effet, la quantité de cellulose brute ressortait à un chiffre trop élevé, parce que, depuis l'année 1863 seulement, on a pris pour règle de déduire de la proportion de cellulose brute accusée par l'analyse non-seulement les substances minérales qu'elle contient, mais aussi la quantité de substance protéique correspondant à sa teneur en azote. De plus, les données fournies autrefois sur le titre en *matières minérales* de divers fourrages, par exemple des trèfles et des plantes-racines, ont souvent accusé des chiffres exagérés, parce que l'on n'accordait pas

l'attention nécessaire à l'acide carbonique des cendres.

2. Pour le foin de pré et le trèfle, ainsi que pour la paille et quelques autres fourrages fibreux et verts d'un emploi général, nous avons cru devoir énumérer des *compositions différentes*, en raison de la diversité des qualités qu'ils présentent. La composition moyenne de chaque espèce a été déduite des résultats des analyses les plus récentes. Il sera facile, dans la pratique, de reconnaître à quelle classe appartient le fourrage que l'on considère. Le foin de prairie de la qualité la plus *inférieure* est obtenu en sols médiocres (terres marécageuses, sols tourbeux) et il dépend de la nature du terrain; on obtient un produit de même catégorie dans les prairies ombragées, occupant des dépressions de terrain, là où la végétation revêt le caractère spécial que communiquent les graminées aigres, les mousses, etc.; enfin, l'herbe coupée dans une période déjà avancée de développement ou dont la récolte a été contrariée par des intempéries atmosphériques défavorables appartient à la même classe. Ces dernières influences portent un préjudice plus grave encore à la qualité du foin de trèfle qu'à celle du foin de pré. Quant à la paille, il est reconnu que celle qui est grossière, à brins rigides et qui a été récoltée à la complète maturité possède un effet nutritif très-inférieur à celle coupée de bonne heure et dont les chaumes, plus serrés sur le champ, ont acquis moins de vigueur; la nature du sol et son état de fumure ont également une



influence essentielle sur la qualité de la paille fourragère. La composition élémentaire centésimale des fourrages fibreux, insérée au tableau final, n'indique aucunement la teneur minimum ou maximum que chaque élément nutritif peut atteindre; avant de donner avec certitude la composition moyenne effective des fourrages, ainsi que les limites extrêmes des oscillations qui peuvent se produire dans les proportions des éléments, dans des conditions même assez normales, il est absolument nécessaire de posséder un résumé systématique bien coordonné de toutes les analyses faites jusqu'ici, avec des indications aussi précises que possible sur la substance examinée: or, un tel travail fait malheureusement encore défaut.

3. Nous avons calculé la richesse en substance réellement *digestible* de chaque fourrage, c'est-à-dire sa teneur en albumine, en hydrate de carbone et en graisse. Les résultats moyens obtenus, jusqu'ici, par des expériences directes tentées sur les animaux domestiques, au sujet de la digestibilité des aliments, ont été condensés et insérés précédemment (pages 179 et suivantes). Nous avons indiqué à cette occasion les règles générales à suivre dans le calcul du rationnement. Il ne nous a pas été possible d'obtenir des chiffres d'expériences directes sur la teneur de tous les fourrages en substance digestible, car les travaux sur ce point ne sont pas encore assez multipliés. Néanmoins, comme ils ont porté, en nombre considérable, sur les principaux représentants des divers groupes d'aliments,

ils paraissent livrer des points de repère suffisants pour les calculs. Les chiffres que nous indiquons ont été obtenus par comparaison et après un minutieux examen de tous les résultats des expérimentations connues ; cependant, ils ne peuvent être considérés que comme approximativement exacts et ils recevront dans l'avenir — de même que les données sur la composition moyenne des divers fourrages — de fréquentes modifications. Mais il fallait un début ; c'est par là seulement qu'on arrivera à tracer un tableau facilement intelligible des lois générales de la nutrition et à consolider de plus en plus l'édifice de l'alimentation rationnelle des animaux domestiques.

4. Le *rapport nutritif* indiqué concerne les éléments azotés et non azotés digestibles contenus dans les fourrages, c'est-à-dire les composés nutritifs organiques proprement dits ; la substance grasse digestible a été ajoutée aux hydrates de carbone, après avoir été convertie en son équivalent en amidon.

5. Dans le calcul de la valeur relative des fourrages exprimée *en argent*, nous n'avons, de nouveau, tenu compte que des éléments digestibles, en attribuant partout, par kilogramme, un prix de 60 centimes à l'albumine, de 10 centimes aux hydrates de carbone et de 25 centimes à la graisse. Il nous a paru que nous pouvions baser le prix de l'albumine et des hydrates de carbone sur le rapport nutritif généralement admis (=1: 6) lorsque les animaux domestiques sont soumis à une bonne alimentation de production ; celui de la graisse a été simplement déduit de la

valeur respiratoire de cet élément comparée à celle de l'amidon. Nous n'entendons nullement par là refuser à la graisse, considérée comme telle, selon la destination qui lui est donnée, une valeur spécifique supérieure au taux ainsi calculé ; mais l'équilibre se rétablit si l'on considère, d'autre part, que les hydrates de carbone, pour prévenir la destruction de la graisse du corps, exercent une influence bien supérieure à celle qui résulterait de leur évaluation numérique en raison de leur équivalent respiratoire. De plus, nous avons assigné une valeur égale aux mêmes éléments digestibles des denrées alimentaires, sans faire de distinction entre eux selon qu'il s'agissait d'aliments concentrés, de fourrages fibreux ou autres. Pour autant que l'état actuel des connaissances permet d'en juger, il nous paraît que — lorsqu'il est question de corps digestibles, c'est-à-dire de ceux pénétrant dans le courant des liquides organiques — il doit être indifférent, au point de vue de leur valeur et de leurs effets utiles, qu'ils soient originaires d'un grain quelconque ou d'un aliment moins concentré. S'agit-il, par exemple, de l'albumine, sa provenance ne peut pas modifier sa valeur nutritive absolue ; la quantité relative dans laquelle elle se présente et peut-être la rapidité de sa digestion peuvent seulement entrer ici en considération. Sans doute, les valeurs trouvées et les chiffres obtenus par ce mode de calcul ne concordent pas, pour tous les aliments, avec les prix courants ordinaires ; sous ce rapport, les comparai-

sons ne sont possibles qu'entre les denrées alimentaires qui servent exclusivement à l'entretien du bétail. Il ne peut être question de dresser un parallèle entre les prix ainsi trouvés et le prix vénal, pour des produits qui entrent aussi dans l'alimentation humaine ou qui reçoivent des emplois industriels, — circonstances qui agissent naturellement d'une manière très-diverse sur les prix du marché et qui soumettent ceux-ci, suivant les circonstances, à des oscillations plus ou moins prononcées. Il y a cependant un intérêt pratique réel à connaître la valeur approximative, traduite en argent, des produits agricoles livrés à l'industrie; on peut ainsi établir des comparaisons avec les résultats qu'accuse leur consommation directe par des animaux rationnellement nourris, c'est-à-dire qui mettent ces produits en valeur dans des conditions en rapport permanent avec leurs besoins en éléments nutritifs.

Quel que soit le but de l'entretien du bétail, il est indispensable, pour obtenir le produit relatif le plus élevé possible de la masse alimentaire, de composer la ration journalière de façon qu'elle renferme une certaine somme d'éléments digestibles et que ceux-ci y existent entre eux dans un rapport nutritif judicieux. Il ne peut être question de porter les fourrages à leur degré maximum d'utilisation que si les divers aliments sont convenablement associés eu égard à la substance sèche totale qu'ils contiennent, à leur richesse en éléments nutritifs, ainsi qu'aux propriétés spécifiques qu'ils peuvent

posséder. Le second tableau du supplément joint à l'ouvrage présente les quantités des éléments nutritifs que les expériences et les recherches les plus récentes ont révélées comme étant les mieux appropriées aux *buts principaux* poursuivis dans l'alimentation. Nous avons exposé précédemment les règles suivies pour le calcul des données qui y figurent : ajoutons quelques exemples destinés à en montrer l'application, en répétant encore, à ce sujet, que les facteurs de rationnement établis ont uniquement pour but de servir de guide et qu'il n'est pas nécessaire de réaliser minutieusement une concordance parfaite pour tous les chiffres :

1. Le mouton se maintient constamment en bon état d'entretien et il produit la quantité relative de laine la plus élevée lorsque, étant nourri exclusivement au moyen de foin de prairie de qualité moyenne, il est donné aux animaux de grande race, par 1,000 *kil. poids vivant*, une ration journalière de 25 kil. et, aux animaux de race plus fine, de 28 kil. de ce fourrage. D'après notre tableau, ces quantités contiennent en substance organique totale et, celle-ci, en éléments nutritifs, savoir :

	Substance organique.	Albumine.	Hydrates de carbone.	Graisse
	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
<b>A. — Grandes races :</b>				
25 kil. foin de prairie . . .	19,9	1,35	10,3	0,22
Facteurs de rationnement (tabl. II)	20,0	1,2	10,2	0,20
<b>B. — Petites races :</b>				
28 kil. foin de prairie . . .	22,3	1,51	11,5	0,25
Facteurs de rationnement (tabl. II)	22,5	1,5	11,3	0,25

Si le foin de prairie présente une composition

*inférieure* à la précédente (*voir* le tableau), on obtient une concordance suffisante avec les facteurs normaux que nous indiquons, en formant, pour les grandes races, une ration composée de 25 kil. de foin et de 5 kil. de pommes de terre :

	Substance organique. Kil.	Albumine. Kil.	Hydrates de carbone. Kil.	Graisse. Kil.
25 kil. foin de prairie	20,1	1,15	9,10	0,15
5 kil. pommes de terre	1,2	0,11	1,03	0,02
Totaux.	21,3	1,26	10,13	0,17

On sait que, dans la pratique, on garnit fréquemment les râteliers au moyen de paille de céréales et de légumineuses, que les animaux dépouillent à leur gré, et que, sous l'influence de ce régime exclusif, il n'est pas rare de voir les moutons se maintenir en bon état d'entretien. On peut comprendre — et l'expérience directe qui en a été faite à Hohenheim le confirme — que les parties enlevées ont, au moins, une constitution et une composition aussi favorables que celles attribuées, dans notre tableau, à la paille-fourrage qualifiée « très-bonne ». En admettant que les moutons de grandes races prélèvent alors de chacune de ces pailles des quantités égales de substance, soit, par jour et par 1,000 kil. poids vivant, un poids de 15 kil. de matière, ils y puisent en principes nutritifs, savoir :

	Substance organique. Kil.	Albumine. Kil.	Hydrates de carbone. Kil.	Graisse. Kil.
15 kil. de paille de céréales	11,9	0,39	5,54	0,12
15 » de légumineuses	11,8	0,75	5,28	0,09
Totaux.	23,7	1,14	10,82	0,21

On voit que les conditions alimentaires ne diffèrent guère, dans ce cas, de celles qu'indiquent les facteurs de rationnement; mais on obtient encore une coïncidence plus exacte et, de tous points, plus satisfaisante si, abaissant la quantité de paille de céréales à 13 kil., on supplée la différence par une addition de 0,500 kil. de tourteaux de colza; la ration se calcule alors comme suit :

	Substance organique. Kil.	Albumine. Kil.	Hydrates de carbone. Kil.	Graisse. Kil.
13 kil. de paille de céréales	10,4	0,34	4,80	0,10
15 » » de légumineuses	11,8	0,75	5,28	0,09
1/2 » de tourteaux de colza.	0,4	0,12	0,09	0,04
Totaux.	22,6	1,21	10,17	0,23

L'emploi exclusif de paille de céréales présentée au râtelier avec addition de pommes de terre et de tourteaux de colza fournit également une bonne ration d'entretien pour le mouton; ainsi, par exemple :

	Substance organique. Kil.	Albumine. Kil.	Hydrates de carbone. Kil.	Graisse. Kil.
20 kil. paille de céréales .	15,8	0,52	7,38	0,16
15 » pommes de terre	3,6	0,33	3,09	0,04
1 1/2 » tourteaux de colza.	1,2	0,36	0,27	0,12
Totaux.	20,6	1,21	10,74	0,32

Si les animaux enlèvent une quantité de paille inférieure à celle qui vient d'être indiquée, il faut majorer, dans un rapport correspondant, la proportion de pommes de terre et de tourteau de colza; il est facile de comprendre que l'on peut

remplacer ce dernier par des quantités corrélatives d'autres espèces de tourteaux, par des féveroles concassées ou par des aliments azotés divers, sans, pour cela, modifier la proportion des principes nutritifs.

La quotité de paille enlevée par les moutons se déduit facilement de la comparaison des restes non consommés avec les quantités mises au râtelier. Lorsque le fourrage fibreux entrant dans la ration consiste exclusivement en bon foin, — comme le cas se présente fréquemment dans l'*engraissement* du mouton, — il est facile de combiner le mélange total de manière qu'il soit entièrement consommé du jour au lendemain, tout en exerçant un bon effet nutritif. Ainsi, par exemple, on obtient un rapport nutritif parfaitement concordant avec les facteurs de rationnement établis pour les moutons d'engrais en associant du foin de prairie de qualité moyenne à des betteraves fourragères et à des féveroles, notamment par l'addition d'une faible dose de graine de lin. En supposant que l'on donne journallement les proportions suivantes de fourrage par 1,000 kil. de poids vivant, il vient :

	Substance organique.	Albumine.	Hydrates de carbone.	Graisse.
	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
20 kil. foin de prairie	15,9	1,08	8,22	0,18
50 betteraves fourragères	5,6	0,55	4,55	0,05
$\frac{1}{2}$ féveroles .	4,8	1,27	2,40	0,08
$\frac{1}{2}$ » graine de lin	0,4	0,09	0,08	0,18
Totaux.	26,7	2,99	15,25	0,49
Facteurs de rationnement.	26,0	3,00	15,20	0,50

Lorsque la ration est plus intensive, surtout dans



la deuxième période de l'engraissement, il convient de substituer, par exemple, 3,500 kil. de féveroles concassées à 5 kil. de foin, et le régime journalier s'établit alors comme suit :

	Substance organique.	Albumine.	Hydrates de carbone.	Graisse.
	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
45 kil. foin de prairie . . .	11,9	0,81	6,16	0,14
0 betteraves fourragères	5,6	0,55	4,55	0,05
9 > féveroles .	7,2	2,07	3,92	0,13
$\frac{1}{2}$ > graine de lin	0,4	0,09	0,08	0,18
Totaux.	<u>25,1</u>	<u>3,52</u>	<u>14,71</u>	<u>0,50</u>
Facteurs de rationnement.	25,0	3,5	14,4	0,6

Dans certaines contrées, il est d'usage, dans l'engraissement des moutons, de leur laisser consommer jusqu'à complète satiété du foin de prairie, auquel on ajoute, par tête, 0,500 kil. de féveroles ramollies par le gonflement dans l'eau; le rapport nutritif se resserre alors davantage encore, il devient = 1 : 4.0 et même = 1 : 3.5. Par ce régime, l'engraissement est rapide et, d'ailleurs, le mouton à l'engrais, en particulier supporte généralement bien une ration très-azotée et il l'utilise avantageusement (comparez page 100); mais il est indubitable que le succès est souvent plus rémunérateur encore si, observant les formules de rationnement indiquées, on présente journellement aux animaux les plus fortes proportions possibles de substance digestible dans une relation nutritive un peu plus lâche. Néanmoins, il faut éviter un rapport nutritif dont les deux termes sont trop écartés, et nous considérons comme peu avantageux de dépasser, dans l'engraissement du mouton, le rapport de 1 : 5.5.

2. Rappelons, au sujet de la *vache*, qu'il ne suffit pas, pour en obtenir le rendement en lait le plus élevé possible, tout en la maintenant dans un bon état moyen de nutrition, de lui faire consommer exclusivement du foin de prairie de qualité moyenne : la quantité d'albumine contenue dans le fourrage serait trop faible. Pour atteindre le but signalé, il faut soit un bon pâturage, soit un foin de prairie de qualité intermédiaire entre les deux espèces qualifiées, au tableau final, « très-bon » et « excellent ». Avec un tel fourrage, donné à raison de 30 kil. de masse séchée à l'air pour 1,000 kil. de poids vivant et par jour, on présente aux animaux presque exactement autant d'éléments nutritifs qu'il en est contenu dans les formules proposées, — formules établies en vue d'assurer la production la plus forte possible en lait réunissant les qualités les plus élevées. Cette comparaison fournit, en effet, le résultat ci-après :

	Substance organique. Kil.	Albumine. Kil.	Hydrates de carbone. Ki	Graisse. Kil.
30 kil. foin de prairie	23,2	2,49	12,78	0,33
Facteurs de rationnement	24,0	2,50	12,50	0,40

En bon pâturage, les vaches laitières consomment ordinairement une proportion encore supérieure d'albumine digestible, et le rapport nutritif est donc plus resserré. Il en est de même lors d'un régime exclusif au trèfle vert jeune, lequel est au moins aussi riche en azote que le foin de trèfle d'excellente constitution (*voir* le tableau), c'est-à-dire renfermant par 30 kil. de substance séchée à l'air, savoir :

	Substance organique.	Albumine.	Hydrates de carbone.	Graisse.
	kil.	kil.	kil.	kil.
30 kil. foin de trèfle excellent	23,0	3 21	11,30	0,63

On dispose rarement, pour l'alimentation d'hiver des vaches tenues à l'étable, de foin de prairie ou de trèfle de pareille qualité ; aussi est-on obligé, presque partout, de composer un mélange convenable au moyen d'aliments très-divers. La meilleure marche à suivre en ces cas consiste à dresser d'abord un relevé par nature et quantités, des fourrages principaux dont l'exploitation peut tirer parti pour toute la période d'hiver. Supposons, par exemple, que les approvisionnements permettent de donner, par jour et par 1,000 kil. de poids vivant, 12 kil. de foin de prairie de moyenne qualité, 6 kil. de paille d'avoine et 30 kil. de betteraves fourragères, et qu'il soit aussi possible d'obtenir à bas prix, et en quantité suffisante, de la drèche de brasserie, dont on ajoutera chaque jour 25 kil. au reste de la ration. En recherchant et additionnant, à l'aide du tableau, les quantités d'éléments nutritifs contenues dans ces divers aliments, on reconnaît immédiatement qu'il y aurait pénurie d'albumine et même de graisse, et qu'une addition de 2 kil. de tourteaux de colza livrerait des chiffres totaux presque en parfaite concordance avec les facteurs de rationnement attribués à un poids vivant de vache laitière de 1,000 kil. C'est ce que démontre la comparaison suivante :

	Substance organique. Kil.	Albumine. Kil.	Hydrates de carbone. Kil.	Graisse. Kil.
12 kil. foin de prairie	9,5	0,65	4,93	0,11
6 paille d'avoine	4,9	0,08	2,24	0,04
30 betteraves fourragères	3,4	0,33	2,73	0,03
25 drèche de brasserie	5,6	0,97	2,37	0,10
Totaux.	23,4	2,03	12,27	0,28
2 kil. tourteaux de colza.	1,5	0,48	0,36	0,16
Totaux.	24,9	2,51	12,63	0,42

On déterminerait de la même manière la composition de la ration suivante :

	Substance organique. Kil.	Albumine. Kil.	Hydrates de carbone. Kil.	Graisse. Kil.
12 kil. foin de trèfle .	9,6	0,84	4,57	0,14
7 > paille-fourrage .	5,7	0,10	2,60	0,04
5 > balles de froment .	3,7	0,07	1,64	0,02
80 résidus de distillerie de pommes de terre.	3,7	0,80	2,32	0,08
2½ germes d'orge maltée.	2,1	0,46	0,95	0,04
1 > tourteaux de colza .	0,8	0,24	0,18	0,08
Totaux.	25,6	2,51	12,26	0,40

3. Il suffit, pour *entretenir des bœufs adultes* restant en repos à l'étable, d'une très-faible quantité journalière d'éléments nutritifs : ainsi, on peut leur donner, par 1,000 kil. poids vivant, une proportion de matériaux digestibles correspondant à celle contenue dans 22 kil. de foin de prairie médiocre (*voir* le tableau), ou bien 25 kil. de très-bonne paille de céréales de printemps; on obtient, en effet :

	Substance organique. Kil.	Albumine. Kil.	Hydrates de carbone. Kil.	Graisse. Kil.
22 kil. mauvais foin. .	17,7	0,75	7,68	0,11
25 très-bonne paille	19,7	0,85	9,22	0,20
Facteurs de rationnement	17,5	0,70	8,00	0,15

On atteint une approximation plus satisfaisante encore par un mélange de pailles de légumineuses et de céréales de composition moyenne :

	Substance organique.	Albumine.	Hydrates de carbone.	Graisse.
	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
16 kil. paille de légumineuses .	12,5	0,61	5,36	0,09
7 > > de céréales .	5,7	0,10	2,60	0,04
Totaux.	18,2	0,71	7,96	0,13

Si le fourrage fibreux ou le lest consiste exclusivement en paille de céréales, il est nécessaire d'ajouter 1 à 2 kil. de tourteaux de colza ou de tout autre aliment très-azoté.

La formule de rationnement assignée à des *bœufs de travail* dont on demande des services modérés exige, dans la ration journalière, la présence d'une quantité d'éléments nutritifs presque exactement égale à celle contenue dans 30 kil. de foin de qualité moyenne. On peut arriver à une combinaison alimentaire d'un égal effet nutritif de la façon suivante :

	Substance organique.	Albumine.	Hydrates de carbone.	Grais
	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
12 kil. de foin de trèfle moyen	9,6	0,84	4,57	0,14
16 > paille-fourrage	13,1	0,22	5,94	0,08
3 > féveroles concassées	2,1	0,58	1,09	0,04
Totaux.	24,8	1,64	11,60	0,26
Facteurs de rationnement.	24,0	1,60	11,30	0,30

Lors de *l'engraissement des bœufs*, on dressera l'état des provisions d'après la richesse de celles-ci en substances nutritives, en suivant le mode de calcul signalé plus haut. Supposons, par exemple,

que l'on se propose d'administrer aux bœufs, au commencement de l'engraissement, une ration s'élevant, par jour et pour 1,000 kil. poids vivant, à 10 kil. de foin de trèfle de qualité moyenne, 34 kil. de pommes de terre et une certaine quantité de paille-fourrage et de balles de froment; il sera facile de calculer les proportions d'éléments nutritifs qui existeraient alors dans le mélange quotidien projeté et de fixer l'espèce et la quantité d'aliment concentré à y ajouter, afin de réaliser une ration totale contenant la somme de matériaux nutritifs, ainsi que le rapport entre eux qu'exige un régime judicieux. Dans le cas présent, on y parviendrait au moyen de 4 kil. de tourteaux de colza et on obtiendrait, comme composition de la ration journalière pour la première période d'engraissement, savoir :

	Substance organique.	Albumine.	Hydrates de carbone.	Graisse.
	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
10 kil. foin de trèfle	7,9	0,70	3,81	0,12
5 paille-fourrage .	4,1	0,07	1,86	0,03
5 balles de froment .	3,7	0,07	1,64	0,02
34 pommes de terre	8,2	0,71	7,00	0,10
4 tourteaux de colza.	3,1	0,97	0,73	0,31
	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
Totaux.	27,0	2,52	15,04	0,58
Facteurs de rationnement.	27,0	2,50	15,00	0,50

Il convient de rendre la ration un peu plus intensive et plus azotée dans la deuxième et dans la principale période de l'engraissement. On peut y parvenir simplement en réduisant la quantité de paille-fourrage à 2 kil. et en introduisant 2 kil. de vesces ou de féveroles concassées; le régime accuserait alors :

	Substance organique.	Albumine.	Hydrates de carbone.	Graisse.
	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
10 kil. foin de trèfle.	7,8	0,70	3,81	0,12
2 » paille-fourrage .	1,6	0,03	0,74	0,01
34 » pommes de terre	8,2	0,71	7,00	0,10
5 » balles de froment	3,7	0,07	1,64	0,02
4 » tourteaux de colza .	3,1	0,97	0,73	0,31
2 » vesces concassées	1,7	0,50	0,87	0,05
	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
Totaux.	26,1	2,98	14,79	0,61
Facteurs de rationnement.	26,0	3,00	14,80	0,70

Il est souvent favorable, vers la fin de l'engraissement, d'atténuer de nouveau légèrement le rapport nutritif et, en même temps, de rendre la ration plus facilement digestible et plus savoureuse; pour cela, on supprime la paille et on remplace les vesces par 3 kil. d'orge concassée; il vient alors :

	Substance organique.	Albumine.	Hydrates de carbone	Graisse.
	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
10 kil. foin de trèfle.	7,9	0,70	3,81	0,12
5 » balles de froment	3,7	0,07	1,64	0,02
34 » pommes de terre	8,2	0,71	7,00	0,10
4 » tourteaux de colza.	3,1	0,97	0,73	0,31
3 » orge concassée.	2,4	0,24	1,73	0,05
	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
Totaux.	25,3	2,69	14,91	0,60
Facteurs de rationnement.	25,0	2,70	14,8	0,60

4. La ration du *cheval* consiste presque généralement en foin de pré et en avoine, auxquels on ajoute de petites quantités de paille hachée. Lors d'un travail musculaire moyen, il semble suffisant d'accorder, par 1,000 kil. poids vivant, à titre de ration d'entretien dans un état stationnaire :

	Substance organique.	Albumine.	Hydrates de carbone.	Graisse.
	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
12 kil. foin de prairie.	9,5	0,65	4,93	0,44
4 » paille .	3,3	0,06	4,48	0,02
12   avoine.	10,0	1,08	5,06	0,56
	<u>Totaux.</u>	<u>17,9</u>	<u>14,47</u>	<u>0,69</u>
Facteurs de rationnement.	22,5	1,80	14,20	0,60

Lorsque les chevaux sont soumis à un travail excessif, on élève la ration d'avoine ou bien on accorde très-justement, outre l'avoine, une certaine quantité de graines légumineuses ou d'autres aliments sapides riches en azote, par exemple :

	Substance organique.	Albumine.	Hydrates de carbone.	Graisse.
	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
12 kil. foin de prairie	9,5	0,65	4,93	0,44
3   paille .	2,4	0,04	4,41	0,02
12   avoine .	10,0	1,08	5,06	0,56
5 » féveroles .	4,1	1,15	2,18	0,07
	<u>Totaux.</u>	<u>29,2</u>	<u>13,28</u>	<u>0,76</u>
Facteurs de rationnement	25,5	2,80	13,40	0,80

Selon les circonstances, on remplace l'avoine partiellement ou entièrement par toutes espèces de petits grains, avec ou sans emploi simultané de racines. On peut aussi diminuer la ration d'avoine si le fourrage fibreux consiste en un foin très-azoté ou bien lorsqu'on administre aux chevaux, à l'état vert, du jeune trèfle, de la luzerne ou de l'herbe. Toutefois, nous possédons encore trop peu d'observations et d'expériences directes sur les aptitudes du cheval soumis à un régime s'écartant notablement du mode ordinaire d'alimentation, pour porter un jugement définitif sur le mérite des changements qu'on pourrait introduire dans le régime de cet animal.



## CHAPITRE XVII.

### Développement et état actuel de l'étude de l'alimentation des animaux domestiques.

C'est Liebig qui, en 1843, dans l'ouvrage intitulé : *La chimie animale ou la chimie organique dans son application à la physiologie et à la pathologie*, a fourni un tableau lumineux du phénomène de la nutrition dans l'organisme animal et qui, en même temps, a posé les premiers jalons pour l'étude de l'alimentation des animaux domestiques. Aidé des nombreuses analyses qu'il fit exécuter au laboratoire de Giessen, il rechercha les transformations diverses que les éléments de la nourriture absorbée éprouvent dans le sang et dans les organes jusqu'au moment où ils sont expulsés du corps animal sous forme de fèces ou d'urine avec les derniers produits de la nutrition, ou sous forme d'émanations aqueuses par la peau et les poumons. Les principales fonctions des divers groupes d'aliments furent démontrées et ceux-ci partagés en deux grandes catégories : les aliments *respiratoires* ou producteurs de calorique (aliments non azotés, principalement les hydrates de carbone et la graisse), et les aliments *plastiques* ou producteurs de sang et de chair (aliments azotés ou matières albuminoïdes). Les derniers peuvent, il est vrai, remplacer aussi les premiers dans le processus respiratoire (carnivores); mais, par contre, les pre-

miers ne peuvent suppléer les autres dans la formation des tissus animaux et des liquides circulant dans l'organisme. Le sang, en transportant à toutes les parties du corps l'albumine enlevée par résorption aux aliments consommés, livre la matière première des tissus si, du moins, ceux-ci, suivant l'opinion d'autrefois, sont soumis, par leur activité vitale — à la suite des mouvements qu'ils éprouvent dans le corps ou qui se manifestent au dehors — à une rapide destruction, à une prompte « usure ».

Liebig attira, en outre, l'attention sur l'importance de certains corps minéraux pour l'entier développement et l'entretien normal de l'organisme animal; il livra aussi la preuve décisive de ce fait, que ce n'était pas seulement la substance grasse contenue dans les éléments qui pouvait se déposer dans le corps vivant, mais que, dans des conditions favorables, il y a *nouvelle formation de graisse* aux dépens d'autres éléments contenus dans la masse alimentaire. Il considéra comme très-vraisemblable que les matériaux nécessaires à cette production provinssent surtout des éléments non azotés, notamment de l'amidon ou du sucre, sans toutefois contester que la graisse pouvait aussi dériver de la matière albuminoïde et que celle-ci, lors de la formation de la graisse, eût à remplir, quoique plus indirectement, un rôle important. D'après cela, les hydrates de carbone remplissaient à la fois le double rôle d'aliments producteurs de chaleur et d'aliments formateurs de graisse.

Les services que Liebig a rendus à la science, dans ce domaine, sont d'autant plus importants, qu'on lui doit aussi des améliorations essentielles apportées aux méthodes d'analyses ; ce n'est qu'à partir de ce moment, en effet, qu'il a été possible d'entreprendre des essais et des recherches étendues sur la chimie de la nutrition et sur la physiologie, et que l'on a pu arriver, dans toutes les directions, à de promptes conclusions.

A côté de Liebig, presque simultanément avec lui, Boussingault prenait une part glorieuse à l'édification scientifique de l'industrie agricole. Il entreprit, dans sa propriété de Bechelbronn, en Alsace, de nombreuses recherches sur l'élevage et l'engraissement du bétail, sur la production du lait et des fumiers. Richemont pourvu d'expériences entreprises dans les domaines scientifique et pratique, il publia, en 1844, son ouvrage : *L'agriculture dans ses rapports avec la chimie, la physique et la météorologie*. Il contesta d'abord, avec Dumas, la formation de la graisse dans l'organisme animal ; mais, après avoir acquis la conviction, par de nouvelles recherches personnelles et par celles d'autres physiologistes, que le corps possède réellement cette faculté, ces éminents physiologistes observèrent aussi que la principale source de la graisse nouvelle résidait dans les hydrates de carbone de la nourriture. Ce fut Boussingault qui montra d'abord comment se comporte la balance entre l'absorption et la production chez nos animaux domestiques. Les recherches faites à ce sujet conservent encore aujour-

d'hui toute leur valeur, bien qu'elles n'aient pas été aussi étendues ni entourées de toutes les précautions de succès, comme le sont les travaux plus modernes et qu'on ne puisse ainsi établir, entre elles et ces derniers, aucune comparaison directe.

A l'époque où nous cherchons les premiers rudiments de la science de l'alimentation, J.-R. Mayer, à Heilbronn, démontra le principe de la conservation et de l'indestructibilité de la force dans la nature; il l'étudia attentivement dans ses rapports avec la vie animale dans l'écrit intitulé : *Le mouvement organique dans sa dépendance avec l'échange organique* (1845). Ce principe, quasi complètement négligé pendant longtemps, domine, en quelque sorte, aujourd'hui toutes les sciences naturelles et il a déjà conduit aux déductions et aux recherches les plus essentielles. Une théorie exacte de la nutrition animale applicable à la production et à l'emploi de la chaleur et de la force doit aussi tenir compte de cette loi naturelle générale, bien qu'il ne soit pas encore démontré qu'il y ait, dans l'organisme animal, comme dans un appareil à vapeur, transformation directe de la chaleur en force.

Les expériences étendues d'alimentation sur le mouton et le porc, entreprises en Angleterre, de 1848 à 1850, par Lawes et Gilbert, en tenant compte de la composition chimique des aliments absorbés, ont permis de reconnaître le pouvoir consommateur de ces animaux pour les divers groupes d'éléments nutritifs; elles ont également montré à l'aide de

quels mélanges alimentaires on peut essentiellement atteindre un engraissement rapide et complet. Les résultats de ces travaux, rapprochés, plus tard, de ceux fournis par l'analyse chimique d'animaux entiers à l'état maigre et à l'état gras, parurent confirmer de nouveau la formation de la graisse aux dépens des hydrates de carbone dans le corps animal.

En Allemagne, nous sommes redevables des premières séries de recherches sur l'alimentation à Von Weckerlin, qui les poursuivit méthodiquement à Hohenheim pendant longtemps (1844 et 1845). Elles portèrent, tout d'abord, sur l'utilisation du fourrage par diverses races de bétail, mais elles ne présentèrent qu'un intérêt purement pratique parce que, indépendamment du pesage des aliments et des animaux vivants, il ne fut tenu compte d'aucun des autres facteurs d'appréciation nécessaires pour obtenir des résultats généraux importants. Les expériences faites à Eldena sur des moutons, par Haubner et Rohde, bien qu'elles ne fussent pas accompagnées du secours essentiel de l'analyse chimique des fourrages (1847 et 1848), ont été d'une importance supérieure, à cause surtout des considérations scientifiques que Haubner y rattacha. Celui-ci, au surplus, a rendu des services signalés à l'alimentation rationnelle des animaux domestiques, ainsi qu'à la propagation des connaissances scientifiques du domaine de la nutrition animale : c'est lui qui, débarrassant l'étude des *Soins hygiéniques aux animaux mammifères domes-*

*tiques* (1<sup>re</sup> édition, 1845) de tout le bagage suranné du temps passé, l'a mise en harmonie avec les progrès de la chimie et de la physiologie.

Au commencement de l'année 1851 fut fondée, en Allemagne, sur l'initiative de Stöckhardt secondé par deux hommes auxquels l'agriculture saxonne doit, en grande partie, son état florissant, — W. Crusius et Th. Reuning — la *première station agricole expérimentale*, qui fut établie à Möckern, sur le domaine de la Société économique de Leipzig et dont la direction fut confiée à l'auteur de cet ouvrage. Pendant les trois années qu'il y resta (1851 à 1854), il entreprit diverses expériences d'alimentation, les unes sur des moutons, les autres sur des vaches laitières, avec détermination, dans ces dernières, de la composition chimique des aliments, ainsi que de la quantité et de la qualité du lait produit. On put ainsi soumettre l'action des fourrages — relativement à leur titre en éléments nutritifs — à un examen comparatif. Ses successeurs à Möckern continuèrent de même : Ritthausen, d'abord, et ensuite Knop établirent des expériences sur la production du lait et sur l'élevage du bétail. Depuis 1867, G. Kühn y poursuit très-activement des recherches — rigoureusement scientifiques et conformes aux exigences actuelles — sur la digestibilité des fourrages et leur influence sur la quantité et la composition du lait.

La station expérimentale de Möckern a été la première de ces nouvelles institutions, qui rencontrèrent

bientôt tant d'accueil et dont le nombre se multiplia au point que l'Allemagne en compte aujourd'hui 36, plus ou moins grandement installées. Parmi les stations agricoles, fondées plus tard, qui se sont spécialement occupées de travaux sur l'alimentation et qui ont contribué au développement de cette étude, citons : Weende, près de Gottingue, depuis 1857 (Henneberg); — Salzmünde, de 1859 à 1865 (Grouven); — Dresde, depuis 1862 (Haubner et Hofmeister); — Halle, depuis 1865 (Stohmann); — Pommritz (Heiden), — Proskau (Weiske) — et, depuis 1866, Hohenheim. Nous devons aussi quelques expérimentations aux stations de Brunswick (Stohmann, 1862 à 1864), Köthen (Heidepriem), Dahme (Hellriegel), Kuschen (Peters), Munich (J. Lehmann), Alt-Morschen (Dietrich) et autres.

On ne saurait oublier, en parlant des stations agricoles et de l'activité qu'elles ont déployée, de mentionner aussi les services rendus par le *Congrès des chimistes agricoles allemands*, qui, à partir de 1863, s'est réuni presque chaque année et qui, depuis 1873, forme une section spéciale du Congrès général des naturalistes et des médecins allemands. L'étude de l'alimentation doit à ces réunions de chimistes et de physiologistes diverses améliorations et les stations agricoles mêmes leur sont redevables de plusieurs progrès. Ainsi, l'on a, par exemple, discuté dans ces assemblées la marche systématique à suivre dans les essais d'alimentation et spécialement dans les études sur la digestibilité des fourrages ; on

s'est occupé des méthodes d'analyse suivies pour les recherches dans le domaine de la chimie agricole; enfin, c'est là encore que s'est révélée la nécessité de condenser et de ramener à un point de vue commun la multitude d'analyses des fourrages et de leurs cendres éparpillées dans une foule d'écrits et d'en extraire des nombres normaux et moyens généralement admissibles. C'est à la suite des débats sur ce point et des conclusions qui furent adoptées, que nous publiâmes, en 1865, l'opuscule : *La composition moyenne de la cendre des principaux produits de l'agriculture et de la sylviculture*, que nous complétâmes plus tard par la publication de l'ouvrage intitulé : *Analyses des cendres de produits agricoles, de déchets industriels et de plantes croissant à l'état sauvage, ramenées à une unité commune et systématiquement coordonnées, avec notices sur les matériaux examinés et divers tableaux d'ensemble*. Berlin, 1871. T.-H. Schultze, à Brunswick, fut chargé de présenter le relevé systématique de toutes les analyses de fourrages connues. Il est incontestable que de semblables travaux offrent un immense intérêt scientifique et pratique, en ce qu'ils fournissent les bases nécessaires et seules certaines, pour les calculs agricoles et qu'ils montrent, en même temps, le sens et l'importance des oscillations dans la composition des produits et, souvent aussi, les causes qui les ont déterminées.

C'est vers 1860 seulement que les stations agricoles ont commencé à diriger leur activité vers l'étude de l'alimentation. Mais la période décennale qui a pré-



cédé avait fourni un grand nombre d'expériences d'alimentation, généralement dues à des agriculteurs intelligents appartenant à l'Angleterre, à la France et à l'Allemagne ; malheureusement, elles se bornaient à la détermination du poids vivant des animaux et des quantités de fourrages : rarement on s'était préoccupé de la composition chimique de ces derniers. Si l'on n'a pu utiliser les données de recherches de ce genre pour formuler les lois de la nutrition et les principes de l'alimentation, elles ont cependant suffi, provisoirement, pour livrer des points de repère à quelques questions pratiques importantes ; citons, par exemple, parmi ces dernières : le degré du pouvoir consommateur des animaux à différents âges ; l'influence du volume du corps et de la température de l'air sur leurs besoins alimentaires, particulièrement sur les mélanges les mieux appropriés en raison des buts divers de l'entretien du bétail ; les méthodes de préparation des fourrages ; les causes provoquant les changements de qualité du lait, etc. En même temps, on parvenait peu à peu vers la même époque, à mieux caractériser chimiquement les fourrages. Tous les résultats de ces recherches et de ces expériences ont été condensés et discutés dans l'ouvrage publié par nous, en 1861, à Stuttgart, sous le titre : *L'alimentation des animaux domestiques et la théorie de la nutrition humaine* ainsi que dans le travail de Grouven (de l'année précédente) : *Leçons de chimie agricole dans son application particulière à la physiologie animale*

Cologne, 1860. Ces deux publications terminent la première période de développement de l'étude qui nous a occupé ; à ce moment, s'ouvre seulement la phase où cette science reçoit des bases sûres et où elle acquiert une forme nouvelle, destinée à lui imprimer rapidement le développement qu'elle possède aujourd'hui.

Une ère nouvelle pour l'étude de l'alimentation s'ouvre en 1860, avec la publication du célèbre ouvrage de deux physiologistes de Munich : *Les lois de la nutrition des carnivores basées sur de nouvelles recherches*, par Th.-L.-W. Bischoff et Carl Voit, et de la suite et du complément de ce travail : *Recherches sur l'influence du sel marin, du café et des mouvements musculaires sur l'échange organique*, par C. Voit. Pour la première fois, il a été établi, dans ces ouvrages, d'une manière indiscutable que, dans certaines conditions, tout l'azote de la nourriture se retrouve dans les urines et dans les fèces des animaux et que l'azote des urines constitue une mesure exacte de la nature et de l'intensité de la transformation albuminoïde dans le corps animal. On découvrait ainsi une méthode sûre, au moyen de laquelle il était possible de scruter les lois de la formation de la chair. Vers la même époque, on formulait les *lois de la formation de la graisse*, et, par suite, celles relatives au cours entier du processus de la nutrition animale : ce fut Pettenkofer, de Munich, qui obtint ce résultat, en construisant un appareil extrêmement remarquable, dans lequel on pouvait

mettre en observation, sous des influences entièrement normales et pour une durée quelconque, des hommes et des animaux, tout en offrant la possibilité de constater, avec la plus scrupuleuse exactitude, l'importance des évacuations apparentes et de tous les produits de la respiration.

Il est vrai que, précédemment, Bidder et Schmidt (*Les sucs digestifs et l'échange organique*. Dorpat, 1852) avaient observé, en expérimentant sur des chats, que l'azote total de la nourriture réapparaît dans l'urine et les excréments solides des animaux; mais ces physiologistes se bornèrent à constater ce fait isolé, sans le suivre dans ses conséquences, ni sans l'appliquer à l'étude des lois générales de la transmutation albuminoïde. Jusque-là, les physiologistes, comme Boussingault, Barral, Reiset et autres, avaient toujours trouvé un déficit important en azote, variant de 25 jusqu'à 50 p. c., azote qui disparaissait de l'organisme par les poumons et par la peau sous forme d'ammoniaque ou de gaz azote libre; Bischoff même, dans ses premières recherches (voir *L'urée comme mesure de l'échange organique*, 1852), ayant observé chez le chien une perte en azote variable, on crut généralement que l'azote mis en liberté par la décomposition de la substance albuminoïde était éliminé non-seulement avec l'urine, mais qu'il abandonnait aussi l'organisme par des voies non encore déterminées expérimentalement; on envisageait donc comme tentés en vain tous les efforts entrepris pour présenter l'azote des urines comme étalon de mesure

de la transformation albuminoïde. Mais Voit dévoila les causes du fréquent et important déficit en azote que l'on avait fréquemment constaté jusque-là ; depuis ce moment, on ne peut accorder de créance qu'aux seules recherches de cet ordre dans lesquelles tout l'azote de la nourriture se révèle dans les évacuations apparentes, ou à celles dans lesquelles l'excès ou le déficit en azote s'explique sans effort par les modifications survenues dans l'état de nutrition de l'animal.

Voit a poursuivi avec une activité infatigable, en collaboration avec Pettenkofer et quelques jeunes physiologistes (E. Bischoff, Jos. Bauer, L. Riederer, Fr. Hoffmann, J. Forster et d'autres), ces remarquables recherches et il a publié, à la suite des deux ouvrages déjà cités et faisant époque dans la science, de nombreux mémoires, qui ont été d'abord insérés dans les *Annales de chimie de Liebig*, et, depuis 1865, dans le *Journal de biologie*. Ce sont principalement les résultats de ces travaux pénibles et étendus qui nous ont permis d'approfondir le phénomène de la nutrition animale dans tout son cours ; nous nous sommes proposé, dans la première section de cette étude, d'en présenter un tableau aussi clair que possible.

On doit d'autant plus considérer l'année 1860 comme le point de départ d'une nouvelle période de développement de l'étude de l'alimentation des animaux domestiques, que, en cette année même et presque simultanément avec les écrits signalés de Bischoff et Voit, parut le premier cahier des *Com-*

*pléments pour servir à fonder une alimentation rationnelle des ruminants*, par Henneberg et Stohmann. Pour la première fois, on entra en possession de nombreuses recherches sur les herbivores, entreprises en observant toutes les précautions exigées et en fixant exactement les quantités et la composition chimique des excréments solides et liquides. Ces travaux projetèrent une vive lumière sur les besoins des bœufs adultes en matériaux nutritifs, spécialement sur leur régime d'entretien, et ils tracèrent la voie généralement à suivre pour dégager la solution des principales questions se rattachant à l'alimentation des animaux domestiques. Ces recherches furent complétées et étendues dans le deuxième cahier des *Compléments* (1863-1864), consacré à l'examen de la *digestibilité* du fourrage fibreux avec ou sans addition d'autre fourrage. Ce sujet fut étudié expérimentalement à tous les points de vue, et les lois de la formation de la chair formulées par Voit reçurent, en même temps, leur confirmation dans leur application aux herbivores. En outre, Henneberg compléta les méthodes suivies dans l'analyse chimique des fourrages ; c'est lui qui proposa la dénomination, généralement adoptée maintenant, de « corps extractifs non azotés », appliquée aux éléments azotés solubles, et celle de « cellulose brute », pour désigner la cellulose ou ligneux. De même aussi, la « protéine brute » et la « graisse brute » doivent être présentées comme éléments des fourrages fibreux, puisque toujours une certaine proportion seulement de la sub-

stance protéique et des corps gras (extrait d'éther) révélés par l'analyse, est digestible d'une manière absolue, et que cette portion peut seule être considérée comme corps nutritif proprement dit.

Les investigations ont été continuées dans le même sens, avec la plus grande activité, à la station expérimentale de Weende (comparez *Nouveaux compléments pour servir à fonder une alimentation rationnelle des ruminants*, 1871-1872, par Henneberg; de nombreux mémoires dans le *Journal d'agriculture*, par le même), à celle de Halle (voir *Etudes biologiques*, par F. Stohmann, 1<sup>er</sup> cahier, 1873), à Möckern (mémoires de G. Kühn dans le *Journal des stations agricoles* de Nobbe), à Dresde (même journal) et à Hohenheim, depuis 1866 (dans notre ouvrage intitulé : *La station expérimentale agricole de Hohenheim de 1866 à 1870*; Berlin, 1870, et des rapports étendus, notamment dans les *Annuaire agricoles de Prusse*, en 1872 et 1873). Le nombre des expériences, sur la digestion particulièrement, est déjà très-considérable : il s'élève à 1,000 environ; à Hohenheim seulement, — pour citer un exemple, — il a été entrepris de 1866 à 1874, 262 expériences distinctes sur la digestibilité des fourrages et des mélanges les plus variés. Il est donc aisé de comprendre que l'étude de la digestibilité des fourrages, quoique datant seulement de l'année 1860, ait déjà atteint maintenant un important degré de développement. Nous avons coordonné et résumé succinctement les principaux résultats de ces expériences

dans la II<sup>e</sup> section de cet ouvrage, et nous avons essayé, dans la III<sup>e</sup> section, de leur donner une application en les utilisant à la détermination des quantités d'éléments nutritifs et des relations à établir entre ceux-ci en raison des buts divers de l'entretien des animaux domestiques.

L'étude de l'alimentation a pour mission principale de fournir des bases et des points de repère aussi sûrs que possible aux calculs de rationnement nécessités par une pratique rationnelle. La méthode suivie à différentes époques pour y parvenir montre donc les diverses phases par lesquelles le développement de cette science a successivement passé.

Depuis Thaer, c'est-à-dire pendant près d'un demi-siècle, les *équivalents de foin* ont joué un grand rôle dans l'agriculture allemande. Originellement, ils reposaient sur les recherches chimiques auxquelles Einhof, à Möglin, avait soumis les fourrages en traitant ceux-ci par l'eau, l'alcool, les acides étendus et les alcalis, dans le but d'apprécier leur teneur en parties solubles. Le petit nombre d'expériences alors connues, exécutées surtout sur des animaux à l'engrais, celles tentées, un peu plus tard, par Block, à Schierau, furent considérées par les agriculteurs comme concordant suffisamment, par leurs résultats, avec les données fournies par Einhof sur la richesse en éléments nutritifs des aliments. Mais comme, jusqu'en 1840, le nombre des essais exacts d'alimentation resta très-limité et que la méthode analytique des

fourrages ne fut guère améliorée, il ne pouvait être question d'asseoir davantage le système des équivalents de foin. L'origine chimique des équivalents tomba même dans l'oubli ; chaque écrivain agricole, pour ainsi dire, se croyait appelé à modifier les facteurs d'équivalence d'après des expériences générales personnelles ou par simple caprice et de les utiliser sous cette forme dans les calculs sur le rationnement, sur la production du fumier, etc. Cet état de choses provoqua une grande incertitude et une confusion plus nuisibles qu'utiles. Comme, d'autre part, le bétail avait en maints endroits la réputation de constituer un mal nécessaire et que les animaux n'étaient considérés qu'à titre de machines à fumier que l'on entretenait en hiver de la façon la plus parcimonieuse, les progrès furent très-lents et insignifiants dans cette branche de l'économie rurale ; sous ce rapport, l'Allemagne fut singulièrement dépassée par l'Angleterre, où le système des équivalents de foin ne s'est jamais répandu.

Lorsque Liebig eût reconnu les fonctions essentielles des éléments nutritifs azotés et non azotés et qu'il eût prouvé l'importance des proportions relatives dans lesquelles ils se présentaient les uns et les autres, on accorda aussi une grande attention à l'analyse chimique des fourrages utilisés en agriculture. En présence, d'une part, de l'importance prépondérante de l'*albumine* pour restaurer la masse détruite dans le corps par l'échange organique, et considérant, d'autre part, que les composés nutritifs



On azotés existent en grande quantité ou paraissent même se trouver en excès dans les aliments ordinaires des herbivores, Boussingault fut porté à calculer exclusivement les équivalents nutritifs ou la valeur des fourrages comparée à celle du foin, d'après leur richesse en azote. Les expériences faites sur des chevaux de travail — chez lesquels il s'agit surtout de produire de la force musculaire — parurent confirmer l'exactitude du procédé. Mais on reconnut bientôt que les équivalents nutritifs ainsi obtenus étaient trop faibles pour beaucoup de fourrages, et notamment pour les betteraves, les pommes de terre et les graines de céréales, comparés aux fruits des légumineuses et aux tourteaux de colza; aussi Boussingault proposa-t-il de porter en compte, indépendamment de l'azote, des quantités correspondantes de paille, et le compléter, par là, pour les divers fourrages, l'équivalent à 100 kil. de foin de prairie; mais ce mode de calcul ne trouva aucun accueil dans la pratique.

Les recherches entreprises par nous, de 1851 à 1854, à la station expérimentale de Möckern, fournirent une nouvelle preuve de la nécessité où l'on se trouve de considérer dans l'appréciation de la valeur nutritive d'un aliment, non-seulement sa richesse absolue en éléments azotés et non azotés, mais aussi son degré plus ou moins élevé de *digestibilité*, ainsi que le *but de l'alimentation*. A identité de richesse en azote, le fourrage fibreux (foin, paille et balles de céréales) manifeste, même dans la ration de production, un effet nutritif bien inférieur à celui de la substance sèche

des pommes de terre, des betteraves et des grains. La différence essentielle qui existe dans la composition chimique de ces groupes d'aliments paraît dépendre d'une diversité de teneur en cellulose brute, substance que l'on considérait autrefois comme tout à fait indigestible, tant pour les herbivores que pour les carnivores. On conçut dès lors l'idée d'utiliser le titre en cellulose comme étalon indicateur de la digestibilité des divers aliments; il ne s'agissait que de déduire la cellulose brute de la substance organique totale, en considérant toutefois que sa présence empêchait la digestion d'une proportion correspondante des éléments nutritifs proprement dits, azotés ou non azotés. Dès le début, dans les calculs d'équivalence des fourrages et des valeurs de foin, nous avons sans cesse insisté sur ce fait, que la valeur nutritive des aliments doit varier selon le but de l'alimentation et que l'unique base à adopter pour opérer rationnellement réside dans les quantités d'éléments nutritifs et dans le rapport qui les lie; c'est pourquoi nos tableaux mentionnent invariablement la richesse des aliments, en tous les éléments essentiels, obtenue à l'analyse. Les équivalents ainsi déterminés ont, en tout cas, facilité la transition d'un système de calcul entièrement arbitraire, mais très-enraciné dans les usages, à une meilleure appréciation de la valeur des divers aliments relativement à leur richesse réelle et à leur pouvoir nutritif. Ce but a été atteint par les tables que nous avons dressées et qui ont été promp-

tement adoptées dans la pratique ; à partir de ce moment et lorsque, bientôt après, Grouven eût, le premier, calculé des « facteurs de rationnement » pour tous les âges et toutes les espèces d'animaux domestiques, l'alimentation a été basée sur les principes chimiques, et les agriculteurs ont montré un intérêt de plus en plus vif pour les recherches du domaine de la chimie et de la physiologie.

On reconnut bientôt que l'opinion de la complète indigestibilité de la cellulose brute était erronée ; les recherches tentées d'abord par Haubner et Süssdorf, celles entreprises ensuite par Ritthausen, Stöckhardt et autres montrèrent qu'une proportion allant jusqu'à 50 p. c. et, suivant les circonstances, dépassant 70 p. c. de la cellulose brute absorbée avec le fourrage par les ruminants n'était pas éliminée avec les excréments solides, mais qu'elle était digérée et enlevée au canal digestif. Les expériences sur des bœufs adultes, publiées de 1860 à 1863 par Henneberg et Stohmann, établirent, en outre, qu'une quantité variable de la substance protéique du fourrage, assez correspondante à la teneur de celui-ci en cellulose brute, reste indigérée ; mais que, par contre, la proportion des principes extractifs non azotés (dénommés autrefois éléments nutritifs non azotés), constatée par l'analyse chimique, représentait approximativement la quantité totale de la substance organique non azotée du fourrage fibreux qui subit la digestion. Les résultats de ces recherches et d'autres encore s'opposent à ce que l'on exprime

désormais la valeur nutritive des divers aliments en chiffres tant soit peu fixes. Le règne des équivalents de foin, appliqués aux aliments, est passé, — si, par cette expression, on entend désigner l'effet nutritif que ceux-ci exercent, si l'on y attache, en un mot, une valeur *physiologique*; tout au plus est-il possible de calculer, à l'exemple de Grouven, d'après des bases purement empiriques, la valeur exprimée *en argent*, et livrer ainsi au cultivateur, lors de l'achat de denrées alimentaires, quelques points de repère désirables, — opérant alors (ce qui est l'usage pour les engrais concentrés) en assignant certains prix aux éléments essentiels des fourrages. Dans ce but nous avons eu recours à la quotité digestible, c'est-à-dire à la teneur réelle du fourrage en corps nutritifs, élément qui fournit, croyons-nous, une base de calcul plus simple. De cette manière aussi, on obtient des nombres permettant d'établir une comparaison réciproque entre les fourrages d'un même groupe, et l'on doit sans cesse se rappeler qu'on n'y attache aucune idée physiologique, aucune valeur scientifique immuable. L'effet nutritif d'un même fourrage se modifie beaucoup, selon les circonstances; non-seulement il subit l'influence de l'espèce, de la race, de l'âge des animaux, mais encore il dépend de l'état actuel de nutrition; de plus, la quantité d'éléments nutritifs contenus dans la ration journalière et la relation existant entre eux exercent sur lui une action très-variable. Les *facteurs de rationnement* déduits des résultats d'expériences précises offrent pour cha-

que but économique spécial, les points de repère essentiels à considérer dans l'alimentation rationnelle des animaux.

Les facteurs de rationnement calculés jusqu'à ce jour pour les usages pratiques comprenaient presque généralement — sous la dénomination d'éléments nutritifs — la *protéine brute* et les *principes extractifs non azotés*; la *graisse brute* était rangée parmi ces derniers; parfois, cependant, elle recevait une mention spéciale. Ce procédé était en harmonie avec les connaissances physiologiques du temps; les facteurs obtenus avaient été proposés à une époque où l'on se faisait à peine une idée claire de la digestibilité du fourrage absorbé par les animaux domestiques. Ces nombres reçurent, dans la pratique, un emploi immédiat et qui se propagea rapidement, bien que les résultats des travaux d'Henneberg et de Stohmann et de recherches ultérieures eussent livré des indications plus correctes et bien différentes relativement à la teneur des fourrages en principes nutritifs. On semblait redouter que des changements nouveaux, apportés aux facteurs de rationnement, ne fussent pas aussitôt acceptés par les praticiens; peut-être désirait-on attendre leur confirmation ou d'autres éclaircissements par des expériences physiologiques réitérées. Mais nous considérons maintenant comme une nécessité de marcher franchement en avant dans la nouvelle direction indiquée : c'est pourquoi, dans cet ouvrage, nous avons basé toutes nos considérations et nos calculs sur la *substance diges-*

*tible du fourrage et sur la richesse réelle de ce dernier en principes nutritifs.*

On sait que les principes extractifs non azotés peuvent encore généralement être utilisés comme mesure de la richesse des fourrages en corps nutritifs non organiques, spécialement dans son application aux aliments fibreux et aux fourrages verts. Sous ce rapport cependant, ainsi que le démontrent des recherches récentes, il se présente encore des exceptions ; il est vrai que telles de ces exceptions peuvent être ramenées à des règles fixes et que d'autres semblent rendre indispensable, pour établir la proportion dont il s'agit, l'intervention d'expériences directes. Quant à la protéine brute et à la graisse il est établi que souvent, même sous l'influence de conditions d'ailleurs favorables, — la moitié seulement — en est digérée, tandis qu'une proportion très-considérable de ces corps ne participe nullement à la nutrition organique et ne peut donc pas être considérée comme nutritive. Si ce fait eût été clairement démontré lorsqu'on a proposé, pour la première fois, l'usage des facteurs de rationnement, on aurait peut-être, dès le début, renoncé au procédé de calcul reposant sur la teneur en protéine brute, en se bornant à porter en compte, ne fût-ce qu'approximativement, la quantité d'albumine digestible.

En réalité, depuis 1863, on a fréquemment — à l'imitation d'Henneberg — procédé de la manière suivante, partout où il s'agissait d'obtenir et d'exposer clairement les besoins exigés, à chaque instant, par

les diverses spéculations économiques : on admettait simplement, pour toutes les espèces de fourrages fibreux, que la moitié de la protéine brute était digestible, tandis que l'on portait en compte, pour les aliments concentrés et les racines, leur teneur totale en albumine et que les corps extractifs servaient d'unité de mesure pour les composés nutritifs non azotés. A notre avis, c'était là déjà un grand progrès, qui fut plus sensible encore, dans le même sens, lorsque — ainsi que c'est l'usage depuis peu, du moins pour les principaux groupes d'aliments — on adopta des coefficients de digestibilité et que l'on arriva à de nouveaux aperçus touchant la dépression plus ou moins forte qu'éprouve la digestion des fourrages verts et des aliments fibreux sous l'action de toutes espèces de fourrages additionnels.

Différentes formules ont été proposées, au moyen desquelles on a prétendu calculer le degré de digestibilité de la protéine brute des fourrages en raison de la composition chimique accusée par l'analyse de ces derniers. Nous pensons que le moment de se servir de ces formules n'est pas encore venu. C'est pourquoi, — pour arriver à la détermination des éléments qu'il faut considérer comme nutritifs, — nous avons préféré recourir partout à l'emploi des coefficients révélés par les résultats d'essais directs d'alimentation. Sans doute, relativement à beaucoup d'aliments pour lesquels nous manquons encore d'expériences précises, nous avons dû nous borner à des chiffres provisoires, basés sur une comparaison attentive et sur un examen

approfondi de toutes les conditions. Il est inhérent à la nature du sujet qui nous occupe de voir se découvrir dans la suite plus ou moins d'inexactitudes dans ces chiffres ; mais, si même l'on ajoutait, dans la période décennale commencée, une nouvelle série de mille essais d'alimentation à celle que nous possédons déjà, il resterait encore beaucoup à faire. La chose essentielle, à cet égard, c'est que l'innovation ait eu lieu et que l'on dispose d'une base certaine, susceptible de se fortifier et de s'étendre sans avoir à redouter de nouvelles modifications radicales.

Le mode de calcul basé sur la protéine brute a pu servir pendant quelque temps, à défaut d'autre, et éveiller le désir d'arriver aussi promptement que possible à un procédé relativement meilleur, bien qu'encore imparfait en soi. Les formules de rationnement obtenues par ce moyen fournissent des mélanges alimentaires dont la richesse en éléments nutritifs et, par conséquent, en effet nutritif varient selon que la ration produite par ces formules renferme plus ou moins de fourrage fibreux ou un aliment plus facilement digestible. On ne peut davantage établir quelque concordance entre les mélanges alimentaires calculés d'après une seule et même formule, en considérant la teneur en substance sèche totale et en cellulose brute, parce que, de nouveau, la richesse en azote du fourrage fibreux, d'une part, et celle de l'aliment additionnel, d'autre part, doivent intervenir. Il faut sans cesse poser la condition que, selon le but du régime, la quantité totale de protéine brute ou



seulement les  $\frac{2}{3}$ , la  $\frac{1}{2}$ , le  $\frac{1}{3}$ , etc., de cette quantité se présente dans le mélange à l'état de protéine de fourrage fibreux. Bien plus, cette condition seule ne suffit pas, attendu que la protéine offre un degré de digestibilité très-variable, dans les divers fourrages, suivant sa nature et sa constitution. Mais cette incertitude cesse presque entièrement si l'on n'introduit, dans les formules et dans tous les calculs d'alimentation, que les éléments réellement nutritifs, et si l'on considère, en outre, la quantité totale de la matière sèche ou de la substance organique.

Les reproches nombreux que l'on a adressés au mode de calcul basé sur les éléments digestibles étaient applicables, au même degré, au procédé suivi jusqu'ici ; mais l'extension de nos connaissances acquises les a déjà écartés en grande partie. Citons, par exemple, la mise en évidence de ces faits : que la digestibilité de la protéine brute d'un fourrage donné varie dans des limites très-différentes ; que la compensation entre la cellulose brute digérée et les principes extractifs non azotés indigestibles n'existe pas toujours ; que la digestion des éléments des fourrages fibreux subit une dépression sous l'influence d'aliments additionnels riches en hydrates de carbone, etc. A ce dernier point de vue, rappelons encore que nous ne considérons pas les aliments concentrés comme étant absolument digestibles, mais que nous avons appliqué à leurs éléments des coefficients de digestibilité particuliers déduits des résultats d'essais directs d'alimentation. Ajoutons enfin que la dépression

qu'éprouve la digestion de la protéine du fourrage fibreux par l'addition, à la ration, de pommes de terre ou de betteraves, n'est pas très-importante si le rapport nutritif du régime total de production est judicieux, si ses termes ne sont pas trop écartés et si l'on n'administre pas de trop fortes quantités de ces fourrages additionnels.

En adoptant — quel que soit le but de l'entretien du bétail — les éléments digestibles des fourrages comme base du règlement des besoins de l'organisme en principes nutritifs et du rapport admis entre ces derniers, on parvient à caractériser plus rigoureusement le rôle et l'utilité de chaque fourrage; on arrive aussi, par cette voie, à démontrer d'une façon plus compréhensible l'application aux herbivores des lois de la formation de la chair et de la graisse reconnues d'abord chez les carnivores par les physiologistes; enfin, les principes qui dominent toute l'étude de l'alimentation acquièrent généralement plus de clarté. Nous osons espérer qu'ainsi comprise l'alimentation rationnelle des animaux domestiques rencontrera partout un accueil mérité et se vulgarisera plus rapidement dans la pratique agricole.

---

# SECTION IV

## SUPPLÉMENT.

I. — TABLEAU PRÉSENTANT LA COMPOSITION MOYENNE DES FOURRAGES ET LEUR RICHESSE EN ÉLÉMENTS DIGESTIBLES.

NOMS DES FOURRAGES.	Eau.	Cendres.	Substance organique.	Protéine brute.	Cellulose brute.	Principes extractifs non azotés.	Graisse brute.	ÉLÉMENTS DIGESTIBLES.			Matières azotées : matières non azotées	Valeur en argent	
								Albumine.	Hydrates de carbone.	Graisse.		Par 100 kil.	Foin ou seigle pris pour unité
<b>I. — Foins.</b>	p.c.	p.c.	p.c.	p.c.	p.c.	p.c.	p.c.	p.c.	p.c.	p.c.	= 1:	Fr. C.	Foin = 1:
Foin de prairie de qu. infér.	14.3	5.0	80.7	7.5	33.5	38.2	1.5	3.4	34.9	0.5	10.6	5.68	0.75
» qual. meilleure	14.3	5.4	80.3	9.2	29.2	39.7	2.0	4.6	36.4	0.6	8.2	6.55	0.86
» moyenne	14.3	6.2	79.5	9.7	26.3	41.6	2.3	5.4	41.1	0.9	7.9	7.58	1.00
» de très-bonne qual.	15.0	7.0	78.0	11.7	21.9	42.3	2.2	7.4	42.1	1.0	6.0	8.90	1.17
» d'excellente qual..	16.0	7.7	76.3	13.5	19.3	40.8	2.6	9.2	43.1	1.2	5.0	10.17	1.34
Trèfle rouge de qu. inférieure	15.0	5.1	79.9	11.1	28.9	37.7	2.1	5.7	37.9	1.0	7.1	7.48	0.99
» moyenne.	16.0	5.3	78.7	12.3	26.0	38.2	2.2	7.0	38.1	1.2	5.9	8.30	1.10
» de très-bonne qual.	16.5	6.0	77.5	13.5	24.0	37.1	2.9	8.5	38.2	1.7	5.0	9.35	1.23
» d'excellente qualité	16.5	7.0	76.5	15.3	22.2	35.8	3.2	10.7	37.6	2.1	4.0	10.70	1.41
Trèfle blanc de qual. moy.	16.5	6.0	77.5	14.5	25.6	33.9	3.5	8.1	35.9	2.0	5.0	8.95	1.18
Luzerne de qual. moy	16.0	6.2	77.8	14.4	33.0	27.9	2.5	9.4	28.3	1.0	3.3	8.73	1.15
» de très-bonne qual.	16.5	6.8	76.7	16.0	26.6	31.8	2.3	12.3	31.4	0.9	2.7	10.73	1.42
» des sables, comm. de la floraison	16.7	6.1	77.2	15.2	30.1	28.9	3.0	11.7	29.5	1.2	2.8	10.28	1.36
Esparglette dans la floraison.	16.7	6.2	77.1	13.3	27.1	34.2	2.5	7.0	35.0	1.4	5.2	8.43	1.12
Trèfle hybride qual. moy..	16.0	6.0	78.0	15.0	27.0	32.7	3.3	8.6	34.8	1.8	4.6	9.08	1.20
Lupuline.	16.7	6.0	77.3	14.6	26.2	33.2	3.3	9.2	36.4	2.0	4.5	9.68	1.28
Trèfle de Bokhara ou d.pier	14.3	8.0	77.7	16.7	30.5	27.9	2.8	8.5	31.7	1.7	4.2	8.75	1.15
» incarnat	16.7	5.1	78.2	12.2	30.4	32.6	3.0	6.2	34.9	1.4	6.2	7.58	1.00
Serradelle dans la floraison.	16.7	7.5	75.8	13.5	22.0	35.6	4.7	8.5	36.2	2.8	5.1	9.43	1.24
Vesce fourragère. id..	16.7	8.3	75.0	14.2	25.5	32.8	2.5	9.4	32.5	1.5	3.9	9.28	1.22
» avant la flor..	16.7	9.3	74.0	19.8	23.4	28.5	2.3	15.1	31.1	1.4	2.3	12.50	1.65
Mélange de vesce et avoine.	16.7	7.2	76.1	12.6	28.0	33.2	2.3	7.2	35.9	1.1	5.4	8.20	1.08
Pois, dans la floraison.	16.7	7.0	76.3	14.3	25.2	34.2	2.6	9.4	33.1	1.6	4.0	9.35	1.23
Lupin, comm. de la floraison.	16.7	4.1	79.2	23.2	25.2	28.8	2.0	17.2	36.0	0.6	2.2	14.13	1.86
» fin de la floraison.	15.0	5.5	78.7	11.8	30.5	33.5	2.9	7.8	38.4	0.9	5.2	8.75	1.16
Trèfle vulnéraire.	16.7	6.4	76.9	13.8	25.5	35.1	2.5	7.9	35.6	1.4	4.9	8.65	1.14
Espargule en fleur.	16.7	9.5	73.8	12.0	22.0	36.6	3.2	7.6	36.8	1.9	5.5	8.70	1.15
Seigle fourrage	14.3	5.1	80.6	10.4	23.1	44.5	2.8	6.6	44.3	1.3	7.2	8.70	1.15
Timothy, comm. de la flor.	14.3	4.5	81.2	9.7	22.7	45.8	3.0	5.8	43.4	1.4	8.1	8.18	1.08
Luz-grass d'Italie en fleur	14.3	7.8	77.9	11.2	22.0	40.0	3.2	7.1	41.5	1.3	6.1	8.75	1.16

NOMS DES FOURRAGES.	Eau.	Cendres.	Substance organique.	Protéine brute.	Cellulose brute.	Principes extractifs non azotés.	Graisse brute.	ÉLÉMENTS DIGESTIBLES.			Matières azotées : matières non azotées	Valeur en argent	
								Albumine.	Hydrates de carbone.	Graisse.		Par 100 kil.	Foin ou seigle pris pour unité
Ray-grass d'Angleterre, en fl.	14.3	6.5	79.2	10.2	30.2	36.1	2.7	5.1	35.3	0.8	7.3	6.78	0.89
» de France, en fleur (Avoine élancée, fromental)	14.3	9.9	75.8	11.1	29.4	32.6	2.7	5.6	33.1	0.8	6.3	6.85	0.90
Graminées douces (moy.)	14.3	5.8	79.9	9.5	28.7	39.1	2.6	5.3	40.9	1.1	8.2	7.55	1.00
Moha	13.4	5.7	80.9	10.8	29.4	38.5	2.2	6.1	41.0	0.9	7.1	7.98	1.05
Feuillard, fin juillet	16.0	7.0	77.0	10.5	14.2	49.3	3.0	7.4	46.2	1.4	7.0	9.43	1.24
Feuilles d'ortie brûlante	11.4	14.0	74.6	18.3	10.6	38.0	7.7	12.8	36.0	4.9	3.8	12.50	1.65
<b>II. — Fourrages verts.</b>													
Herbe, peu de temps av. la flor.	75.0	2.1	22.9	3.0	6.0	13.1	0.8	2.0	13.0	0.4	7.0	2.60	0.34
Herbe de pâturage	80.0	2.0	18.0	3.5	4.5	9.2	0.8	2.4	9.9	0.4	4.5	2.55	0.34
Herbe de pâturage gras	78.2	2.2	19.6	4.4	4.8	9.6	0.8	3.1	10.8	0.4	3.8	3.05	0.41
Ray-grass d'Italie	73.4	2.8	23.8	3.6	7.1	12.1	1.0	2.3	12.6	0.4	5.9	2.73	0.36
» d'Angleterre	70.0	2.0	28.0	3.6	10.6	12.8	1.0	1.8	12.2	0.3	7.2	2.38	0.31
Timothy	70.0	2.2	27.8	3.4	8.0	16.3	1.1	2.1	16.0	0.5	8.2	2.97	0.39
Herbe de grain. douces (moy.)	70.0	2.1	27.9	3.4	10.1	13.4	1.0	1.9	14.2	0.5	8.1	2.70	0.36
Seigle fourrage.	76.0	1.6	22.4	3.3	7.9	10.4	0.8	1.9	11.0	0.4	6.3	2.35	0.31
Avoine fourrage	81.0	1.4	17.6	2.3	6.5	8.3	0.5	1.3	8.9	0.2	7.2	1.73	0.23
Vesce fourrage.	84.0	1.4	14.6	2.4	5.4	6.4	0.4	1.4	6.9	0.2	5.4	1.53	0.20
Maïs vert	82.2	1.1	16.7	1.2	4.7	10.3	0.5	0.8	9.9	0.2	13.0	1.53	0.20
Sorgho	77.3	1.1	21.6	2.5	6.7	11.7	0.7	1.6	11.9	0.3	7.4	2.23	0.29
Moha en fleur	70.0	1.9	28.1	3.7	10.2	13.4	0.8	2.1	14.2	0.3	7.1	2.75	0.36
Trèfle rouge av. la flor.	83.0	1.5	15.5	3.3	4.5	7.0	0.7	2.3	7.4	0.5	3.8	2.33	0.31
» en pleine fleur	78.0	1.7	20.3	3.2	6.8	9.5	0.8	1.8	9.6	0.5	6.0	2.15	0.28
Trèfle blanc en fleur.	80.5	2.0	17.5	3.5	6.0	7.2	0.8	2.2	7.9	0.5	4.2	2.25	0.30
» hybride, com. de la flor.	85.0	1.5	13.5	3.3	4.5	5.1	0.6	2.1	5.8	0.4	3.2	1.93	0.25
» en pleine fleur	82.0	1.8	16.2	3.3	6.0	6.3	0.6	1.8	6.9	0.3	4.3	1.85	0.24
Luzerne des sables, comm. de la floraison	78.0	1.9	20.1	4.0	8.0	7.3	0.8	3.1	7.5	0.3	2.7	2.68	0.35
Luzerne, jeune.	81.0	1.7	17.3	4.5	5.0	7.2	0.6	3.5	7.3	0.3	2.3	2.90	0.38
» comm. de la flor.	74.0	2.0	24.0	4.5	9.5	9.2	0.8	3.2	9.1	0.3	3.1	2.90	0.38
Esparcette en fleur	80.0	1.5	18.5	3.2	6.5	8.2	0.6	2.1	8.0	0.3	4.1	2.13	0.28
Trèfle incarnat.	81.5	1.6	16.9	2.7	6.2	7.3	0.7	1.5	7.5	0.3	5.5	1.73	0.23
Lupuline	80.0	1.5	18.5	3.5	6.0	8.2	0.8	2.2	8.7	0.5	4.6	2.33	0.31
Trèfle de Bokhara ou d. pierr.	87.5	2.1	10.4	2.9	3.6	3.5	0.4	1.6	3.9	0.2	2.7	1.40	0.18
Trèfle vulnérable, c. de la fl.	83.0	1.3	15.7	2.8	5.3	7.2	0.4	1.6	7.4	0.2	4.9	1.75	0.23
Serradelle.	80.0	1.8	18.2	3.0	5.2	8.9	1.1	1.9	8.9	0.7	5.6	2.23	0.29
Lupin	85.3	1.2	13.5	3.1	3.5	6.6	0.3	2.3	6.9	0.1	3.1	2.13	0.29
Féveroles, comm. de la fl.	87.3	1.0	11.7	2.8	3.5	5.1	0.3	2.0	5.2	0.2	2.8	1.78	0.23
Vesces fourrages en fleur.	82.0	1.8	16.2	3.5	5.5	6.6	0.6	2.5	6.7	0.3	3.0	2.25	0.30
Pois fourrages	81.5	1.5	17.0	3.2	5.6	7.6	0.6	2.2	7.4	0.3	3.7	2.15	0.28
Spergule	80.0	2.0	18.0	2.3	5.3	9.7	0.7	1.5	9.8	0.3	7.0	1.95	0.26
Sarrazin	85.0	1.4	13.6	2.4	4.2	6.4	0.6	1.5	6.6	0.4	5.1	1.65	0.22
Chardons, jeunes	86.7	2.0	11.3	2.9	1.4	6.1	0.9	2.2	6.0	0.6	3.4	2.08	0.27
Genêt épineux ou ajonc.	51.5	4.0	44.5	4.5	21.0	17.0	2.0	2.3	17.1	0.8	8.3	3.28	0.44
Bruyère.	54.6	3.7	41.7	3.7	19.7	15.1	3.0	1.9	15.6	1.0	9.5	2.75	0.36
Feuillard en juillet	55.0	3.8	41.2	5.6	7.6	26.5	1.5	3.8	24.5	0.9	6.9	4.95	0.65
Colza vert.	87.0	1.6	11.4	2.9	4.2	3.7	0.6	2.0	4.8	0.4	2.9	1.78	0.23
Chou fourrage	84.7	1.6	13.7	2.5	2.4	8.1	0.7	1.8	8.2	0.4	5.2	2.00	0.26

NOMS DES FOURRAGES	Eau.	Cendres.	Substance organique.	Protéine brute.	Cellulose brute.	Principes extractifs non azotés.	Graisse brute.	ÉLÉMENTS DIGESTIBLES.			Matières azotées : matières non azotées	Valeur en argent		
								Albumine.	Hydrates de carbone.	Graisse.		Par 100 kil.	Foin cu seigle pris pour unité	
														p.c.
Chou blanc . . . . .	89.0	1.2	9.8	1.5	2.0	5.9	0.4	1.1	6.0	0.2	5.8	1.30	0.17	
Tiges de choux . . . . .	82.0	1.9	16.1	1.1	2.8	11.9	0.3	0.8	11.5	0.2	15.0	1.68	0.22	
Feuilles de carotte . . . . .	82.2	3.6	14.2	3.2	3.0	7.1	1.0	2.2	7.0	0.5	3.8	2.15	0.28	
» de betterave fourr.	90.5	1.8	7.7	1.9	1.3	4.0	0.5	1.2	4.0	0.2	3.7	1.18	0.16	
» de rutabaga . . . . .	88.4	2.3	9.3	2.1	1.6	5.2	0.5	1.5	5.1	0.3	3.9	1.48	0.19	
» de chou-rave . . . . .	85.0	1.8	13.2	2.8	1.4	8.2	0.8	2.0	7.6	0.4	4.3	2.05	0.27	
» de topinambour (vertes) . . . . .	80.0	2.7	17.3	3.3	3.4	9.8	0.8	2.0	9.4	0.4	5.2	2.25	0.30	
Foin aigre de maïs . . . . .	83.5	1.1	15.4	1.2	5.3	8.0	0.9	0.8	8.6	0.4	12.0	1.43	0.19	
» de lupin demi mûr.	79.9	2.9	17.2	3.1	6.8	6.5	0.8	2.4	7.0	0.3	3.2	2.23	0.29	
<b>III. — Pailles.</b>														
Froment d'hiver . . . . .	14.3	4.6	81.1	3.0	44.0	32.6	1.5	0.8	31.9	0.4	41.1	3.77	0.50	
Seigle d'hiver . . . . .	14.3	4.1	81.5	2.5	48.0	39.3	1.3	0.7	32.8	0.4	48.5	3.80	0.50	
Epeautre d'hiver . . . . .	14.3	5.0	80.7	2.5	45.0	31.8	1.4	0.7	32.1	0.4	47.3	3.73	0.49	
Orge d'hiver . . . . .	14.3	5.5	80.2	3.3	43.0	32.5	1.4	0.8	31.4	0.4	40.5	3.67	0.48	
» de printemps . . . . .	14.3	4.1	81.6	4.0	40.0	36.2	1.4	1.4	36.9	0.4	27.1	4.65	0.61	
Avoine . . . . .	14.3	4.0	81.7	3.5	42.0	34.2	2.0	1.3	37.4	0.6	29.9	4.68	0.62	
P. de céréales de print. q. m.	14.3	4.1	81.6	3.8	41.0	35.1	1.7	1.4	37.1	0.5	28.5	4.68	0.62	
Paille de céréales de prin- temps, très bonne.	14.3	6.7	79.0	6.9	36.7	32.9	2.5	2.6	36.9	0.8	15.0	5.45	0.72	
» d'hiver, q. m.	14.3	4.8	80.9	2.8	45.0	32.9	1.4	0.8	32.1	0.4	44.3	3.77	0.50	
» id. tr.-bon.	14.3	5.3	80.4	4.5	37.8	36.7	1.4	1.2	34.3	0.4	29.4	4.25	0.56	
Vesce . . . . .	16.0	4.5	79.5	7.5	42.0	29.0	1.0	3.4	31.9	0.5	9.8	5.38	0.71	
Pois . . . . .	16.0	4.5	79.5	6.5	38.0	34.0	1.0	2.9	33.4	0.5	12.0	5.40	0.71	
Féverole . . . . .	16.0	4.6	79.4	10.2	34.0	34.2	1.0	5.0	35.2	0.5	7.3	6.65	0.88	
Paille de légumineuse, q. m.	16.0	4.5	79.5	8.1	38.0	32.4	1.0	3.8	33.5	0.5	9.7	5.75	0.76	
» » très-bonne.	16.0	5.1	78.9	10.2	34.5	33.2	1.0	5.0	34.6	0.6	7.2	6.60	0.87	
Lentille . . . . .	16.0	6.5	77.5	14.0	33.6	27.9	2.0	6.9	30.8	1.2	4.7	7.53	1.00	
Lupin . . . . .	16.0	4.1	79.9	5.9	40.8	32.1	1.1	2.2	41.6	0.3	19.4	5.55	0.73	
Trèfle ayant grainé . . . . .	16.0	5.6	78.4	9.4	42.0	25.0	2.0	4.2	28.5	1.0	7.4	5.63	0.74	
Colza . . . . .	16.0	4.1	79.9	3.5	40.0	35.4	1.0	1.4	35.0	0.5	25.9	4.48	0.59	
Maïs . . . . .	15.0	4.2	80.8	3.0	40.0	36.7	1.1	1.1	37.0	0.3	34.4	4.43	0.58	
<b>IV. — Balles, siliques, etc.</b>														
Froment . . . . .	14.3	9.2	73.7	4.5	36.0	35.6	1.4	1.4	32.8	0.4	24.1	4.23	0.56	
Epeautre . . . . .	14.3	8.3	77.2	3.5	40.0	32.6	1.3	1.1	33.9	0.4	31.7	4.15	0.55	
Seigle . . . . .	14.3	7.5	78.2	3.6	43.5	29.9	1.2	1.1	34.9	0.4	32.6	4.25	0.56	
Avoine . . . . .	14.3	10.0	75.7	4.0	34.0	36.2	1.5	1.6	36.6	0.6	23.8	4.75	0.63	
Orge . . . . .	14.3	13.0	72.7	3.0	30.0	38.2	1.5	1.2	35.0	0.6	30.4	4.38	0.58	
Vesce . . . . .	15.0	8.0	77.0	8.5	33.0	33.5	2.0	4.2	34.3	1.2	8.9	6.25	0.83	
Pois . . . . .	15.0	6.0	79.0	8.1	32.0	36.9	2.0	4.0	36.2	1.2	9.8	6.33	0.83	
Féverole . . . . .	15.0	5.5	79.5	10.5	33.0	34.0	2.0	5.1	34.7	1.2	7.4	6.83	0.90	
Lupin . . . . .	14.3	3.5	82.2	4.5	37.0	39.0	1.7	1.7	44.2	0.5	26.7	5.57	0.74	
Colza . . . . .	14.0	2.5	81.5	4.0	37.5	41.7	1.6	2.0	33.4	0.7	17.2	4.73	0.62	
Rafles de maïs . . . . .	14.0	2.8	83.2	1.4	37.8	42.6	1.4	0.6	41.7	0.4	11.2	4.65	0.61	

NOMS DES FOURRAGES.	Eau.	Cendres.	Substance organique.	Protéine brute.	Cellulose brute.	Principes extractifs non azotés.	Graisse brute.	ÉLÉMENTS DIGESTIBLES.			Matières azotées : matières non azotées	Valeur en argent	
								Albumine.	Hydrates de carbone.	Graisse.		Par 100 kil.	Foin ou seigle pris pour unité
<b>V. — Racines et tubercules.</b>													
Pomme de terre	75.0	0.9	24.1	2.1	1.1	20.6	0.3	2.1	20.6	0.3	10.2	3.38	0.26
Topinambour	80.0	1.0	19.0	2.0	1.3	15.4	0.3	2.0	15.4	0.3	8.0	2.83	0.22
Betterave fourragère	88.0	0.8	11.2	1.1	0.9	9.1	0.1	1.1	9.1	0.1	8.5	1.58	0.12
à sucre	81.5	0.7	17.8	1.0	1.3	15.4	0.1	1.0	15.4	0.1	15.7	2.17	0.17
Carotte	85.0	0.9	14.1	1.4	1.7	10.8	0.2	1.4	10.8	0.2	8.1	1.98	0.16
Carotte géante	87.0	0.8	12.2	1.2	1.2	9.6	0.2	1.2	9.6	0.2	8.4	1.73	0.14
Rutabaga	87.0	1.0	12.0	1.3	1.1	9.5	0.1	1.3	9.5	0.1	7.5	1.75	0.14
Navet de récolte dérobée	91.5	0.7	7.8	0.9	0.8	6.0	0.1	0.9	6.0	0.1	7.0	1.18	0.09
Turneps	92.0	0.7	7.3	1.1	0.8	5.3	0.1	1.1	5.3	0.1	5.1	1.20	0.09
Panais	88.3	0.7	11.0	1.6	1.0	10.2	0.2	1.6	10.2	0.2	6.7	2.03	0.16
<b>VI. — Grains, graines et fruits.</b>													
Froment	14.4	1.7	83.9	13.0	3.0	66.4	1.5	11.7	63.1	1.2	5.6	13.63	1.07
Epeautre avec glume	14.8	3.7	81.5	10.0	16.5	52.5	1.5	7.5	39.4	1.1	5.6	8.73	0.68
Grain d'épeautre sans glume	14.5	1.7	83.8	13.5	1.5	67.2	1.6	12.2	63.8	1.3	5.5	14.03	1.10
Seigle	14.3	1.8	83.9	11.0	3.5	67.4	2.0	9.9	64.0	1.6	6.9	12.75	1.00
Orge	14.3	2.2	83.5	10.0	7.1	63.9	2.5	8.0	57.5	1.7	7.7	10.98	0.86
Avoine	14.3	2.7	83.0	12.0	9.3	55.7	6.0	9.0	41.8	4.7	6.0	10.75	0.84
Mais	14.4	1.5	84.1	10.0	5.5	62.1	6.5	8.4	57.8	4.8	8.3	11.98	0.94
Millet	14.0	3.0	83.0	12.7	9.5	57.5	3.3	9.5	43.1	2.6	5.1	10.65	0.84
Sarrazin	14.0	1.8	84.2	9.0	15.0	58.7	1.5	6.8	44.0	1.2	6.9	8.78	0.62
Riz mondé	14.0	0.3	85.7	7.7	2.2	75.4	0.4	6.9	71.6	0.3	10.5	11.38	0.89
Pois	14.3	2.4	84.3	22.4	6.4	52.5	2.0	20.2	49.9	1.7	2.7	17.55	1.38
Féverole	14.5	3.1	82.4	25.5	9.4	45.9	1.6	23.0	43.6	1.4	2.1	18.50	1.45
Vesce	14.3	2.7	83.0	27.5	6.7	45.8	3.0	24.8	43.5	2.5	2.0	19.85	1.56
Lentille	14.5	3.0	82.5	23.8	6.9	49.2	2.6	21.4	46.7	2.2	2.5	18.08	1.42
Lupin jaune	13.0	4.0	83.0	35.4	13.8	28.8	5.0	31.9	27.4	4.3	1.2	22.73	1.78
bleu	14.0	3.2	82.8	28.0	13.2	36.3	5.3	25.2	34.5	4.5	1.8	19.70	1.54
Mél. de vesce et orge conca*	17.0	4.0	79.0	19.3	7.6	49.8	2.3	16.4	46.3	1.8	3.1	14.93	1.17
Serradelle	12.0	3.5	84.5	21.8	20.8	35.9	6.0	16.3	28.7	4.8	2.5	13.95	1.09
Lin	12.3	3.4	84.3	20.5	7.2	19.6	37.0	17.2	15.3	35.2	—	20.65	1.62
Colza	11.8	3.9	84.3	19.4	10.3	12.1	42.5	15.5	9.3	40.4	—	20.33	1.59
Chanvre	12.2	4.5	83.3	16.3	12.1	21.3	33.6	12.2	15.0	30.2	—	16.37	1.28
Pavot	14.7	5.3	80.0	17.5	6.1	15.4	41.0	14.7	12.3	39.0	—	19.80	1.55
Madia	8.4	4.7	86.9	20.6	22.5	5.0	38.8	15.4	3.7	36.9	—	18.84	1.48
Cameline	8.4	6.8	84.8	23.5	11.5	19.8	30.0	18.8	15.3	27.0	—	19.55	1.53
G. d'élianthème (grand soleil)	8.0	3.0	89.0	13.0	28.5	23.9	23.6	9.8	17.9	21.2	—	12.97	1.02
Coton	7.7	7.8	84.5	22.8	16.0	15.4	30.3	17.1	11.6	27.3	—	18.23	1.43
Sésame	4.5	5.7	85.8	18.9	11.7	19.2	37.0	15.1	15.4	35.2	—	19.40	1.52
Arachide	6.3	3.2	90.1	13.0	13.0	11.2	41.2	20.7	15.8	35.1	—	24.37	1.95
Grains décortiqués et séchés.	17.0	1.6	81.4	5.1	4.5	67.6	4.2	3.8	60.8	2.9	17.9	9.08	0.71
» frais non décortiqués	16.0	1.0	43.0	2.0	4.5	34.2	2.3	1.4	27.4	1.6	22.4	4.00	0.31
Châtaignes fraîches	49.2	1.4	49.4	6.4	2.9	38.7	1.4	5.1	34.8	1.0	7.3	6.78	0.53
Pommes et poires	83.1	0.4	16.5	0.4	4.3	11.8	—	0.3	10.6	—	35.4	1.28	0.10
Citrouille	91.4	0.7	7.9	1.2	1.5	5.2	—	0.9	4.7	—	5.2	1.03	0.08
Courge	89.1	1.0	9.9	0.6	2.1	6.5	0.1	0.4	5.8	0.1	15.0	0.85	0.07



NOMS DES FOURRAGES.	Eau.	Cendres.	Substance organique.	Protéine brute.	Cellulose brute.	Principes extractifs non azotés.	Graisse brute.	ÉLÉMENTS DIGESTIBLES.			Matières azotées : matières non azotées	Valeur en argent	
								Albumine.	Hydrates de carbone.	Graisse.		Par 100 kil.	Fo n ou seigle pris pour unité
<b>VII. Produits et déchets indust.</b>	p. c.	p. c.	p. c.	p. c.	p. c.	p. c.	p. c.	p. c.	p. c.	p. c.	= 1.	Fr. c.	seigle = 1.
Pulpes de betteraves press.	70.0	3.4	26.6	1.8	6.3	18.3	0.2	1.8	18.3	0.2	10.4	2.95	0.23
Résid. de bett. (proc centrif)	82.0	1.2	16.8	1.0	3.6	17.1	0.1	1.0	17.1	0.1	12.3	1.33	0.14
» de diffusion, frais . .	94.8	0.3	4.9	0.5	1.0	3.3	0.1	0.5	3.3	0.1	7.0	0.65	0.05
» » fermentés.	92.0	0.5	7.5	0.8	1.8	4.8	0.1	0.8	4.8	0.1	6.3	0.98	0.08
» » press. et fer.	86.3	0.9	12.8	1.5	3.1	7.9	0.3	1.5	7.9	0.3	5.8	1.78	0.14
Mélasses de betteraves.	17.2	10.3	72.5	8.0	—	64.5	—	8.0	64.5	—	8.1	1.20	0.88
Résidus de la dist. des mélass.	92.0	1.6	6.4	2.0	—	4.4	—	2.0	4.4	—	2.2	1.65	0.13
» » des p. de terre	94.8	0.6	4.6	1.0	0.6	2.9	0.1	1.0	2.9	0.1	3.1	0.93	0.07
» » du seigle	89.7	0.6	9.7	2.0	1.5	5.7	0.5	1.8	5.4	0.4	3.6	1.73	0.14
» » du maïs .	90.6	0.5	8.9	1.9	1.0	5.0	1.0	1.7	4.8	0.8	4.0	1.70	0.14
» d'amidonnerie de seigle.	70.0	0.8	29.2	6.1	2.7	18.9	1.5	5.2	17.0	1.2	3.8	5.13	0.40
Résid. fibreux d'amidonnerie de pommes de terre. . .	85.0	0.4	14.6	0.8	2.3	11.4	0.1	0.8	11.4	0.1	14.5	1.65	0.13
Pulpes d'amid <sup>n</sup> de froment	72.0	0.7	27.3	6.3	3.0	16.5	1.5	5.4	14.8	1.2	3.3	5.65	0.39
Rés. glutineux »	70.0	0.4	29.6	4.6	0.1	24.4	0.5	4.6	24.4	0.5	4.6	5.33	0.42
Les mêmes séchés. . .	11.6	1.6	86.8	68.9	0.3	16.1	1.5	68.9	16.1	1.5	0.3	43.33	3.40
Drèches de brasserie	76.6	1.2	22.2	4.9	6.2	10.6	0.5	3.9	9.5	0.4	2.7	3.40	0.25
Germes d'orge maltée	8.0	6.8	85.2	25.0	17.5	42.2	2.5	18.4	38.0	1.7	1.5	15.75	1.50
Malt vert en germes. . .	47.5	1.7	50.8	6.5	4.3	38.5	1.5	5.2	34.7	1.0	7.1	6.85	0.54
Malt touraillé, sans germes.	7.5	2.3	90.2	9.4	8.7	69.8	2.3	7.5	62.8	1.6	8.8	11.18	0.88
Son de froment .	13.1	5.4	81.5	14.0	17.8	45.9	3.8	10.9	37.6	3.4	4.2	11.05	0.87
» de seigle. . . . .	12.5	5.2	82.3	14.5	15.0	49.3	3.5	11.3	40.4	3.0	4.2	11.58	0.91
» de gruau de froment .	11.3	4.1	84.6	19.9	9.3	50.9	4.5	15.5	41.7	4.0	3.3	14.48	1.14
Son de maïs . . . . .	12.0	2.3	85.7	8.0	12.5	61.2	4.0	6.2	50.0	3.6	9.5	9.63	0.75
» de sarrazin	14.0	3.4	82.6	17.1	14.7	46.4	4.4	13.5	38.1	3.9	3.6	12.88	1.01
Balles de millet	9.5	7.5	83.0	6.5	57.5	14.4	4.5	4.5	10.0	3.1	4.0	4.48	0.35
Son d'orge. . . . .	12.0	4.1	83.9	14.8	19.4	45.6	4.1	11.5	37.4	3.6	4.0	11.55	0.91
Farine fourragère d'orge.	11.1	5.7	83.2	11.6	31.9	34.8	4.9	8.1	24.4	3.4	4.1	8.15	0.64
» fourragère de riz	10.7	9.5	79.8	11.5	10.5	48.2	9.6	9.0	39.4	8.5	6.7	11.48	0.90
Tourteaux de colza . . . .	15.0	7.4	71.6	30.3	15.8	25.8	9.5	25.2	18.5	7.7	1.5	18.55	1.43
Farine de colza sans huile .	7.6	8.1	84.3	32.3	14.9	34.5	2.6	25.8	26.6	2.1	1.2	18.65	1.46
Tourteaux de lin . . . . .	11.5	7.9	80.6	28.3	11.0	37.3	10.0	23.8	29.0	8.9	2.2	19.40	1.52
Farine de lin sans huile	9.7	7.3	83.0	34.2	6.6	37.7	4.5	28.7	29.4	4.0	1.4	21.17	1.66
Tourt. de cameline . . . .	15.0	6.9	78.1	25.7	13.0	30.9	8.5	21.6	24.1	7.6	2.0	17.25	1.35
» de pavot. . . . .	10.0	8.4	81.6	32.5	11.4	29.6	8.1	27.3	23.1	7.2	1.5	20.48	1.61
» de chenevis . . . . .	10.5	6.0	83.5	27.0	22.0	28.3	6.2	20.0	20.8	5.0	1.7	15.33	1.20
» de faines n. décortiqu.	10.0	5.2	84.8	24.0	30.5	23.8	6.5	17.8	16.7	5.2	1.7	13.65	1.07
» » décortiquées	12.5	7.7	79.8	37.1	5.5	29.8	7.5	33.4	28.1	6.8	1.4	22.05	1.93
» de madia . . . . .	11.2	6.7	82.1	31.6	25.7	9.8	15.0	22.1	6.9	12.8	1.7	17.14	1.35
» d'arachide n. décort. .	9.8	7.1	83.1	32.1	21.9	18.8	10.3	25.7	14.5	8.3	1.4	18.94	1.49
» d'arachide décortiquée	7.5	12.5	80.0	47.5	8.2	17.2	7.1	42.8	15.5	6.4	0.8	28.83	2.26
de noix . . . . .	13.7	5.0	81.3	34.6	6.4	27.8	12.5	31.1	25.0	11.2	1.7	23.94	1.88
d'élianthème (gr. soleil)	10.0	10.6	79.4	34.2	10.9	22.1	12.2	28.7	17.2	11.0	1.6	21.70	1.70
de palme. . . . .	9.1	3.6	87.3	16.3	21.5	36.4	13.1	16.3	33.5	13.1	4.1	16.40	1.29
Far. de noix de palme pressée	9.0	3.9	87.1	18.5	28.6	36.7	3.3	18.5	33.8	3.3	2.3	15.30	1.20
Tourt. de noix de coco .	12.7	5.1	82.2	23.4	14.6	34.4	9.8	17.1	30.3	8.1	3.0	15.30	1.20
» de candlenuts	7.0	9.0	84.0	54.7	4.2	15.9	9.2	49.2	14.3	8.3	0.7	33.03	2.59
» de sésame . . . . .	11.5	11.8	76.7	34.5	9.5	21.0	11.7	28.1	16.4	10.4	1.5	21.10	1.65
» de graine de coton.	11.5	6.3	82.2	24.0	20.8	30.0	5.9	18.4	14.1	5.6	1.6	13.65	1.07

NOMS DES FOURRAGES.	Eau.	Cendres.	Substance organique.	Protéine brute.	Cellulose brute.	Principes extractifs non azotés.	Graisse brute.	ÉLÉMENTS DIGESTIBLES.			Matières azotées : matières non azotées	Valeur en argent	
								Albumine.	Hydrates de carbone.	Graisse.		Par 100 kil.	Foin ou seigle pris pour unité
Tourteau de graine de coton sans les balles . . . . .	10.1	7.7	82.2	34.3	9.6	27.4	10.9	28.8	17.0	9.9	1.5	21.45	1.6
Tourteaux de germes de maïs.	40.2	7.2	82.6	15.4	10.3	45.6	11.3	12.3	41.0	10.2	5.4	14.03	1.11
» de graine de citrouille	12.0	8.1	79.9	55.6	4.9	8.0	11.4	50.0	7.2	10.3	0.6	33.28	2.6
Farine de viande d'Amérique	11.5	3.7	84.8	72.8	—	—	12.0	69.9	—	10.1	0.4	44.45	3.4
Hannetons frais	70.4	2.3	27.3	18.8	4.8 <sup>1</sup>	—	3.7	13.0	—	3.1	0.6	8.58	0.6
» secs.	13.5	6.7	79.8	55.5	13.9 <sup>1</sup>	—	10.9	38.0	—	9.1	0.6	25.08	1.9
Lait de vache	87.5	0.7	11.8	3.2	—	5.0	3.6	3.2	5.0	3.6	4.4	3.33	0.21
» concentré .	21.5	2.5	76.0	10.2	—	52.9	12.9	10.2	52.9	12.9	8.3	14.65	1.11
» écrémé .	90.0	0.8	9.2	3.0	—	5.6	0.6	3.0	5.6	0.6	2.4	2.50	0.21
Lait de beurre .	90.1	0.5	9.4	3.0	—	5.4	1.0	3.0	5.4	1.0	2.6	2.60	0.21
» de fromage	93.3	0.6	6.1	0.8	—	5.0	0.3	0.8	5.0	0.3	7.2	1.05	0.08
Crème	62.0	0.6	37.4	2.7	—	2.9	31.8	2.7	2.9	31.8	30.5	9.98	0.7

(1) Chitine indigestible.



## II. — TABLEAU DES FACTEURS DE RATIONNEMENT DU BÉTAIL OU DES RATIONS TYPIQUES.

### A. — Ration normale journalière par 1,000 kil. poids vivant.

ESPÈCES. Conditions diverses de l'entretien.	Substance organique totale.	PRINCIPES DIGESTIBLES.			Rapport nutritif.
		Albumine.	Hydrates de carbone.	Graisse.	
	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.
1. <i>Bœufs</i> , au repos à l'étable .	17.5	0.7	8.0	0.15	1 : 12.0
2. <i>Bêtes à laine</i> , grandes races .	20.0	1.2	10.3	0.20	1 : 9.0
" " fines races . . .	22.5	1.5	11.4	0.25	1 : 8.0
3. <i>Bœufs</i> soumis à un travail moyen	24.0	1.6	11.3	0.30	1 : 7.5
" " " énergique	26.0	2.4	13.2	0.50	1 : 6.0
4. <i>Chevaux</i> soumis à un travail modéré	22.5	1.8	11.2	0.60	1 : 7.0
" " " énergique	25.5	2.8	13.4	0.80	1 : 5.5
5. <i>Vaches laitières</i> . . . . .	24.0	2.5	12.5	0.40	1 : 5.4
6. <i>Bœufs à l'engrais</i> , 1 <sup>re</sup> période.	27.0	2.5	15.0	0.50	1 : 6.5
" " " 2 <sup>e</sup> " "	26.0	3.0	14.8	0.70	1 : 5.5
" " " 3 <sup>e</sup> " "	25.0	2.7	14.8	0.60	1 : 6.0
7. <i>Moutons à l'engrais</i> 1 <sup>re</sup> période	26.0	3.0	15.2	0.50	1 : 5.5
" " " 2 <sup>e</sup> " "	25.0	3.5	14.4	0.60	1 : 4.5
8. <i>Porcs à l'engrais</i> , 1 <sup>re</sup> période .	36.0	5.0	27.5		1 : 5.5
" " " 2 <sup>e</sup> " "	31.0	4.0	24.0		1 : 6.0
" " " 3 <sup>e</sup> " "	23.5	2.7	17.5		1 : 6.5
9. <i>Bêtes bovines en croissance</i> : poids moyen vivant					
Agées de 2 à 3 mois 75 kilog.	22.0	4.0	13.8	2.0	1 : 4.7
" " 3 à 6 " 150	23.4	3.2	13.5	1.0	1 : 5.0
" " 6 à 12 " 250	24.0	2.5	13.5	0.6	1 : 6.0
" " 12 à 18 " 350	24.0	2.0	13.0	0.4	1 : 7.0
" " 18 à 24 " 425	24.0	1.6	12.0	0.3	1 : 8.0
10. <i>Bêtes ovines en croissance</i> :					
Agées de 5 à 6 mois 28 kilog.	28.0	2.2	15.6	0.8	1 : 5.5
" " 6 à 8 " 33.5	25.0	2.7	13.3	0.6	1 : 5.5
" " 8 à 11 " 37.5	23.0	2.1	11.4	0.5	1 : 6.0
" " 11 à 15 " 41.0	22.5	1.7	10.9	0.4	1 : 7.0
" " 15 à 20 " 42.5	22.0	1.4	10.4	0.3	1 : 8.0
11. <i>Porcs à l'engrais en croissance</i> :					
Agés de 2 à 3 mois 25 kilog.	42.0	7.5	30.0		1 : 4.0
" " 3 à 5 " 50	34.0	5.0	25.0		1 : 5.0
" " 5 à 6 " 62.5	31.5	4.3	23.7		1 : 5.5
" " 6 à 8 " 65	27.0	3.4	20.4		1 : 6.0
" " 8 à 12 " 125	21.0	2.5	16.2		1 : 6.5

B. — Ration normale journalière par tête.

ESPECES Conditions diverses de l'entretien.	Substance organique totale.	PRINCIPES DIGESTIBLES.			Rapport nutritif.
		Albumine.	Hydrates de carbone	Graisse.	
	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.
<i>Bêtes bovines en croissance :</i>					
Agées de 2 à 3 mois d'un poids moy. vivant de 75 kil.	1.650	0.300	1.050	0.150	1 : 4.7
de 3 à 6 150	3.500	0.500	2.050	0.150	1 : 5.0
de 6 à 12 250	6.000	0.650	3.400	0.150	1 : 6.0
de 12 à 18 350	8.400	0.700	4.550	0.140	1 : 7.0
" de 18 à 24 425	10.200	0.700	5.150	0.130	1 : 8.0
<i>Moutons en croissance:</i>					
Agés de 5 à 6 mois d'un poids moy. vivant de 28 kil.	0.800	0.090	0.435	0.023	1 : 5.5
de 6 à 8 33.5	0.850	0.085	0.425	0.020	1 : 5.5
de 8 à 11 37.5	0.850	0.080	0.425	0.019	1 : 6.0
de 11 à 15 41.0	0.900	0.070	0.445	0.016	1 : 7.0
d 15 à 20 42.5	0.950	0.060	0.440	0.013	1 : 8.0
<i>Porcs à l'engrais en croissance:</i>					
Agés de 2 à 3 mois d'un poids moy. vivant de 25 kil.	1.050	0.190	0.750		1 : 4.0
de 3 à 5 50.	1.700	0.250	1.250		1 : 5.0
de 5 à 6 62.5	1.950	0.270	1.480		1 : 5.5
de 6 à 8 85.	2.300	0.290	1.735		1 : 6.0
de 8 à 12 " 125.	2.600	0.310	2.025		1 : 6.5

III. — TABLEAU DE LA PROPORTION CENTÉSIMALE ET DE LA COMPOSITION ÉLÉMENTAIRE DES PARTIES DU CORPS CHEZ LE BŒUF, LE VEAU, LE MOUTON ET LE PORC (1).

INDICATION	BŒUF.			VEAU GRAS.	MOUTON.				PORC.	
	En bon état.	Demi-gras.	Gras.		En bon état.	Demi-gras.	Gras.	Très-gras.	En bon état.	Gras.
Contenu de l'estomac et de l'intestin	18.0	15.0	12.0	p.c. 7.0	p.c. 16.0	p.c. 15.0	p.c. 14.0	p.c. 12.0	p.c. 7.0	p.c. 5.0
Sang . . . . .	4.7	4.2	3.9	4.8	3.9	3.9	3.6	3.2	7.3	5.0
Peau et cornes . . . . .	8.4	7.4	6.0	6.8	9.6	9.3	8.0	7.2	—	3.6
Membres . . . . .	1.9	1.7	1.6	1.9	5.0	4.7	4.3	4.0	—	—
Laine lavée . . . . .	—	—	—	—	4.8	4.5	4.0	3.6	—	—
Impuretés de la laine . . . . .	—	—	—	—	4.6	4.3	3.7	3.2	—	—
Tête . . . . .	2.8	2.7	2.6	4.8	0.4	0.3	0.4	0.3	0.5	0.4
Langue et arrière-bouche . . . . .	0.6	0.6	0.5	0.6	1.5	1.5	1.2	1.0	0.5	0.3
Cœur . . . . .	0.4	0.5	0.6	1.2	1.4	1.3	1.3	1.3	1.4	0.9
Poumon et trachée artère . . . . .	0.7	0.7	1.3	1.6	0.3	0.3	0.3	0.2	2.6	1.7
Foie et vésicule biliaire . . . . .	1.5	1.3	0.5	0.4	0.2	0.2	0.2	0.1	—	—
Foie et vésicule biliaire . . . . .	0.5	0.2	0.2	0.3	2.4	2.3	2.3	2.0	0.2	0.2
Diaphragme . . . . .	0.2	0.2	0.2	1.2	2.3	2.2	1.9	1.7	1.2	0.7
Rate . . . . .	4.5	3.0	2.7	2.4	3.0	2.4	2.3	2.0	3.9	2.2
Estomac vide . . . . .	2.0	1.5	1.4	2.4	2.3	2.4	1.9	1.7	1.7	2.5
Intestin vide . . . . .	2.3	2.9	4.5	2.4	3.0	4.1	4.9	6.8	72.8	82.1
Graisse de l'épiploon et de l'intestin . . . . .	47.4	55.7	60.3	60.0	43.3	45.3	49.4	52.8	0.9	0.4
4 quartiers avec reins et suif des reins	4.1	2.1	1.4	4.6	1.3	0.8	0.5	0.6	0.9	0.4
Déchets et perte	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Totaux p. c.	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
<i>Groupement des parties du corps.</i>										
Sang . . . . .	4.7	4.2	3.9	4.8	3.9	3.9	3.6	3.2	7.3	3.6
Peau, tête, membres et langue . . . . .	13.7	12.4	10.7	13.5	24.0	22.8	20.0	18.0	—	—
Intestins . . . . .	9.8	7.7	7.2	7.7	8.5	8.1	7.7	6.6	9.8	6.0
Viande et graisse . . . . .	49.7	58.6	64.8	62.4	46.3	49.4	54.3	59.6	74.5	84.6
Contenu de l'estomac et de l'intestin . . . . .	18.0	15.0	12.0	7.0	16.0	15.0	14.0	12.0	7.0	5.0

(1) Il est à remarquer que les chiffres de ce tableau s'appliquent à des animaux jeunes ou qui viennent d'atteindre leur complet développement. Lorsqu'il s'agit de sujets mis à l'engrais dans un âge avancé, la quantité de suif, notamment du suif des reins, est, en général, proportionnellement plus élevée, tandis que le poids des quatre quartiers est souvent un peu plus faible.



<i>Éléments du corps vivant.</i>											
Graisse	7.1	14.9	26.8	13.1	8.6	13.2	18.3	28.1	37.2	22.5	40.2
Combinaisons azotées	15.8	15.5	13.7	15.3	15.4	14.8	13.8	12.2	11.0	13.9	11.0
Matières minérales	4.8	4.4	3.9	4.5	3.4	3.3	3.2	2.9	2.8	2.7	1.8
Eau	54.3	50.2	43.6	60.1	56.6	53.7	50.7	44.8	39.0	53.9	42.0
Contenu de l'estomac et de l'intestin.	18.0	15.0	12.0	7.0	16.0	15.0	14.0	12.0	10.0	7.0	5.0
<b>Totaux p. c.</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>
<i>Après déduction du contenu de l'estomac et de l'intestin.</i>											
Graisse	8.7	17.5	30.5	14.1	10.2	15.5	21.3	31.9	41.4	24.2	42.3
Combinaisons azotées	19.2	18.3	15.6	16.5	18.3	17.4	16.0	13.9	12.2	15.0	11.9
Matières minérales	5.9	5.2	4.4	4.8	4.0	3.9	3.8	3.3	3.1	2.9	1.9
Eau	66.2	59.0	49.5	64.6	67.5	63.2	58.9	50.9	43.3	57.9	43.9
<b>Totaux p. c.</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>
<i>100 Parties des matières du corps renferment .</i>											
Acide phosphorique .	1.92	1.76	1.56	1.64	1.33	1.29	1.25	1.13	1.09	1.10	0.73
Chaux	2.14	1.96	1.74	1.93	1.40	1.35	1.31	1.19	1.15	1.15	0.77
Magnésie	0.06	0.06	0.05	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.03
Potasse	0.18	0.16	0.14	0.29	0.16	0.16	0.15	0.14	0.13	0.15	0.10
Soude .	0.14	0.13	0.12	0.07	0.15	0.15	0.14	0.13	0.12	0.10	0.07
Acide silicique	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	—	—
Chlore, acides sulfurique et carbonique	0.34	0.32	0.28	0.50	0.29	0.29	0.29	0.25	0.25	0.15	0.10
<b>Totaux p.c.</b>	<b>4.80</b>	<b>4.40</b>	<b>3.90</b>	<b>4.50</b>	<b>3.40</b>	<b>3.30</b>	<b>3.20</b>	<b>2.90</b>	<b>2.80</b>	<b>2.70</b>	<b>1.80</b>



# TABLE DES MATIÈRES.

---

	Pages.
Avis du traducteur	V
Préface de l'auteur	VII
 <b>SECTION I. -- Principes généraux de l'alimentation.</b>	
 <i>CHAP. I. — Des éléments constitutants du corps animal.</i>	
	13
La cellule .	17
L'eau	18
Les tissus et les liquides organiques .	19
Poids des divers organes	20
Composition de la substance sèche du corps	21
— de la graisse .	22
Acide lactique, sucre, inosite.	24
Corps albuminoïdes. — Albumine	25
Fibrine .	26
Caséine.	27
Substances gélatineuses.	28
Tissu corné	29
Substances minérales	30
Acide phosphorique, magnésie	32
Potasse, soude	33
Expériences démontrant la nécessité des sels	34
Quantités de sels nutritifs à fournir par les aliments.	41

	Pages.
Des matières minérales incorporées à l'organisme	42
— — — — — constituantes	43
CHAP. II. — <i>De l'échange organique dans le corps animal</i>	49
But d'une nourriture appropriée	50
Peptone. Absorption des corps gras	51
Absorption du sucre; son origine	52
Rôle de l'oxygène respiré	52
Siège de la destruction des composés nutritifs	54
Dissociation du sucre et des substances albuminoïdes; urée, etc.	55
Dissociation de la graisse	57
Effet nutritif réel du fourrage.	58
Appareil respiratoire de Pettenkofer	61
Calcul de l'échange organique	64
Exemple de bilan de l'échange organique	66
CHAP. III. — <i>La formation de la chair musculaire</i>	69
Distinction à établir entre l'albumine de circulation et l'albumine des organes	70
Conditions qui modifient la transmutation albuminoïde:	73
1. L'apport en albumine.	74
2. L'état de nutrition de l'économie	76
3. Influence du sel marin.	78
4. — d'une quantité d'eau exagérée.	79
5. — de corps excitants	80
6. — de la graisse	81
Conditions qui modifient la fixation albuminoïde :	81
1. Influence de la masse fourragère	82
2. — d'une augmentation exclusive de la proportion d'albumine	83



	Pages.
3. Influence de la graisse du corps.	84
4. — du rapport nutritif et spécialement de la substance grasse du fourrage.	85
5. Influence des hydrates de carbone	88
CHAP. IV. — <i>La formation de la graisse</i>	90
De la graisse existant dans la nourriture	91
Formation de la graisse aux dépens des substances albuminoïdes	92
Formation de la graisse du lait	98
— — chez le bœuf	100
— — chez le porc.	101
— — chez le chien	102
— de la cire par l'abeille	105
Circonstances qui favorisent la formation et le dépôt de la graisse :	106
1. Augmentation exclusive de la quantité de corps gras ingérée, graisse provenant du dédoublement de l'albumine	106
2. Influence de l'état gras des animaux	107
3. — d'une absorption exagérée d'eau. . .	107
4-6 — de la température du local, de l'excitation musculaire et des pertes sanguines	108
7. Influence des hydrates de carbone .	109
Nécessité d'observer un rapport entre les matières azotées et celles non azotées; de l'importance d'un <i>rapport nutritif moyen</i>	111
CHAP. V. — <i>La production de la force</i>	112
Substance usée par le travail; expériences sur ce sujet.	112
Du rejet en azote pendant le travail .	115
Origine de la graisse décomposée pendant le travail musculaire	117
Source de la force musculaire.	118
Concours d'un appareil approprié.	121

**SECTION II. — Le fourrage des animaux domestiques.**

	Pages.
CHAP. VI. — <i>Division et examen des éléments constituants des fourrages</i>	122
Valeur de la division en <i>matières plastiques</i> et en <i>matières respiratoires</i>	122
Ce qu'il faut entendre par <i>corps nutritifs</i> .	126
Éléments généraux des fourrages :	127
Corps protéiques	127
Cellulose brute et lignine.	130
Graisse brute	131
Corps extractifs non azotés	132
Matières minérales	133
CHAP. VII. — <i>La digestibilité du fourrage</i>	134
Marche suivie pour apprécier le degré de digestibilité du fourrage.	135
Durée de la digestion chez les ruminants	135
Produits de l'échange organique contenus dans les excré- ments	136
<i>Considérations générales sur la digestibilité des four- rages fibreux</i>	140
Digestibilité de la cellulose	141
— des corps extractifs non azotés	142
Composition de la portion résorbée des corps précédents.	144
— de la portion non résorbée	145
Digestibilité de la chlorophylle	146
— de la protéine brute; valeur des formules proposées pour fixer la digestibilité des fourrages d'après la teneur en protéine	147
Acides et matières minérales contenus dans les urines	148
<i>Examen de quelques points spéciaux relatifs à la digestibilité des fourrages fibreux.</i>	150
Digestibilité de chacun des principes nutritifs d'un four-	

	Pages.
rage fibreux consommé en quantités différentes par un même animal	150
L'état <i>vert</i> ou <i>sec</i> du fourrage fibreux est sans influence.	151
Influence du mode de fanage sur la digestibilité des fourrages fibreux.	152
Influence de la durée de la conservation sur la digestibilité des fourrages fibreux	153
Influence de la phase de végétation sur la digestibilité des fourrages fibreux	154
Influence des conditions climatériques de l'année sur la digestibilité des fourrages fibreux	155
Influence des méthodes diverses de préparation sur la digestibilité des fourrages fibreux	156
Influence de l'espèce animale et de la race sur la digestibilité des fourrages fibreux.	158
Influence de l'âge des animaux sur la digestibilité des fourrages fibreux	159
<i>Digestibilité des aliments additionnels et de leur influence sur celle des fourrages fibreux</i>	160
Influence de l'augmentation exclusive de l'albumine	162
— des aliments additionnels riches en azote.	162
— des graines de céréales	165
— des matières amylacées et du sucre; dépression qu'ils exercent sur la digestibilité du fourrage fibreux	165
Influence des matières hydrocarbonées des plantes-racines	167
Influence des matières grasses	173
— du sel marin	174
— d'autres matières minérales, phosphates	175
<i>Règles générales de calcul du rationnement.</i>	176
Tableau des coefficients de digestibilité des principaux aliments.	179
Tableau de la composition centésimale des précédents.	181

	Pages.
<b>CHAP. VIII. — Examen spécial des fourrages.</b>	
<i>A. — Fourrages fibreux et fourrages verts.</i>	
Foin de prairie . . . . .	182
Herbe de pâturage . . . . .	184
Regain de prairie. . . . .	189
Trèfle vert et trèfle sec . . . . .	192
Luzerne verte et foin de luzerne. . . . .	198
Foin de vesces. . . . .	200
— de lupin . . . . .	201
Trèfle hybride . . . . .	202
— blanc . . . . .	202
— jaune (lupuline). . . . .	202
— incarnat . . . . .	203
Esparcette, trèfle vulnérable, serradelle, spergule, maïs vert. . . . .	203
Sorgho, sarrazin, chardon, feuilles de betteraves, feuilles de carottes et de rutabagas . . . . .	204
Choux, fanes de pommes de terra, tiges de topinambour, feuilles d'arbres, graminées diverses. . . . .	205
Pailles de céréales . . . . .	206
— de légumineuses. . . . .	207
Balles et siliques . . . . .	209
<i>B. — Aliments concentrés .</i>	
Graines de céréales . . . . .	210
Sons. . . . .	212
Drèche de brasserie. . . . .	213
Gluten des amidonneries . . . . .	213
Germes d'orge. . . . .	214
Graines des légumineuses, lupin, féverole, pois . . . . .	214
— oléagineuses, tourteaux de lin, de colza et de coton . . . . .	216
Tourteaux de noix de coco, de candlenuts et de palme. . . . .	218
Farine de viande des fabriques d'extrait. . . . .	218

	Pages.
Hannetons.	221
Bas-produits de laiterie.	222
C. — <i>Tubercules et racines.</i>	223
Pommes de terre.	224
Topinambour	227
Betterave	228
Carotte .	228
Vinasses de distilleries de pommes de terre.	230
—           —       de seigle et de maïs .	230
—           —       de mélasses	230
Pulpes de sucrerie des divers procédés de fabrication	233

### **SECTION III. — Le rationnement des animaux domestiques.**

CHAP. IX. — <i>Considérations générales</i>	235
Eléments des facteurs de rationnement	236
Ration d'entretien et ration de production	240
Importance des rapports nutritifs moyens.	241
Du foin de prairie considéré comme fourrage normal.	243
— de trèfle                   —           —	244
Des graines de céréales       —           —	245
Du lait maternel.               —           —	246
CHAP. X. — <i>Rationnement des animaux adultes.</i>	
Ration d'entretien du bœuf; expériences à ce sujet	247
CHAP. XI. — <i>Rationnement des bêtes à laine</i>	253
Ration d'entretien des moutons de grande race et de petite race	257
Influence du régime sur la production de la laine	258
CHAP. XII. — <i>Rationnement des animaux de travail.</i>	262
Ration du bœuf de travail.	264
Ration du cheval de trait	265

	Pages.
CHAP. XIII. — <i>Rationnement des bêtes laitières.</i>	267
Physiologie de la sécrétion du lait	267
Influence du développement de la glande mammaire et de la nourriture sur la sécrétion laiteuse	269
Conditions qui modifient la qualité du lait	278
Exigences de la vache laitière en matières minérales	282
Utilité du sel marin.	284
CHAP. XIV. — <i>Rationnement des jeunes animaux.</i>	285
Rationnement du veau et des jeunes bêtes bovines	285
— des agneaux	291
— des jeunes porcs	293
Sur l'attention à accorder à l'acide phosphorique et à la chaux dans l'alimentation des jeunes animaux.	293
CHAP. XV. — <i>Rationnement des bêtes à l'engrais</i>	296
But de l'engraissement .	296
Régime préparatoire à l'engraissement	297
Introduction des substances grasses dans la ration.	299
— du sel marin dans la ration	300
Engraissement du mouton.	301
Influence de la tonte	305
Engraissement du porc	306
CHAP. XVI. — <i>Observations sur les tableaux du supplément. — Du calcul des rations.</i>	309
Améliorations apportées à la composition des aliments concernant l'azote, la cellulose et les cendres.	309
Diversité de qualité des foins et des pailles.	310
Au sujet de la teneur des fourrages en éléments diges- tibles.	311
Signification du rapport nutritif	312
Prix attribués aux éléments des fourrages dans la détermination de la valeur en argent de ceux-ci	312

	Pages.
Exemples de calcul du rationnement du mouton soumis à une ration d'entretien ou à l'engraissement.	315
Exemples de calcul du rationnement de la vache	320
— — — — — de bœufs adultes au repos	322
Exemples de calcul du rationnement de bœufs de travail et à l'engrais	323
Exemples de calcul du rationnement du cheval	325
CHAP. XVII. — <i>Développement et état actuel de l'étude de l'alimentation.</i>	327

#### SECTION IV. — Supplément.

I. Tableau de la composition des aliments et de leur richesse en éléments nutritifs digestibles	353
II. Tableau des formules de rationnement des principales espèces domestiques. — Rations typiques.	359
III. Tableau de la composition élémentaire, etc., des parties du corps animal à divers états d'engraissement.	361

---















