



TRAITE
DE
ZOOTECHE



IMP. GEORGES JACOB, — ORLÉANS.

BIBLIOTHÈQUE AGRICOLE

TRAITÉ
DE
ZOOTECHE

PAR

ANDRÉ SANSON

PROFESSEUR DE ZOOLOGIE ET ZOOTECHE
A L'ÉCOLE NATIONALE DE GRIGNON
ET A L'INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE

TOME I

ZOOLOGIE ET ZOOTECHE GÉNÉRALES
ORGANISATION, FONCTIONS PHYSIOLOGIQUES ET HYGIÈNE
DES MACHINES ANIMALES

Troisième édition, revue et corrigée
(Troisième tirage)

102115
N°CLASSIFICAÇÃO

DA
SF 61
S 229t
1893 v. 1

N° TOMBO

22219

PARIS

LIBRAIRIE AGRICOLE DE LA MAISON RUSTIQUE

26, RUE JACOB, 26

1893

Supremo 505052

PRÉFACE

Toute science est nécessairement progressive. Seul le dogmatisme est immuable. Moins qu'aucune autre, en tout cas, la science zootechnique pourrait prétendre à la fixité, même relative. Il y a trente ans, elle existait à peine de nom. La présente édition, malgré le peu de temps écoulé depuis la publication de la précédente, n'en pouvait donc point être une simple réimpression. Les sciences générales, et surtout la physiologie, dont la zootechnie dépend plus étroitement, marchent d'un tel pas, sous l'influence de la féconde méthode expérimentale, que dans l'exécution d'un ouvrage de longue haleine on a peine à les suivre, quelque diligence qu'on y mette. Ce qui paraissait acquis est modifié entièrement par des découvertes nouvelles, ou bien se développe et se précise davantage, en devenant plus clair. Il faut sans cesse remettre l'œuvre sur le métier, si l'on veut qu'elle reste digne de son succès et qu'elle contribue à de nouveaux progrès.

Sans doute, cette édition ne diffère pas autant de la deuxième que celle-ci différerait de la première. Le plan adopté reste le même. Il y a lieu de penser qu'il ne sera plus changé. Sous ce rapport, la science zootechnique sera vraisemblablement considérée comme ayant trouvé son cadre définitif, sa méthode étant celle de toutes les sciences modernes. Mais la recherche incessante ne pouvait manquer de lui imposer des modifications importantes dans ses détails.

C'est ainsi qu'on a dû refaire presque entièrement, dans le premier volume, le chapitre sur la digestion. D'abord le chronomètre dentaire, à l'aide duquel se suppute l'âge des animaux, ne correspondait plus aux faits actuels, avec les signes indiqués par les anciens auteurs et reproduits même par les plus récents. Il a fallu tenir compte des changements déterminés dans l'évolution et dans l'usure des dents, par le déve-

loppement hâtif réalisant la précocité. Ses indications pouvaient, en outre, être considérablement simplifiées et précisées, conséquemment rendues plus faciles à appliquer. Ensuite la théorie de l'alimentation, fondée sur l'étude de la composition immédiate des aliments et de la digestibilité de leurs principes nutritifs, devrait sortir de l'obscurité et de la confusion où l'ont laissée les savants allemands, qui nous ont fourni cependant un grand nombre de matériaux pour l'édifier. Cette théorie, dans l'état actuel de la science, ne peut pas encore, à la vérité, être établie définitivement sur tous les points. Il n'en était pas moins nécessaire de coordonner ceux qui paraissent acquis, pour lui donner une expression claire et précise, pouvant servir de guide sûr à la pratique.

Les articles fondamentaux de la nutrition, de la calorification et du travail musculaire ont été aussi refaits en entier, principalement d'après les résultats de nos propres recherches. Celles-ci avaient pour objet la théorie mécanique et conséquemment l'hygiène des moteurs animés, capitale pour l'industrie de leur exploitation. Elles ont aussi éclairci celle de l'engraissement des animaux comestibles.

Les lois naturelles et les méthodes zootechniques, formant la matière du deuxième volume et constituant avec celle du premier la zootechnie générale, n'exigeaient point dans leur exposition de tels changements. Nous l'avons seulement rendue plus concise, en supprimant dans son texte une centaine de pages pour lui donner une forme plus didactique. Il a paru, notamment, que la discussion des opinions et la citation des exemples démonstratifs n'étaient plus nécessaires. On s'est borné, pour ces derniers, à renvoyer aux volumes subséquents, qui les contiennent plus détaillés.

La description des races et de leurs variétés occupe la partie principale des trois volumes de zootechnie spéciale. Cette partie descriptive, la plus laborieuse et non la moins importante, a été l'objet d'une révision très attentive, afin de la rendre aussi claire que possible par la méthode rigoureuse uniformément suivie.

Comme caractéristique spécifique, la morphologie crâniologique est aujourd'hui partout adoptée. Il n'y a plus lieu de s'arrêter aux contestations isolées dont elle peut être l'objet.

On doit plaindre seulement ceux qui, sous prétexte qu'elle ne serait point pratique, se privent des services qu'elle a déjà tant de fois rendus dans l'enseignement. Sur la voie du progrès, il y a toujours des retardaires. A vrai dire, il n'en a pas été fait toujours le meilleur usage. Souvent, en Allemagne surtout, elle a conduit à des appréciations fautives. Celles-ci étaient dues à la fois à des idées préconçues, parmi lesquelles figurent au premier rang les conceptions transformistes, et à l'abus de la crâniométrie. Mais, même dans ses écarts, la méthode subsiste, et le temps se chargera d'assurer son triomphe définitif et son emploi bien réglé.

De nombreux voyages, en France et à l'étranger, en Allemagne, en Angleterre, en Belgique, en Hollande, en Suisse, m'ont permis d'étudier sur place la plupart des variétés animales et ainsi de les décrire, comme l'on dit, d'après nature. Pour le reste, je me suis entouré des meilleurs documents que des relations étendues m'ont permis de me procurer. De ces voyages, plusieurs sont postérieurs, nécessairement, à l'apparition de la deuxième édition. Ils m'ont mis en mesure de rectifier sur certains points et de compléter sur d'autres les descriptions (1). Ils ont fourni surtout des renseignements précis sur les aires géographiques des races, dont la connaissance a une portée pratique si grande.

A ces divers points de vue de la classification naturelle des races, de leurs caractères zootechniques généraux et de la valeur pratique de leurs variétés, la présente édition, beaucoup plus complète que la précédente, n'a d'analogue, on peut le dire, dans aucune langue européenne. Il n'existe aucun autre ouvrage embrassant ainsi la description de toutes les races de l'ancien continent, rattachées à leurs types naturels.

La méthode qui permet, un individu étant donné, de déterminer facilement, par l'analyse, son type et conséquemment

(1) Malheureusement, l'impression du tome III était déjà trop avancée lorsqu'un voyage à Munich m'a permis de constater, par exemple, que la population chevaline appelée en Bavière *race de Pinzgau* (*Pinzgauer rasse*) n'est pas autre chose qu'une variété de la race frisonne, et celle appelée *norique* une variété de la race belge.

son origine ethnique, est évidemment d'une supériorité incontestable par rapport aux anciennes habitudes descriptives. L'absence de signification distinctive des caractères en quelque sorte banaux et prétendus pratiques signalés par nos maîtres faisait, j'en souviens, le désespoir de mes premières études zootechniques. Rien, en réalité, n'est moins pratique que ce fatras de formes, de couleurs et d'aptitudes attribué à toutes les races indistinctement et par conséquent n'en pouvant caractériser aucune.

A l'égard des applications des méthodes zootechniques pour les divers genres de production en vue de l'accomplissement des fonctions économiques des machines animales, on s'est efforcé aussi d'améliorer la présente édition par l'indication d'un plus grand nombre de détails pratiques. Toutes les opérations ont été suivies de point en point, de façon à ce que chaque chapitre fût un guide sûr et complet, même pour le commençant, et cela dans toutes les branches de la production ou de l'exploitation de ces machines.

L'éleveur, le producteur de lait ou de laine, l'engraisseur, l'entrepreneur de transports ou de travaux publics utilisant des moteurs animés, y trouveront, j'espère, satisfaction à tous les besoins de leur industrie. D'autre part, les faits accumulés en grand nombre dans l'ensemble de l'ouvrage continueront de fournir aux sciences pures de la zoologie et de l'anthropologie générales les bases expérimentales dont ceux qui cultivent ces sciences n'ont pas dédaigné de se servir.

En rendant si tôt nécessaire une nouvelle édition, la faveur du public, attestée d'ailleurs par plusieurs traductions en Europe et en Amérique, nous imposait des obligations qui n'auraient pas pu être déclinées, encore bien que l'amour du progrès n'eût pas seul suffi pour nous faire sentir le besoin de chercher à perfectionner notre œuvre. Nous nous y sommes appliqué de notre mieux, avec l'espoir d'approcher le plus possible du but, mais sans prétendre à l'atteindre. Nous serons satisfait si seulement la présente édition est jugée meilleure que la précédente et si elle marque un nouveau progrès.

BIBLIOGRAPHIE

- ALIBERT, *Recherches expérimentales sur l'alimentation et la respiration des animaux*, Paris, 1855.
- *Art de formuler des rations équivalentes*. Paris, E. Lacroix, 1862.
- AYRAULT (Eugène), *De l'industrie mulassière du Poitou*. Niort. Clouzot, 1867.
- BARPI (Antonio), *Le Razze cavallini italiana ed il loro miglioramento*. Trevisio, 1888.
- BAUDEMONT (Émile), *Études expérimentales sur l'alimentation du bétail*. — I. *Expériences sur l'alimentation des chevaux*. (Annales de l'Institut agronomique, 1^{re} année, 1^{re} livraison. Paris, Librairie agricole, 1852.)
- *Observations sur les rapports qui existent entre le développement de la poitrine, la conformation et les aptitudes des races bovines*. (Ann. du Cons. des Arts-et-Mét. Paris, 1859.)
- *Les races bovines au Concours universel agricole de Paris en 1856*. Introduction et atlas. Paris, Imp. impér., 1862.
- BERNARD (Claude), *Leçons sur les propriétés physiologiques des liquides de l'organisme*. Paris, J.-B. Baillière, 1859.
- BERT (Paul), *Leçons sur la physiologie comparée de la respiration*. J.-B. Baillière, 1870.
- BOUROELAT, *Traité de la conformation extérieure du cheval*. Paris, 1775.
- BOUSSINGAULT, *Économie rurale*. Paris, Asselin et Houzeau.
- *Agronomie, chimie agricole et physiologie*. Paris, Gauthier-Villars.
- CHAUVEAU ET ARLOING, *Traité d'anatomie comparée des animaux domestiques*. 3^e édit. Paris, J.-B. Baillière.
- COLIN (G.), *Traité de physiologie comparée des animaux domestiques*, 3^e édit. Paris, J.-B. Baillière, 1890.
- CORNEVIN (Ch.), *Traité de zootechnie générale*. Paris, J.-B. Baillière, 1891.
- DARWIN, *L'origine des espèces*, traduit de l'anglais par Cl. Royer. Paris, 4^e édit. Marpon et Flammarion; et par J.-J. Moulinié. Paris. Reinwald.
- *De la variation des animaux et des plantes sous l'action de la domestication*, traduit par le même. Paris, Reinwald, 1868.
- DAUBENTON, *Instruction pour les bergers et pour les propriétaires de troupeaux*. Paris, 1782.

- DAVID LOW, *Les animaux domestiques de l'Angleterre*, traduit par Royer. Paris. Épuisé.
- DIETRICH (Dr Th.) und KOENIG (Dr J.), *Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Futterstoffe*. Berlin, Julius Springer.
- FRANCK (Dr Ludwig), *Kleine vergleichende Anatomie der Haus-thiere*. Stuttgart, Schickhardt und Ebner, 1883.
- GAYOT (Eug.). *Institutions hippiques*, 4 vol.
— *Études hippologiques*. 4 vol. Paris, Librairie agricole.
— *La connaissance générale du cheval*. Paris, Firmin-Didot, 1861.
— *La connaissance générale du bœuf*. Ibid., 1860.
— *La connaissance générale du mouton*. Ibid., 1862.
- GILBERT, *Instructions sur les moyens les plus propres à assurer la propagation des bêtes à laines d'Espagne*. Paris, 1797.
- GOBIN (A.). *Traité de l'économie du bétail*. Paris, Bouchard-Huzard, sans date (vers 1860).
- GOHREN (Dr Theodor), *Die Naturgesetze der Fütterung der landwirthschaftlichen Nutzthiere*. Leipzig, C.-L. Hirschfeld, 1872.
- GOUBAUX (Armand) et BARBIER (Gustave), *De l'extérieur du cheval*. Paris, Asselin et Houzeau, 2^e édit., 1890.
- GROGNIER, *Cours de multiplication et de perfectionnement des animaux domestiques*. Paris, Bouchard-Huzard, 1841.
- GROUVEN, *Berichte über die Arbeiten der Agrikulturchemischen Versuche station in Salzmünde*. Berlin, Wiegand und Hempel, 1864.
- GUENON (F.), *Traité des vaches laitières et de l'espèce bovine en général*. Paris, Imprimerie nationale, 1851.
- HAUBNER (Dr C.-G.), *Die Gesundheitspflege der landwirthschaftlichen Haussauegethiere*, 4^e Aufl. Dresden, G. Schoenfeld, 1880.
- HENNEBERG und STOHMANN, *Beitraege zur Begründung einer rationellen Fütterung der Wiederkaeuer*, 2 hefte. Braunschweig, C.-A. Schwetschka und sohn.
- HENGEVELD (G.-J.), *Het Rundvee*. Harlem, 1875.
- HUZARD (J.-B.), *Des haras domestiques en France*, 2^e édit. Paris, Bouchard-Huzard, 1843.
— *Comment les races se forment et se conservent*. Ibid., 1869.
— *Manuel du petit éleveur de poulains dans le Perche*. Ibid., 1869.
- KUHN (Julius). *Traité de l'alimentation des bêtes bovines d'après les données de la science et de la pratique*. Traduit de l'allemand sur la 5^e édit. par Roblin. Paris, G. Masson, 1873.
- LEFOUR, *La race bovine flamande*. Paris, Imprimerie impériale.
- MAERCKER (Max), *La ventilation naturelle et artificielle*. Traduit de l'allemand par J. Leyder. Bruxelles, 1873.
- MAGNE et BAILLET, *Traité d'agriculture pratique et d'hygiène vétérinaire générale*, 4^e édit. Paris, Asselin et C^{ie} et G. Masson, 1873-1883.

- MAGNE, *Hygiène vétérinaire appliquée. Étude de nos races d'animaux domestiques*, 3^e édit. Paris, Garnier frères, 1860.
- MAREY, *La machine animale*. Paris, Germer-Baillièrre, 1873.
- MARTINI (Benno), *Die Zucht-Stammbücher aller Laender*. Bernen, M. Meinsius, 1883.
- NATHUSIUS (Hermann von), *Vorstudien für Geschichte und Zucht der Haustiere zunaescht am schweinschaedel*. Berlin, Wiegand und Hempel, 1861.
- *Vortraege über Viehzucht und Rassenkenntniss. Erster Theil : Allgemeines*. Ibid., 1872. — *Zweiter Theil : Die Schafzucht*, Ibid., 1880.
- NATHUSIUS (Heinrich von), *Das Schwere Arbeitspferd mit besonderer Rücksicht auf den Clydesdale. Heiseeindrücke, Erfahrungen und Betrachtungen*. Berlin, Paul Parey, 1882.
- NATHUSIUS (Wilhelm von), *Das Wollhaar des Schafs in histologische und technische Beziehung mit vergleichender Berücksichtigung anderer Haare und der Haut*. Berlin, Wiegand und Hempel, 1866.
- PIÉTREMENT (C.-A.), *Les chevaux dans les temps préhistoriques et historiques*. Paris, Germer-Baillièrre, 1883.
- RICHARD (Du Cantal), *Etude du cheval de service et de guerre*. Paris, Hachette, 1859.
- RUTIMEYER (Dr L.), *Beitraege zu einer paleontologischen Geschichte der Wiederkaeuer, zunaechst an Linné's Genus Bos*. Basel, 1865.
- *Ueber Art und Rasse des zahmen europaeischen Rindes*. 1866.
- *Versuch einer Natürlichen Geschichte des Rindes*. Genf und Basel, 1867.
- SALVI (Paul), *La Russie chevaline et les courses de résistance*. Milan, Dumolard frères, 1881.
- SANSON (André), *Des types naturels en zoologie*. (*Journ. de l'anat. et de la phys.* de Ch. Robin. Paris, 1867.)
- *La notion physiologique de l'espèce*. (*Philosophie positive*, de Littré et Wyruboff. Paris, 1868.)
- *Mémoire sur un type spécifique de race chevaline à cinq vertèbres lombaires*. (*Journ. de l'anat.* Paris, 1868.)
- *Les migrations des animaux domestiques*. (Ibid., 1872.)
- *Mémoire sur la théorie du développement précoce des animaux domestiques* (couronné par l'Académie des Sciences). (*Journ. de l'anat.* 1872.)
- *Mémoire sur les méfis du lièvre et du lapin*. (*Ann. des sc. nat. Zoologie*. G. Masson, 1872.)
- *Recherches expérimentales sur la toison des mérinos précoces et sur leur valeur comme producteurs de viande* (cour. par la Soc. nat. d'agric.). Paris, v^o Bouchard-Huzard, 1875.)
- *Recherches expérimentales sur la respiration pulmonaire chez*

- les grands mammifères domestiques* (cour. par l'Acad. des Sc.). (Journ. de l'anat., 1876).
- SANSON (André). — *Mémoire sur la source du travail musculaire et sur les prétendues combustions respiratoires.* (Journ. de l'anat., 1880.)
- *Recherches expérimentales sur la propriété excitante de l'avoine.* (Journ. de l'anat., 1883.)
- *Mesure du travail effectué dans la locomotion du quadrupède.* (Ibid., 1885.)
- *Action physiologique des sels d'avénine.* (Ibid., 1888.)
- *Recherches expérimentales sur la puissance digestive comparée du cheval, de l'âne et du mulet.* (Ibid., 1891.)
- *L'hérédité normale et pathologique*, vol. in-8°. Paris, Asselin et Houzeau, 1893.
- SETTEGAST (H.), *Die Thierzucht*, 5^o aufl. Breslau, Korn, 1888.
- TESSIER, *Instruction sur les bêtes à laine et particulièrement sur la race des mérinos*, etc. Paris, Imprimerie impériale, 1810.
- TISSERANT (Eug.), *Guide des propriétaires et des cultivateurs dans le choix, l'entretien et la multiplication des vaches laitières.* Lyon, Savy, 1861.
- TISSERAND (E.), *Études économiques sur le Danemark.* Paris, V. Masson et fils, 1866.
- WILCKENS (Martin),^d *Die Rinderrassen Mittel-Europa's.* 2^o aufl. Berlin, P. Parey, 1885.
- *Form und Leben der landwirthschaftlichen Hausthiere.* 2^o aufl. (Ibid., 1885.)
- *Grundzüge der Naturgeschichte der Hausthiere.* Dresden. G. Schönfeld, 1880.
- *Uebersicht Ueber die Forschungen auf dem Gebiete der Palæontologie der Hausthiere.* — *Biologisches Centralblatt, de Rosenthal*, IV und V Bd.
- VOIT (Carl.), *Ueber die Theorien der Ernaehrung des thierischen Organismem.* München, 1868.
- *Untersuchungen über der Einfluss des Kochsalzes, der Koffees und der Muskelbewegungen auf den Stoffwechsel.* München, 1870.
- WOLFF (Émile), *Die Ernaehrung der landwirthschaftlichen Nutzthiere. Kritische Zusammenstellung der in neuerer Zeit durch thierphysiologische Versuche erlangten Resultate in ihrer Bedeutung für die Aufgabe der landwirthschaftlichen Thierhaltung.* Berlin, Wiegand, Hempel und Parey, 1876.

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME PREMIER

| | |
|--------------------|---|
| PRÉFACE..... | v |
| BIBLIOGRAPHIE..... | x |

CHAPITRE I. — OBJET DE LA ZOOTECHNIE.

| | | | |
|--------------------------|---|--|---|
| Définition..... | 1 | Contrôle des solutions du problème zootechnique . | 8 |
| Historique..... | 2 | | |
| Problème zootechnique... | 4 | | |

CHAPITRE II. — FONCTIONS ÉCONOMIQUES DES MACHINES ANIMALES.

| | | | |
|-----------------|----|---|----|
| Définition..... | 16 | Énumération des fonctions économiques..... | 19 |
| Historique..... | 16 | | |
| | | | |

CHAPITRE III. — ÉLÉMENTS ANATOMIQUES ET TISSUS DES ORGANES DES MACHINES ANIMALES.

| | | | | | |
|-----------------------|----|-----------------------|----|--------------------------|----|
| Définitions..... | 27 | Tissu musculaire..... | 36 | | |
| Cellule..... | 28 | | | Tissu cartilagineux..... | 38 |
| Épithéliums..... | 32 | | | Tissu osseux..... | 39 |
| Tissu conjonctif..... | 32 | | | Squelette..... | 42 |
| Tissu adipeux..... | 35 | | | | |

CHAPITRE IV. — RACHIS ET CRANE.

| | | | |
|-------------|----|--------------------|----|
| Rachis..... | 47 | Tête ou crâne..... | 50 |
|-------------|----|--------------------|----|

CHAPITRE V. — APPAREIL DE LOCOMOTION.

| | | | |
|-----------------------------------|----|--|----|
| Organes..... | 57 | Articulations..... | 73 |
| 1. <i>Bipède antérieur.</i> — Os | 59 | | |
| Articulations..... | 61 | 3. <i>Statique du quadru-</i> <i>pède</i> | 83 |
| Muscles..... | 64 | | |
| 2. <i>Bipède postérieur.</i> — Os | 71 | | |

| | | | |
|--|-----|--|-----|
| Sustentation | 84 | Pas | 103 |
| Base de sustentation | 84 | Pas relevé | 108 |
| Lignes d'aplomb | 84 | Trot | 109 |
| Lois de parallélisme des leviers | 85 | Amble | 114 |
| Conditions de la perfection statique | 87 | Traquenard | 114 |
| Dispositions vicieuses | 87 | Galop normal | 114 |
| 4. <i>Cinématique du quadrupède</i> | 89 | Galop de manège | 117 |
| Allures | 89 | Réactions du galop | 117 |
| Impulsion en avant | 90 | Changements de pied au galop | 117 |
| Effort de traction | 95 | Vitesse du galop | 118 |
| Déplacements latéraux du centre de gravité | 96 | Galop de course | 118 |
| Mouvements coordonnés | 97 | Aubin | 120 |
| Cabrer | 98 | 5. <i>Hygiène de la locomotion</i> | 120 |
| Ruade | 99 | Problème hygiénique | 120 |
| Bond | 100 | Harnais d'attache et de conduite | 122 |
| Ecart | 101 | Harnais de travail | 125 |
| Saut | 101 | Harnachement des Bovidés | 129 |
| Reculer | 102 | | |

CHAPITRE VI. — APPAREIL DE LA DIGESTION.

| | | | |
|---|-----|---|-----|
| Organes | 130 | 5. <i>Estomac</i> . — Définition et situation | 170 |
| 1. <i>Bouche</i> . — Définition | 130 | Formes et structure | 170 |
| Lèvres | 130 | 6. <i>Intestins</i> . — Définition. — Formes et structure | 176 |
| Joues | 131 | 7. <i>Péritoine</i> . — Définition. Disposition | 179 |
| Palais | 131 | Fonction | 180 |
| Isthme du gosier | 131 | 8. <i>Pancréas</i> . — Structure, situation et forme | 180 |
| Langue | 131 | Suc pancréatique | 180 |
| Dentition | 132 | 9. <i>Foie</i> . — Situation | 181 |
| Forme des dents | 135 | Structure | 181 |
| Evolution des dents | 138 | Fonction | 182 |
| Chronomètre dentaire | 141 | Bile | 182 |
| Lecture du chronomètre dentaire | 146 | 10. <i>Fonction digestive</i> . — Objet | 183 |
| Chronomètre des Equidés | 147 | Aliments | 184 |
| Chronomètre des Bovidés | 158 | Tables de la composition chimique des aliments | 190 |
| Chronomètre des Ovidés | 163 | Relation nutritive | 206 |
| Chronomètre des Suidés | 165 | Préhension des aliments | 208 |
| 2. <i>Glandes salivaires</i> . — Structure | 166 | Mastication et insalivation | 209 |
| Parotides | 166 | Déglutition | 209 |
| Maxillaires | 167 | Rumination | 210 |
| Sublinguale | 167 | Digestion stomacale | 212 |
| Molaires | 167 | Digestion intestinale | 214 |
| Salives | 168 | Osмосe intestinale | 214 |
| 3. <i>Pharynx</i> . — Définition et situation | 169 | | |
| 4. <i>Œsophage</i> . — Définition | 169 | | |
| Situation et direction | 170 | | |

| | | | |
|---|-----|---|-----|
| Défécation..... | 216 | 11. <i>Alimentation.</i> — Pré- paration des aliments..... | 231 |
| Digestibilité des ali- ments..... | 216 | Composition des rations..... | 239 |
| Coefficients de digestibi- lité..... | 222 | Normes d'alimentation.. | 244 |
| Equivalents nutritifs.... | 223 | Formules de comptabilité | 246 |
| Coefficients digestifs.... | 225 | Valeur commerciale des aliments..... | 248 |
| Condiments..... | 228 | Distribution des aliments et des boissons..... | 250 |
| Boissons..... | 230 | | |

CHAPITRE VII. — APPAREIL DE LA RESPIRATION

| | | | |
|---|-----|--|-----|
| Organes..... | 253 | Configuration..... | 258 |
| 1. <i>Cavités nasales.</i> — Dé- finition..... | 253 | Composition..... | 258 |
| Fosses nasales..... | 254 | Diaphragme..... | 259 |
| Membrane pituitaire.... | 254 | 6. <i>Poumons.</i> — Définition | 261 |
| 2. <i>Larynx.</i> — Définition.. | 254 | Structure..... | 261 |
| Situation..... | 255 | 7. <i>Plèvres.</i> — Définition.. | 262 |
| Cartilages..... | 255 | Disposition..... | 262 |
| Muqueuse..... | 256 | 8. <i>Fonction respiratoire.</i> — Objet..... | 263 |
| 3. <i>Trachée.</i> — Définition.. | 256 | Phénomènes mécaniques | 263 |
| Situation..... | 256 | Nombre de mouvements respiratoires..... | 266 |
| Cartilages..... | 256 | Phénomènes physiques.. | 266 |
| Muqueuse..... | 257 | 9. <i>Hygiène de la respira- tion.</i> — Quantité né- cessaire d'air respi- rable..... | 267 |
| 4. <i>Bronches.</i> — Situation. | 257 | | |
| Cartilages..... | 257 | | |
| 5. <i>Cavité thoracique.</i> — Définition..... | 258 | | |

CHAPITRE VIII. — APPAREIL DE LA CIRCULATION.

| | | | |
|--|-----|---|-----|
| Organes..... | 271 | Structure..... | 281 |
| 1. <i>Cœur.</i> — Situation et forme..... | 271 | Fonction..... | 281 |
| Cavités..... | 271 | 5. <i>Système capillaire.</i> — Définition..... | 282 |
| Structure..... | 273 | Structure..... | 282 |
| Endocardes..... | 273 | 6. <i>Système lymphatique.</i> — Définition..... | 282 |
| Péricarde..... | 273 | Ganglions..... | 282 |
| Fonction..... | 274 | Forme et dispositions.. | 282 |
| 2. <i>Systèmes artériels.</i> — Définition..... | 274 | Réservoir sous-lombaire | 283 |
| Système pulmonaire.... | 275 | Canal thoracique..... | 283 |
| Système aortique..... | 275 | Grande veine lymphati- que..... | 283 |
| 3. <i>Systèmes veineux.</i> — Définition..... | 277 | Lymphé..... | 284 |
| Capacité..... | 277 | 7. <i>Thyroïde et thymus.</i> — Définitions..... | 284 |
| Structure..... | 277 | Structure..... | 284 |
| Division..... | 277 | 8. <i>Circulation du sang.</i> — Mécanisme..... | 285 |
| Système pulmonaire.... | 277 | Durée de la révolution du sang..... | 286 |
| Système des veines caves | 278 | 9. <i>Nutrition, travail mus-</i> | |
| Système de la veine porte | 279 | | |
| 4. <i>Rate.</i> — Définition.... | 281 | | |
| Forme et situation..... | 281 | | |

| | | | |
|---|-----|---|-----|
| <i>culaire et calorifica- tion. — Principes fon- damentaux.....</i> | 287 | Température animale... | 307 |
| Composition du sang ... | 290 | Contraction musculaire . | 308 |
| Nutrition..... | 294 | 10. <i>Hygiène de la nutri- tion. — Problème hy- giénique</i> | 310 |
| Sécrétions..... | 298 | Equivalent mécanique des aliments..... | 312 |
| Travail musculaire et ca- lorification..... | 298 | | |

CHAPITRE IX. — APPAREIL URINAIRE.

| | | | |
|--|-----|---|-----|
| Organes..... | 315 | 3. <i>Vessie. — Situation...</i> | 317 |
| 1. <i>Reins. — Situation.....</i> | 315 | Structure..... | 317 |
| Forme..... | 315 | 4. <i>Canal de l'urètre. —</i> | |
| Structure..... | 315 | Direction..... | 318 |
| 2. <i>Uretères. — Situation et direction</i> | 317 | 5. <i>Urination. — Urine...</i> | 318 |
| Structure..... | 317 | Fonctions des reins et de la vessie..... | 319 |

CHAPITRE X. — APPAREIL DE L'INNERVATION.

| | | | |
|--|-----|--|-----|
| Organes..... | 321 | Nerfs rachidiens..... | 330 |
| Éléments des systèmes nerveux..... | 321 | 2. <i>Système nerveux gan- glionnaire nerveux ou sympathique. — Gan- glions nerveux.....</i> | 331 |
| 1. <i>Système nerveux céré- bro-spinal. — Centre cérébro-spinal.....</i> | 322 | Nerfs..... | 331 |
| Encéphale..... | 322 | 3. <i>Fonction de l'innerva- tion. — Propriétés des centres nerveux</i> | 332 |
| Cerveau..... | 323 | Propriétés des nerfs ... | 332 |
| Cervelet..... | 325 | Pouvoir réflexe des cen- tres nerveux..... | 333 |
| Bulbe rachidien..... | 325 | | |
| Moelle épinière..... | 326 | | |
| Nerfs..... | 328 | | |
| Nerfs crâniens..... | 329 | | |

CHAPITRE XI. — APPAREILS DES SENS.

| | |
|---|--|
| Énumération des sens... 335 | Pelages..... 345 |
| 1. <i>Appareil du toucher. —</i> | Appendices cornés..... 346 |
| Organes..... 335 | Cornes frontales..... 246 |
| Peau..... 335 | Châtaignes..... 347 |
| Derme..... 335 | Ergots..... 347 |
| Papilles ou corpuscules du tact..... 336 | Sabot..... 347 |
| Glandes de la peau..... 337 | Onglons..... 352 |
| Epiderme..... 338 | 2. <i>Fonctions de la peau. —</i> |
| Pigment..... 339 | Protection..... 353 |
| Poils..... 339 | Toucher..... 353 |
| Crins..... 341 | Respiration..... 353 |
| Laine et duvet..... 341 | Excrétion de la sueur... 353 |
| Soies..... 342 | Régulation de la tempé- rature animale..... 355 |
| Robes..... 342 | 3. <i>Hygiène de la peau. —</i> |
| Particularités des robes. 344 | Panage..... 355 |

| | | | |
|---|-----|---|-----|
| Tondage..... | 358 | 6. <i>Appareil de la vision.</i> | |
| Bains..... | 359 | — Organes..... | 366 |
| 4. <i>Hygiène du sabot et des onglons.</i> — Importance..... | 361 | Globe de l'œil..... | 366 |
| Utilité de la ferrure..... | 361 | Conjonctive..... | 368 |
| Conditions d'une bonne ferrure..... | 362 | 7. <i>Fonction de la vision.</i> | |
| 5. <i>Appareils du goût et de l'odorat.</i> — Organes et fonctions..... | 365 | — Marche de la lumière dans les milieux de l'œil..... | 369 |
| | | 8. <i>Appareil de l'audition.</i> | |
| | | — Organes et fonction..... | 369 |

CHAPITRE XII. — APPAREIL DE LA GÉNÉRATION.

| | | | |
|---|-----|--|-----|
| Organes sexuels..... | 371 | Mamelles des femelles d'Equidés..... | 382 |
| 1. <i>Organes génitaux du mâle.</i> — Testicules... .. | 371 | Mamelles des femelles de Bovidés..... | 382 |
| Canaux déférents..... | 373 | Mamelles des femelles d'Ovidés..... | 383 |
| Sperme..... | 373 | Mamelles des femelles de Suidés..... | 383 |
| Pénis..... | 374 | 3. <i>Fonction de la génération.</i> — Fécondation.. | 383 |
| 2. <i>Organes génitaux de la femelle.</i> — Ovaires... .. | 374 | Développement de l'embryon..... | 384 |
| Utérus..... | 375 | Gestation..... | 386 |
| Vagin..... | 377 | Circulation et nutrition du fœtus..... | 387 |
| Vulve..... | 377 | Positions du fœtus..... | 388 |
| Mamelles..... | 378 | Durée de la gestation... .. | 389 |
| Structure de la glande mammaire..... | 378 | Parturition..... | 389 |
| Lactation..... | 379 | | |
| Lait..... | 380 | | |
| Colostrum..... | 381 | | |
| AUTEURS CITÉS..... | 371 | | |
| INDEX ALPHABÉTIQUE..... | 392 | | |

ZOOTECHNIE

ORGANISATION, FONCTIONS PHYSIOLOGIQUES ET HYGIÈNE

CHAPITRE PREMIER

OBJET DE LA ZOOTECHNIE

Définition. — La zootechnie (de ζῷον, animal, et τέχνη, art industriel) est la technologie des machines animales, ou la science de leur production et de leur exploitation.

Ce n'est point la science du bétail seulement. Le bétail n'est que l'ensemble des animaux de la ferme ou de l'exploitation agricole. La zootechnie s'occupe aussi de ceux qui sont exploités dans les autres industries, ou employés dans les armées.

Ce n'est pas davantage la partie de l'histoire naturelle qui traite des animaux domestiques, car elle laisse en dehors de son domaine un grand nombre de ceux-ci, et, en outre, elle ne se limite point à leur étude abstraite. Le problème général qu'elle a pour objet de résoudre met en jeu à la fois les notions les plus fondamentales de la zoologie, celles de la physiologie animale et celles qui sont qualifiées d'économiques. C'est précisément l'intervention de ces dernières qui la caractérise la mieux.

Historique. — Jusque vers 1850, on ne rencontre nulle part la trace que les animaux de la ferme aient été envisagés autrement que comme des auxiliaires pour la production végétale. Tous les auteurs les considèrent seulement comme des moteurs nécessaires pour labourer le sol et pour transporter ses produits, puis pour fournir l'agent indispensable à l'entretien de sa fertilité. Ils étaient l'une des charges de l'agriculture. Les agronomes les plus éminents, les Thaer, les Mathieu de Dombasle et leur école, proclamaient que le bétail, dans l'exploitation agricole, est un *mal nécessaire*. Le but qu'ils marquaient à la science était de réduire le plus possible ses frais d'entretien, de façon à ce que l'engrais de ferme fût obtenu au plus bas prix de revient possible, afin de réduire celui du blé au minimum. Aller au-delà leur paraissait une utopie.

Le sujet, d'ailleurs, restait dans le domaine de l'économie rurale pure. Les ouvrages spéciaux publiés en Europe sous les titres divers de *Cours de multiplication et de perfectionnement des animaux domestiques*, d'*Hygiène vétérinaire appliquée*, d'*Économie du bétail*, de *Breeding*, de *Thierzucht*, de *Viehzeit*, etc., admettaient tous la formule classique. Les auteurs visaient seulement à fournir les moyens d'obtenir les plus beaux animaux, d'après une certaine esthétique convenue, ou à les alimenter de la façon la plus économique. Aucun d'eux ne pensait qu'un rôle autre que celui reconnu par les agronomes pût être attribué au bétail. Que les animaux, si perfectionnés qu'on supposât leurs formes et leurs aptitudes, fussent capables de faire acquérir aux denrées végétales dont ils se nourrissent une valeur même seulement égale à celle que le commerce en offre sur le marché, cela leur paraissait impossible. Ils étaient convaincus, eux aussi, que dans tous les cas il y aurait eu avantage à vendre directement ces denrées, plutôt que de les faire consommer par le bétail, si la fonction de celui-ci comme producteur d'engrais n'avait été la condition nécessaire de l'exploitation même du sol.

En ces termes, c'eût donc été un véritable progrès de pouvoir se passer de bétail dans l'industrie agricole. Il

aurait suffi, pour le réaliser, de trouver le moyen d'entretenir la fertilité du sol sans le concours du fumier, et celui de le cultiver sans le concours des machines animales. On y a songé. La doctrine des engrais chimiques combinés avec le labourage à vapeur devait y pourvoir. Elle a rencontré des partisans.

Quoi qu'il en soit, la notion générale sur la façon d'envisager le bétail comme un agent onéreux de la production végétale était enseignée partout, lorsque fut fondé, à Versailles, l'Institut national agronomique. Sous l'inspiration de M. de Gasparin, les fondateurs de l'établissement eurent d'autres vues. Nous savons pertinemment que, dans leur esprit, il s'agissait de rompre avec la tradition empirique et de créer une doctrine nouvelle de la production animale, fondée sur la science expérimentale. Pour la première fois on désigna cette doctrine sous le nom qu'elle porte actuellement et qui avait été antérieurement proposé par M. de Gasparin (1). Une chaire de zootechnie, pourvue d'abondants moyens de travail, fut instituée, et l'on résolut d'appeler, pour l'occuper, un jeune savant versé dans les études d'histoire naturelle, mais absolument étranger aux anciens partis pris, et, d'ailleurs, tout à fait inexpérimenté dans le maniement des animaux domestiques.

Ce jeune savant était Baudement, qui ne faillit point aux espérances qu'il avait fait concevoir. Malheureusement, la prompte suppression de l'Institut de Versailles, en le privant de ses moyens de travail, et une mauvaise santé qui le conduisit à une mort prématurée, ne lui ont point permis de donner toute sa mesure. Il a eu, toutefois, le temps d'accomplir la partie principale de la tâche à lui confiée. Il a eu le temps d'engager solidement la zootechnie dans les voies expérimentales, d'où elle n'est plus sortie depuis. Les luttes qu'il dut soutenir pour l'y établir n'ont certes pas été étrangères à la catastrophe qui l'a enlevé à notre amitié.

(1) C^o DE GASPARIN, *Cours d'agriculture*, 2^e édit., t. I, Introduction, p. 16. Paris, Libr. agric., 1846.

Ces luttes rendent incontestable son droit de priorité comme initiateur de la nouvelle doctrine zootechnique, dont le caractère fondamental consiste précisément dans la manière de considérer le rôle du bétail en économie rurale, dans la manière de poser le problème zootechnique, absolument différente de celle qui avait l'adhésion de tous ses devanciers. Toute contestation sur ce sujet serait absolument vaine. L'opinion est fixée maintenant. Sur d'autres points abordés par lui, Baudement s'est trompé, et il a dû être rectifié. Sur celui-là, qui est tout à fait essentiel et d'une fécondité indiscutable, il n'y a pas de controverse possible.

Voyons en quoi il consiste.

Problème zootechnique. — Baudement, dès qu'il fut en possession de sa chaire, y présenta ce problème dans ses termes nouveaux ; mais pour en trouver l'expression écrite, il faut arriver jusqu'à la publication de l'œuvre inachevée qu'il a laissée à sa mort (1).

« Pour la zootechnie, y est-il dit, les animaux domestiques sont des machines, non pas dans l'acception figurée du mot, mais dans son acception la plus rigoureuse, telle que l'admettent la mécanique et l'industrie. Ce sont des machines au même titre que les locomotives de nos chemins de fer, les appareils de nos usines où l'on distille, où l'on fabrique du sucre, de la fécule, où l'on tisse, où l'on moule, où l'on transforme une matière quelconque. Ce sont des machines donnant des services et des produits.

« Les animaux mangent : ce sont des machines qui consomment, qui brûlent une certaine quantité de combustible d'une certaine nature. Ils se meuvent : ce sont des machines en mouvement obéissant aux lois de la mécanique. Ils donnent du lait, de la viande, de la force ; ce

(1) Émile BAUDEMONT, *Les races bovines au concours universel agricole de Paris en 1856 ; études zootechniques publiées par ordre de S. Exc. le Ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics. Atlas avec introduction et texte. (L'introduction seule a paru.)* Paris, imprimerie impériale, 1862.

sont des machines fournissant un rendement pour une certaine dépense.

« Ces machines animales sont construites sur un certain plan ; elles sont composées d'éléments déterminés, d'*organes*, comme le disent ensemble l'anatomie et la mécanique. Toutes leurs parties ont un certain agencement, conservent entre elles certains rapports et fonctionnent en vertu de certaines lois, pour donner un certain travail utile.

« L'activité de ces machines constitue leur *vie* propre, que la physiologie résume en quatre grandes fonctions : la nutrition, la reproduction, la sensibilité et la locomotion. Ce fonctionnement, qui caractérise la vie, est aussi la condition de notre exploitation zootechnique, l'occasion de dépenses et de rendements que nous devons balancer de manière à atténuer les prix de revient pour accroître les profits.

« Mais ces admirables machines ont été créées par des mains plus puissantes que les nôtres ; nous n'avons pas été appelés à régler les conditions de leur existence et de leur marche, et, pour les conduire, les multiplier, les modifier, nous devons les connaître, sous peine de les détruire et de laisser prendre dans le jeu fatal de leurs engrenages nos peines, notre temps, nos capitaux. Mieux nous connaissons la construction de ces machines, les lois de leur fonctionnement, leurs exigences et leurs ressources, plus nous pouvons nous engager avec sécurité et avantage dans leur exploitation. »

On ne saurait mieux dire. Nulle part il ne serait possible de trouver, ni dans aucun auteur français antérieur (sauf l'introduction du *Cours d'agriculture* de Gasparin), ni dans aucun auteur étranger, la moindre trace d'une conception même seulement analogue. Celle-là était donc alors entièrement neuve. C'est pour la première fois qu'il est question, à l'égard du bétail, des profits que son exploitation peut donner. Et, chose remarquable, Baudement ne dit pas un mot de la « machine à fumier » dont il avait été parlé avant lui, en se plaçant au point de vue de la doctrine dominante en économie rurale. Pour le premier

fondateur de la zootechnie scientifique, il est clair que le problème posé par les animaux de la ferme consiste avant et par-dessus tout à créer directement des valeurs, par la transformation des matières végétales. Ces matières végétales sont des matériaux de construction et des matières premières pour les machines animales.

A partir du moment où les animaux domestiques furent ainsi envisagés comme des machines à transformation, soumises aux lois de la mécanique générale, de la physique et de la chimie, soumises aussi, en tant que machines industrielles, aux lois économiques, le point de vue sur leur rôle en économie rurale a complètement changé. L'exploitation agricole n'est plus seulement considérée comme devant tirer ses profits de la production des céréales et autres denrées végétales ayant un cours sur le marché, le bétail comme un agent nécessaire, mais nécessairement onéreux de cette production. Comme l'avait indiqué de Gasparin, deux buts distincts lui sont assignés, dont l'importance respective varie selon les conditions de milieu. Elle comprend la production végétale et la production animale, en vue de fabriquer avec bénéfice et de livrer au marché des subsistances pour la population humaine, ou des matières premières pour son industrie. Elle comporte la prédominance de la culture des plantes dont les fruits sont livrés au commerce, ou de celle des plantes pour lesquelles les animaux sont les machines à transformation définies plus haut, et dont les résidus, après avoir passé par le corps de ces animaux, fertilisent de nouveau le sol. Le compte d'exploitation se compose ainsi, d'une part, des sommes encaissées par suite de la vente des produits végétaux et animaux livrés au marché ; de l'autre, des frais de toute sorte qu'il a fallu payer pour les obtenir. La balance indique le bénéfice ou la perte, ou, pour mieux dire, le produit par hectare cultivé.

Cette notion, aussi simple que pratique, avait complètement échappé à nos devanciers, qui considéraient, d'ailleurs, ainsi que nous l'avons déjà dit, le problème comme ne les concernant point. Il restait dans le domaine

de l'économie rurale pure, où il était admis que le bétail gagne ou perd, à volonté, selon la manière adoptée pour établir son compte. Quant à eux, l'objet de leurs études conservait un caractère abstrait ou absolu. Ils n'avaient à s'occuper que de l'histoire naturelle des animaux domestiques et que de poser les règles à l'aide desquelles on les produit aussi beaux que possible, d'après celles d'une certaine esthétique convenue.

Aujourd'hui il est reconnu que le bétail est en perte seulement quand il est mal exploité, et que, de plus, son exploitation, conforme aux enseignements de la zootechnie scientifique, est partout la source la plus certaine des profits agricoles. On sait que la transformation des matières végétales par les machines animales bien construites et bien alimentées, bien appropriées aux conditions dans lesquelles se fait leur exploitation, est le moyen sûr de leur faire acquérir le maximum de valeur. La raison en est que les produits animaux sont de plus en plus demandés, et que, par leur nature même, ils sont de ceux pour lesquels le champ de la concurrence s'étend le moins facilement, à cause de la difficulté de transporter au loin la plupart d'entre eux.

Le problème zootechnique consiste donc, en définitive, à bien diriger la construction des machines animales, à les approprier exactement aux conditions physiques et économiques dans lesquelles s'entreprennent leur exploitation, et à les alimenter de façon à ce que leurs produits de transformation atteignent la plus grande valeur possible. Il consiste à exploiter toujours et partout les machines relativement les plus aptes ou les plus puissantes, dont les produits rencontrent les débouchés les plus faciles et les plus avantageux, condition indispensable du bénéfice ou du profit. C'est le caractère essentiel de tout problème industriel.

On aura peine à croire, dans l'avenir, que cette façon de poser le problème zootechnique ait pu être considérée comme révolutionnaire, et qu'il ait fallu tant d'efforts pour la faire admettre. On ne comprendra point que ses auteurs aient passé pour des utopistes aux yeux de ceux qui se

qualité d'hommes pratiques, ou pour de simples théoriciens, ce qui revient au même dans l'esprit de ces derniers. On ne pourra point s'expliquer que la production animale ait été, depuis si longtemps, envisagée autrement que comme une industrie obéissant avant tout aux lois économiques, de même que toutes les autres.

Pour ceux qui, dès à présent, lui reconnaissent avec nous son caractère fondamental, il serait sans doute superflu d'insister sur sa grande importance. Non seulement elle la tire des services de premier ordre que ses produits rendent à la société, lorsqu'ils lui sont livrés directement, mais encore il est incontestable que la production animale exerce la plus grande influence sur la prospérité de l'ensemble des entreprises agricoles. Plus, dans ces entreprises, sa part tend à prédominer, meilleurs sont les résultats de la production végétale proprement dite. En d'autres termes, plus une ferme nourrit de bétail scientifiquement entretenu, plus sont grands, par exemple, les profits de la culture des céréales et des autres récoltes livrées au marché. C'est ce que l'observation met toujours en évidence.

L'industrie végétale est donc nécessairement solidaire de l'industrie animale dans l'exploitation agricole, et, en ce sens, l'ancienne économie rurale n'avait eu que le tort d'exagérer la solidarité qui les unit, au point d'annihiler complètement le caractère industriel de la production animale. Elle supprimait ainsi le problème zootechnique, en réduisant les animaux au simple rôle d'agents de la production végétale.

Il est donc bien évident que la prétention plusieurs fois manifestée de soutenir que l'hygiène vétérinaire, notamment, et la zootechnie sont, sous des noms différents, une seule et même chose, ne supporte pas l'examen. L'hygiène proprement dite, en ce qui concerne les animaux domestiques, peut être quelquefois un moyen, elle n'est jamais le but de leur exploitation, ainsi qu'on va le voir encore avec plus de précision.

Contrôle des solutions du problème zootechnique. — La production animale donne lieu à un sport

ou à un dilettantisme, qui trouve l'occasion de s'exercer dans les concours publics d'animaux. Comme le nom l'indique, il a pris naissance en Angleterre, parmi l'aristocratie de ce pays. De là il s'est répandu sur le continent. C'est une esthétique particulière qui sert de critérium pour juger de la valeur des individus exposés. On ne doute point que ces individus, reconnus ainsi les plus beaux, ne soient par cela même les meilleurs pour l'exploitation.

Dans cette exploitation, cependant, il ne s'agit point de se procurer des satisfactions d'amour-propre, en s'indemnisant tout au plus de ses frais, comme c'est le cas de celui qui travaille en vue du sport des concours. Il s'agit de réaliser des profits. Pour la zootechnie, conséquemment, le meilleur animal n'est point celui qui serait reconnu le plus beau dans ces concours par les juges placés au point de vue esthétique, mais bien celui qui rapporte le plus, dont l'exploitation est la plus lucrative. Le seul critérium des opérations est donc, en tous les cas, la comptabilité, sur le genre de laquelle il faut d'abord s'entendre.

Dans les entreprises industrielles qui exploitent des machines animales sans produire elles-mêmes les denrées nécessaires à leur alimentation, et doivent, par conséquent, acheter celles-ci sur le marché, la comptabilité zootechnique ne diffère en rien de la comptabilité ordinaire. Les valeurs étant toutes déterminées par l'achat ou la vente, les comptes se balancent facilement par un solde créditeur ou débiteur. Il n'en est pas de même pour les opérations des fermes. Les formes de comptabilité usitées pour le compte bétail comportent l'introduction d'évaluations qui se font d'après des conventions sur lesquelles il a été beaucoup discuté. Les uns admettent un prétendu prix de revient pour les fourrages qu'ils ont produits et qu'ils font consommer par leurs animaux. Les autres préfèrent adopter le cours du marché voisin, qu'ils diminuent de frais supposés de transport sur ce marché.

Il est reconnu que le prix de revient des denrées agricoles est impossible à déterminer exactement et que la

plupart des denrées fourragères, notamment celles qui forment la base de l'alimentation du bétail, n'ont point, dans la généralité des cas, de cours sur le marché, la bonne organisation des entreprises agricoles s'opposant à ce qu'elles soient vendues. En tous cas, il est clair que si les producteurs avaient tous, à un moment donné, l'idée de les mettre en vente, elles ne trouveraient point acheteur, ou, du moins, ce ne serait qu'avec une forte baisse à l'égard de celles qui ont un débouché pour les besoins des autres industries.

Dans la généralité des circonstances, l'agriculteur n'a pas le choix entre la vente de ces denrées fourragères et leur consommation par son propre bétail. Supposer ce choix est donc une pure fiction. La principale source de ses profits est la vente des denrées animales, pour la production desquelles ses fourrages sont des matières premières indispensables.

Une autre fiction est de considérer, dans le mode de comptabilité que nous examinons, les animaux comme des acheteurs des denrées fourragères. L'agriculteur fabricant de sucre ou distillateur, par exemple, vend à sa bouverie, à sa vacherie ou à sa bergerie ses pulpes à un prix qu'il a fixé lui-même. Celui qui n'est ni sucrier, ni distillateur, fait de même pour les produits de ses cultures. Si ses préférences sont pour le bétail ou pour les cultures, il favorise ainsi à son gré le compte bétail ou le compte de culture. Il fait à volonté gagner l'un et perdre l'autre, selon qu'il élève ou abaisse ses prix. De même pour le fabricant. Ce que la fabrique gagne ou perd, les animaux le perdent ou le gagnent. Dans tous les cas, l'état final de la caisse reste le même. Cela n'est évidemment pas sérieux et ne sert que pour donner matière à des controverses sans fondement, comme sans utilité.

Toute fixation de prix de vente résulte nécessairement d'un débat entre le vendeur et l'acheteur, ou tout au moins d'un acquiescement de la part de celui-ci. L'animal ne peut ni discuter ni acquiescer. Il ne peut donc acheter. Supposer une vente et fixer un prix, c'est se placer tout à fait en dehors de la réalité. Même en admettant la sup-

position qui s'en éloigne le moins, pour certains cas exceptionnels, et qui est celle du prix du marché diminué des frais de transport, ordinairement fictifs, eux aussi, le résultat auquel on arrive ne peut point donner une idée approximativement exacte sur la valeur du service rendu par les animaux.

En effet, dans cette supposition, le compte bétail se trouve nécessairement grevé, au profit du compte de culture, du bénéfice que procure à celui-ci la vente des végétaux. S'il se balançait en ce cas sans perte ni profit, il aurait encore assuré à l'exploitation l'économie des frais de transport. La perte apparente ne serait réelle qu'au cas où elle dépasserait leur valeur.

Mais nous n'en sommes point réduits à ces opérations fictives pour contrôler la valeur des solutions zootechniques dans les entreprises agricoles. Rien n'est plus facile que d'établir le compte exact des machines animales. Il suffit pour cela de tenir note de tous les faits que comporte l'accomplissement de leur fonction générale et d'en calculer le rapport. Cette fonction, avons-nous dit, est de transformer les matières végétales qui les alimentent en matières animales ou en services dont la valeur est déterminée par leur vente sur le marché et mesurée par le livre de caisse.

Le compte d'exploitation des machines animales a un débit et un crédit, comme les comptes de commerce quelconques. Il ne diffère de ces derniers que par la nature des éléments constituant le débit et par son mode de clôture. Le compte commercial se clôt par une balance qui le constitue finalement créditeur ou débiteur, selon que la somme des crédits l'emporte sur celle des débits, ou celle des débits sur la somme des crédits. Celui des machines animales ne peut pas se balancer de la sorte, ses deux parties n'étant point composées d'unités de même ordre. Dans ce compte, le crédit détermine, par sa qualité de commune mesure, la valeur des principaux éléments du débit.

Ce débit se compose des quantités de matières alimentaires ou matières premières consommées par l'animal

pour son entretien et pour le fonctionnement de ses organes producteurs, plus des sommes d'argent qu'il a fallu payer pour les frais quelconques qu'il a occasionnés. Le crédit est composé des sommes encaissées par le fait de la vente de ses produits. La puissance productrice de l'animal, considérée comme machine à transformation, sera exactement mesurée par la valeur donnée à ses aliments, valeur représentée par la somme de son crédit, moins les frais portés à son débit. De deux machines animales de même espèce, ayant consommé les mêmes aliments et occasionné les mêmes frais, la plus puissante ou la meilleure, la plus avantageuse à exploiter sera celle dont le crédit atteindra la plus forte somme, ou bien, si l'alimentation ou les frais ont été différents, celle dont le crédit fera ressortir, pour l'unité alimentaire, la valeur la plus élevée.

Pour préciser davantage, donnons un modèle de la comptabilité dont il s'agit, par exemple pour une vache produisant du lait.

Compte de la vache N... pendant le mois de janvier.

| Débit. | | | Crédit. | |
|----------------------|---------------------|--|----------------------|---------------------|
| Foin de luzerne ... | 55 ⁸ 800 | | 248 litres de lait | |
| Betteraves..... | 279 » | | vendus à raison de | |
| Paille d'avoine ... | 62 » | | 70 cent. le litre.. | 173 ⁶ 60 |
| Remoulages..... | 43 400 | | A déduire, total des | |
| Salaire du vacher.. | 4 ³ 33 | | frais..... | 51 95 |
| Entretien et intérêt | | | | |
| de l'étable..... | » 50 | | Reste au crédit. | 121 ⁶ 65 |
| Frais de vente du | | | | |
| lait..... | 47 12 | | | |
| | ----- | | | |
| Total des frais | 51 ⁶ 95 | | | |

Dans cet exemple, qui n'a rien de fictif, car il est tiré de l'une des exploitations des environs de Paris qui vendent du lait de pureté garantie, il est clair que la vache

N... a donné une valeur totale de 121 fr. 65 à l'ensemble des matières alimentaires portées au débit de son compte. Toutes celles de la vacherie dont elle fait partie ont reçu la même ration durant le même mois, et elles ont occasionné les mêmes frais. Leur lait a été vendu le même prix. Leur compte, étant établi de même, permet donc de comparer avec la plus grande facilité leur valeur industrielle, puisque celle-ci se mesure exactement par la valeur même des crédits respectifs, qui est le but de l'exploitation.

Mais dans l'état actuel de la science nous sommes en mesure d'aller plus loin. Ce que nous venons de voir permet de déterminer avec certitude la valeur moyenne donnée par les machines animales à leur ration journalière, qui, dans le cas que nous avons pris pour exemple, en admettant que la vache ne produise que du lait, ressortirait à $\frac{121,65}{31} = 3$ fr. 92. Nous avons le moyen d'éta-

blir la répartition de cette valeur entre les divers aliments composants de la ration, au prorata de la part que chacun d'eux a prise à la production. Ce moyen sera indiqué à sa place, quand nous aurons étudié la physiologie de la digestion, à laquelle il se rapporte. Il nous met en état de contrôler, par la comptabilité, la valeur relative des combinaisons nombreuses auxquelles se prêtent les diverses matières alimentaires de même ordre, pour la composition des rations. Nous pouvons ainsi, en connaissance de cause, donner la préférence, soit pour les cultiver, soit pour les acheter, à celles auxquelles les animaux, en les transformant, donnent la plus grande valeur.

La comptabilité zootechnique, on le voit, fait donc acquérir aux opérations dont le bétail des fermes est l'objet un caractère de précision scientifique qui lui manquait complètement. Ces opérations ne peuvent être sans elle jugées d'une manière exacte. En les considérant en bloc dans le compte de caisse de l'exploitation, ainsi que quelques-uns le préconisent comme suffisant, ou par genres d'animaux à l'aide d'évaluations arbitraires, comme cela se pratique, il est impossible, de l'une ou de l'autre

sorte, de trouver un contrôle pour les solutions particulières du problème zootechnique tel qu'il doit être posé. Ce contrôle est au contraire facile par le procédé que nous venons d'exposer.

En effet, le critérium de la solution est tout entier dans la valeur donnée aux aliments par l'exploitation de la machine animale. Celle-ci transforme des aliments qui ont ou qui n'ont point cours sur le marché. Parmi ces aliments, il en est qui pourraient indifféremment être vendus en nature ou livrés au bétail, d'autres pour lesquels l'option n'est point admissible. Quoi qu'il en soit, la valeur que le travail de transformation leur a fait acquérir, dans le cas considéré, a toujours un point de comparaison. Ce point est, pour les uns, le prix d'achat ou le prix de vente possible sur le marché; pour les autres, la valeur donnée au produit de l'hectare de terre cultivé.

Si cet hectare, cultivé en fourrages, a produit après leur transformation par le bétail une valeur de 1,000 fr., tandis qu'il n'en aurait produit qu'une de 900 fr., avec une récolte vendable directement, la solution zootechnique est évidemment bonne. De même si, comme dans le cas de notre exemple, les remoulages achetés 16 fr. les 100 kilogr. ont été vendus sous forme de lait 19 fr., les betteraves 21 fr. 20 les 1,000 kilogr., le foin de luzerne 110 fr. les 500 kilogr., il est clair qu'en faisant consommer par des vaches, dans les conditions où il opère, le foin de luzerne produit par sa ferme, située à quelques lieues de Paris, l'agriculteur en question a mieux agi que s'il avait, comme la plupart de ses confrères, fait conduire ce foin sur le marché de la capitale pour le vendre au cours de 75 fr. Il y a gagné près de 60 pour 100.

Les solutions zootechniques se jugent donc en les comparant, soit avec le cours des denrées végétales sur le marché, soit avec le produit des diverses cultures; ou bien par comparaison des valeurs créées par les diverses machines animales de même espèce ou d'espèces différentes. Leur appréciation est donc exclusivement du ressort de la comptabilité. En dehors de celle-ci, le jugement ne peut avoir aucune base solide.

Dans l'exposé des objets de crédit des machines animales, il n'est tenu aucun compte d'un élément auquel les comptables purs accordent la plus grande importance. On veut parler de leurs déjections, ou pour mieux dire du fumier qu'elles servent à confectionner. Sans entrer dans des détails qui seraient ici déplacés sur les caractères économiques et agronomiques du fumier, il suffira de dire, en restant à notre point de vue, que les déjections ne sont point des produits des animaux, mais bien des résidus de leur alimentation. Un agriculteur qui vendrait ces résidus serait à juste titre considéré comme insensé. Une solution zootechnique qui n'aurait pour effet que de les livrer gratuitement à l'exploitation agricole ne pourrait être admise comme suffisante. Toute solution scientifique d'un problème zootechnique quelconque doit nécessairement se traduire en outre par un bénéfice, c'est-à-dire par une création de valeur. Son mérite relatif se mesure précisément par la valeur créée.

Divisions de la zootechnie. — La science zootechnique comporte deux parties bien distinctes. Dans la première, les animaux sont envisagés d'une façon générale ou abstraite. On s'y occupe des lois économiques qui les régissent tous indistinctement, en leur qualité de machines industrielles, de leur organisation anatomique, de leur fonctionnement physiologique, de la place qui leur appartient ou de leur classification dans l'ordre naturel, enfin des méthodes de production, d'amélioration et d'exploitation qui leur sont applicables. C'est la *zootechnie générale*. Dans la seconde, qui est la *zootechnie spéciale*, après avoir décrit, pour chacun des genres fournissant des machines animales, la population des espèces qui composent ce genre, on indique en détail les applications pratiques des méthodes, en vue d'atteindre le but de l'exploitation. L'une est donc la partie théorique de la zootechnie et l'autre en est la partie pratique. L'une est de la science pure, dont la portée dépasse les limites des opérations industrielles et qui fournit ses contributions à la zoologie générale; l'autre est ce qu'on appelle improprement de la science appliquée.

CHAPITRE II

FONCTIONS ÉCONOMIQUES DES MACHINES ANIMALES

Définition. — Lorsque les organes des machines animales agissent pour leur propre conservation ou pour celle de l'espèce naturelle à laquelle chacune de ces machines appartient, ils exercent ce qu'on nomme des fonctions physiologiques. A dater du moment où l'organisme animal travaille en outre pour la société, devenant ainsi un objet d'industrie, il remplit des fonctions économiques, puisqu'il crée des valeurs ou des utilités, des produits ou des services pouvant donner lieu à des échanges. Cet organisme était auparavant un simple objet d'histoire naturelle, n'intéressant que la zoologie pure; il est passé à l'état de machine industrielle, exploitée par nous, et par conséquent entré dans le domaine de la zootechnie.

Historique. — Les fonctions économiques des animaux sont aussi vieilles que la civilisation, dont elles caractérisent parfaitement l'existence.

On admet généralement que l'humanité, dans son évolution, a parcouru partout les mêmes étapes, d'une marche plus ou moins rapide, selon les aptitudes des races et les circonstances de milieu. Quelques-unes de ses parties sont arrivées, depuis de nombreux siècles, à un remarquable développement de civilisation, qu'elles ne paraissent guère capables de dépasser; d'autres, après avoir atteint leur apogée, sont tombées dans une décadence irrémédiable; d'autres ne paraissent aptes à aucun progrès; d'autres enfin, qui ne se sont jamais arrêtées, semblent devoir suivre toujours une marche ascensionnelle. Serait-ce que ces dernières sont les plus jeunes?

Quoi qu'il en soit, la civilisation, considérée dans l'en-

semble de l'humanité, a toujours progressé et vraisemblablement elle progressera toujours tant qu'il subsistera des hommes à la surface de notre globe.

Les recherches modernes, qui ont fait reporter les commencements de l'humanité jusqu'à des temps auprès desquels la chronologie biblique semble à peine d'hier, montrent que partout elle a suivi les mêmes phases générales. Partout l'arme a précédé l'outil. Partout elle a lutté d'abord pour l'existence contre les animaux, avec des armes en pierre, pour se procurer sa subsistance et assurer sa conservation. C'est un premier âge, caractérisé par l'emploi des armes grossièrement taillées. Durant cet âge, son unique occupation paraît avoir été la chasse. Elle a laissé des traces nombreuses et abondantes de son genre de vie par des amas d'ossements brisés d'animaux dont quelques espèces occupent encore les mêmes lieux, tandis que d'autres les ont quittés. Dans les gisements de ces débris d'alimentation, nul indice d'industrie autre que celle de la confection des armes. Les hommes alors vivent en peuplades exclusivement chasseresses, comme les troupes d'animaux carnassiers, dont ils fuient d'ailleurs le voisinage, pour rechercher celui des herbivores, généralement inoffensifs. Ils se nourrissent de leur chair et se font un vêtement de leur peau, en la débarrassant des chairs adhérentes, à l'aide de couteaux et de grattoirs en silex taillé, après les avoir tués à coups de hache ou de flèche.

Avec les outils en os, en bois de renne, propres principalement à la confection des vêtements, avec les couteaux et les pointes de flèches finement taillées et les haches polies de diverses matières, apparaissent les œuvres d'art d'abord rudimentaires, puis moins naïves, les dessins au trait, les sculptures. Tout cela indique le loisir. L'homme n'a plus à combattre sans cesse pour se procurer sa subsistance. Autour de lui, dans sa demeure, on ne rencontre plus que des restes des animaux qui sont aujourd'hui domestiques, avec quelques-uns de ceux qui forment notre gibier. Il a cessé évidemment d'être exclusivement chasseur, pour devenir pâtre. Il chasse avec des flèches

pour varier sa nourriture, non pour l'assurer. Il a des troupeaux. L'état domestique des animaux date de ce moment.

Le chien, le cheval et l'âne, le bœuf, le renne, le porc, se sont dès lors ralliés à lui. On retrouve leurs restes dans ses habitations, qui sont des cavernes ou des abris sous roche. La faune lui a fourni tous ceux qui, par leurs instincts, n'étaient point réfractaires à la vie commune avec lui. Depuis l'âge de la pierre polie, dont la date nous échappe quant à son commencement, mais qui paraît s'être prolongé, sur certains points, jusqu'aux temps historiques, et qui subsiste encore sur certains autres (chez les peuplades appelées sauvages), il n'a nulle part été domestiqué d'espèces animales nouvelles. De temps immémorial, les ressources de la faune sont épuisées. En sorte qu'on se demande s'il ne serait pas plus exact d'admettre qu'il y a eu trêve ou entente mutuelle, autorité acceptée, plutôt que domination imposée de la part de l'homme.

Il semble plus probable que les animaux domestiques, obéissant à leurs instincts de sociabilité, le sont devenus dès que l'homme a cessé de leur faire la guerre, observant et comprenant mieux ces instincts. Cela, certes, flatte moins notre orgueil en un certain sens, mais paraît plus conforme à la réalité. On ne peut se dispenser d'en voir la preuve dans l'échec constant, depuis les temps historiques, des efforts tentés pour domestiquer une espèce quelconque véritablement sauvage. D'où il faut conclure que les espèces animales sont naturellement sauvages ou domestiques, en vertu de leurs propres instincts, et que notre puissance n'y est pour rien (1).

Durant l'âge de la pierre polie et le commencement de l'âge du bronze, dans les habitations construites sur pilotis, dites palafites, ou habitations lacustres, ou terramares, avec les animaux domestiques plus haut cités on trouve les premières traces de l'agriculture. La civilisation a fait

(1) ANDRÉ SANSON, art. DOMESTICATION du *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales*. Paris, Asselin et Houzeau, et G. Masson; et aussi *Dictionnaire d'agriculture*, Hachette et Co.

un grand pas. Là commence le travail de production. Les fonctions économiques du bétail de ces stations se développent et se multiplient. Dans notre Europe, cela nous conduit à l'Antiquité. Les produits de ce bétail deviennent des objets d'échange, d'abord entre les individus, puis entre les peuplades, puis entre les nations. Les besoins nés de la situation générale ont provoqué le développement des aptitudes qui devaient les satisfaire, car cela seul se produit normalement, dans les sociétés humaines, qui est demandé, qui a des chances de rencontrer un débouché.

L'existence du débouché, voilà ce qui caractérise essentiellement la fonction économique et ce qui s'étend de plus en plus à mesure que la civilisation progresse. Elle n'existe point sans cela, pour la raison décisive que le débouché seul donne de la valeur à l'objet produit. Si personne ne consent à échanger cet objet contre une valeur déterminée, c'est pour la richesse sociale comme s'il n'existait point. Il en est de même s'il ne peut être échangé que contre une valeur inférieure à celle qu'il a fallu dépenser pour le produire. Dans les deux cas la société s'appauvrit. Il n'y a fonction économique réelle que quand elle s'enrichit au contraire par des créations de valeurs ou d'utilités.

Dans nos sociétés modernes, arrivées à un haut degré de civilisation, ce débouché, pour les produits animaux, grandit de plus en plus. A aucune époque on ne concevrait la possibilité d'un état social fondé sur le travail et la prévoyance, en l'absence des animaux domestiques. Il n'y a peut-être pas de meilleure mesure de sa prospérité que celle qui est fournie par la grandeur de leurs fonctions économiques, déterminée par le débouché de leurs produits.

Énumération des fonctions économiques. — Certains animaux domestiques sont qualifiés de machines animales, précisément à cause de leurs fonctions économiques; elles les distinguent des autres, vivant comme eux à côté de l'homme, dans sa demeure (*Domus*), par les utilités de plusieurs genres qu'ils produisent ou fournissent.

Ces utilités sont :

1^o Le lait, la chair, la graisse, les viscères, que nous consommons pour notre alimentation ;

2^o Les dépouilles, laine, poils, peaux, cornes, suif, os, etc., qui fournissent des matières premières pour nos manufactures ;

3^o La force motrice, que nous employons dans nos exploitations agricoles ou industrielles, pour notre défense nationale ou pour notre satisfaction personnelle ;

4^o Les excréments et les débris, qui contribuent à l'entretien de la fertilité du sol.

D'une manière générale, chacun de ces quatre genres d'utilités correspond à une fonction économique exercée par les animaux. Les uns n'en remplissent qu'une seule durant leur vie entière ; les autres en remplissent plusieurs, à la fois ou successivement. Le cheval ou le mulet exploité comme moteur animé est dans le premier cas. La vache, qui, tout en allaitant son veau ou en donnant son lait, tire la charrue pour cultiver le sol, puis s'engraisse pour produire de la viande, est dans le second.

A ces quatre genres de fonctions créatrices de valeurs, admises par tout le monde parce qu'elles sont dans la nature même des choses, il convient d'en ajouter une cinquième plus générale, nouvellement introduite dans la science zootechnique, et dont la portée sera plus loin examinée : c'est la fonction créatrice de capital qui, dans l'exploitation agricole, doit s'exercer concurremment avec la plupart des autres.

Perfection zootechnique. — En toute chose, la perfection est un idéal vers lequel on tend sans cesse, sans espoir de l'atteindre jamais, quand on est sage. C'est le but du progrès dont il s'agit seulement de se rapprocher le plus possible. En zootechnie, elle a été et elle est encore conçue de diverses façons. Il importe de les exposer et de les examiner, car de la conception dont il s'agit dépend, pour la plus forte part, la valeur des solutions indiquées pour les problèmes zootechniques spéciaux.

Baudement la comprenait de la manière suivante :

« La *perfection*, dit-il (1), est l'ensemble de tous les caractères qui répondent le mieux à une destination de l'animal ; c'est la réunion des qualités qui, à l'exclusion de toutes les autres, rendent l'animal propre à une seule espèce de service ; c'est la *spécialisation* des races.

« La *spécialisation* des races, c'est-à-dire l'appropriation de chaque race à un genre unique d'emploi, tel est, à mes yeux, le terme qu'il faut montrer aux efforts de la production, comme pouvant seul réaliser, pour chaque aptitude, le maximum de perfection, c'est-à-dire constituer la machine à son maximum de rendement. »

Dans ses termes pris à la lettre, la définition qu'on vient de lire se heurterait à une impossibilité de l'ordre zoologique. Mais il est clair que l'auteur a voulu parler seulement des fonctions économiques, qu'il recommande de spécialiser, pour atteindre la perfection zootechnique. C'était le fond de sa doctrine pratique, auquel il tenait le plus. C'est l'application, aux machines animales, du principe de la division du travail, en effet tout-puissant dans l'industrie. Ce principe est appliqué depuis longtemps à la plupart des animaux anglais, tant admirés. La question est de savoir s'il est utilement applicable ; s'il a, pour le fonctionnement des machines animales, la vertu qui lui est reconnue pour celui des machines de l'industrie manufacturière. Une analyse comparative va nous montrer qu'il faut répondre négativement à cette question, et que par conséquent la doctrine de la spécialisation des races animales est une erreur économique.

La machine brute et la machine animale ont incontestablement beaucoup de caractères communs. Avec Baudement nous les avons déjà signalés. Mais elles ont aussi des caractères différentiels, qui paraissent lui avoir échappé, et ils sont, pour le sujet qui nous occupe, d'importance majeure.

La machine brute est construite par nous avec de certains matériaux ; elle s'alimente de matières premières

(1) E. BAUDEMONT, *Les races bovines, etc.*, loc. cit., Introduction, p. XXXIX.

qui, avec ces matériaux, diffèrent du tout au tout. Elle ne peut fonctionner ou travailler qu'à dater du moment où sa construction est achevée. Dès qu'elle fonctionne, elle s'use et se détruit, consommant ainsi le capital qu'elle représente. Il faut l'amortir, en prélevant sur son produit une prime annuelle proportionnée à sa durée, en sus de ses frais d'entretien. C'est un résultat inévitable de son exploitation. Lors même qu'elle ne fonctionne point, il est nécessaire de l'entretenir en bon état, sans quoi elle se détériorerait.

La machine animale se construit elle-même avec ses propres matières alimentaires, et elle est capable de travailler et de donner un produit bien avant l'achèvement de sa construction. Son temps d'existence, comme capital ou comme instrument de production, se divise naturellement en deux périodes bien distinctes, qui correspondent à la marche normale des phénomènes biologiques. Durant la première, qui est la période de croissance, ou période de construction de la machine, la valeur de celle-ci va sans cesse augmentant; elle crée du capital en même temps qu'elle donne du revenu ou du produit. Durant la seconde, qui est celle de la décrépitude naturelle, elle en consomme, diminuant progressivement de valeur, comme la machine brute. Dans cette période, elle doit, elle aussi, être entretenue et amortie. L'existence de l'être vivant peut être représentée par un diagramme, dont la première, partie, de longueur variable, est constamment ascendante suivie ou non d'un plateau culminant, et la seconde, normalement toujours plus longue, descend jusqu'à la mort. Le point culminant correspond au maximum de valeur commerciale pour la machine animale, parce qu'il correspond aussi au maximum de puissance productive.

L'exposé de ces faits met en évidence, entre les deux sortes de machines, une différence capitale. Il montre que les machines animales peuvent être exploitées sans qu'il soit nécessaire d'amortir leur valeur, et même, de plus, durant que cette valeur augmente; que leur exploitation peut avoir pour conséquence non seulement une création de revenu, comme dans le cas des machines brutes, mais

en outre une création de capital ; que le crédit du compte de cette exploitation peut s'alimenter à deux sources au lieu d'une, en même temps que disparaît du débit la prime d'amortissement. Il suffit pour cela que cette exploitation soit bornée au temps de leur période de croissance.

Toutes les situations industrielles ne se prêtent point également à ce mode d'exploitation des machines animales. Il en est où il serait pratiquement et économiquement impossible. Mais ces situations-là ne concernent point le domaine agricole. La fonction de l'agriculture est au contraire, comme nous l'avons vu, de créer pour les autres industries les valeurs animales. Elle les produit ; les autres les consomment. Dès que l'animal a atteint le maximum de sa valeur commerciale, il n'est plus à sa place dans l'exploitation rurale ; il doit la quitter pour être livré au commerce, sauf de rares exceptions que nous aurons à signaler en temps et lieu. En thèse générale, l'amortissement du capital bétail doit être banni de la comptabilité agricole.

Cette notion nouvelle ruine absolument la doctrine plus haut formulée de la spécialisation des fonctions économiques, en faisant voir que cette doctrine n'est point celle qui fournit, dans tous les cas, la meilleure solution du problème zootechnique. Elle conduit à lui substituer, comme plus conforme aux exigences de ce problème, celle de la fonction prédominante, qui est la fonction créatrice de capital. Celle-ci implique nécessairement que les aptitudes physiologiques spécialisées, conduisant la machine au maximum de rendement, n'entraînent point par cela seul le meilleur résultat économique. Ce meilleur résultat, dans de nombreux cas, pour ne pas dire toujours, est obtenu par des aptitudes multiples et pondérées, sur lesquelles prédomine la fonction créatrice de capital, dont la notion nouvellement introduite, nous le répétons, doit être considérée comme l'un des plus utiles progrès réalisés en zootechnie.

La notion, analysée et généralisée, théorisée, en un mot, est nouvelle sans contredit ; mais le fait sur lequel elle

s'appuie s'observe depuis longtemps, dans certaines régions de notre pays, et sur des aptitudes diverses.

Les cultivateurs de la Saintonge et du Poitou, par exemple, achètent de jeunes taurillons venant de l'Auvergne. Ils les font bistourner, puis ils les dressent au joug. Vers deux ans ils les vendent par paires ainsi dressées à d'autres petits cultivateurs, auxquels ces jeunes bœufs suffisent pour exécuter leurs travaux de culture. Ceux-ci les soignent bien, et l'année suivante ils les vendent à leur tour, avec un fort bénéfice, à d'autres cultivateurs ayant besoin d'un attelage plus fort.

Cela se renouvelle ainsi chaque année, jusqu'à ce que la paire de bœufs arrive aux mains de l'engraisneur, qui en donne alors le plus fort prix. C'est ce qui a lieu quand, au plus tard, l'âge de cinq ans est à peine atteint. A leur arrivée d'Auvergne, ces animaux ont été payés généralement 300 fr. la paire. L'engraisneur les paie 1,500 fr. au moins. La force motrice nécessaire pour l'exécution des travaux de culture durant quatre années environ a été obtenue, et il a été créé dans le même temps une valeur de $1,500 - 300 = 1,200$ fr., répartie entre les diverses mains par lesquelles la paire de bœufs a passé.

L'aptitude motrice, chez ces jeunes bœufs, est relativement faible, et du reste on s'applique à ne point l'utiliser en totalité, au profit de la création de capital, qui se trouve être la fonction économique prédominante. Néanmoins le service de cette aptitude est obtenu dans les meilleures conditions, puisqu'il n'occasionne évidemment aucune dépense, le capital créé étant plus que suffisant pour compenser les frais d'alimentation.

Ce capital se présente ici sous la forme de viande. Voyons ce qu'il serait, dans les mêmes conditions, avec une aptitude étroitement spécialisée. Nous en avons des exemples nombreux dans le département de la Mayenne, où se produisent des bœufs spécialisés, qui sont achetés entre l'âge de trente mois et celui de trois ans par les engraisseurs de la Normandie et ceux du Nord. A cet âge, ils pèsent en moyenne 600 kilogr. Leur valeur est de 540 fr. On a créé ainsi par année une valeur moyenne de

180 fr., tandis que dans le cas des bœufs auvergnats travailleurs, cette valeur n'est que de 150 fr. Mais dans ce dernier cas, on a obtenu sans frais la force motrice qu'exige la culture du sol, tandis que dans l'autre il a fallu la payer en nourrissant et amortissant un bœuf nantais spécialisé comme travailleur, dont la dépense annuelle ne peut pas être évaluée à moins de 280 fr. (1). Ce prix, comme on le voit, compense bien au-delà de la valeur créée.

Il est tout aussi facile de démontrer que la vache la plus forte laitière, donnant le plus fort rendement, par conséquent la plus spécialisée, n'est pas nécessairement celle qui, dans l'exploitation agricole, donne le plus grand profit.

Supposons une vache arrivée à son maximum d'aptitude, qui se présente lorsqu'elle a fait son troisième veau, c'est-à-dire lorsqu'elle a terminé sa croissance. Admettons un rendement annuel de 3,600 litres de lait, qui peut être considéré comme très fort. Sa valeur commerciale n'est pas moindre alors de 700 fr. A la fin de son année de lactation, cette valeur n'aura pas diminué de moins de 50 fr. Au prix de 0 fr. 20 le litre de lait, son produit sera de $3,600 \times 0,20 = 720$ fr., dont il faudra soustraire sa moins-value. Le produit net ($720 - 50$) sera donc 670 fr.

La même vache, exploitée après la naissance de son deuxième veau, n'aurait donné qu'un rendement annuel de 3,000 litres ; mais alors sa valeur commerciale n'aurait été que de 600 fr. Au même prix par litre, son produit annuel en lait n'aurait été que de $3,000 \times 0,20 = 600$ fr. ; mais à ce produit il faudrait ajouter la plus-value commerciale acquise durant l'année, soit 100 fr., ce qui porterait le produit total de son exploitation à 700 fr., soit 30 fr. de plus que dans le premier cas.

Nous montrerons, en faisant la zootechnie spéciale de chacun des genres d'animaux, que cette doctrine de la prédominance de la fonction créatrice de capital s'applique

(1) A raison de 10 kilog. de foin ou de leur équivalent par jour, ou 3,650 kilog. par an, dont le prix courant est de 40 à 45 fr. les 500 kilog.

bien à tous les cas et qu'elle réalise, beaucoup mieux que celle des fonctions spécialisées, la perfection zootechnique.

On ne peut donc pas adopter pour cette perfection la définition de Baudement, qui, en la formulant, s'est laissé entraîner par l'identité complète qu'il avait cru reconnaître entre les machines animales et les machines brutes, et n'a pas aperçu le caractère particulier de l'industrie agricole. Peut-être aussi a-t-il cru trop facilement, avec tant d'autres, sans examen suffisant, que les Anglais l'avaient réalisée.

Ce qui précède montre que la *perfection zootechnique* n'est point dans la *spécialisation*, mais seulement dans l'*exacte appropriation des aptitudes aux fonctions économiques*. Il en est ainsi parce que cette appropriation porte au maximum, non pas le rendement de la machine, mais le profit de son exploitation, qui en est le but pratique.

Cette perfection ne peut être visée et approchée que par l'amélioration des machines animales et de leur exploitation au moyen de méthodes zootechniques fondées sur la connaissance des détails de l'organisme de ces machines et des lois qui président à son fonctionnement. C'est donc par l'exposé des éléments de cette connaissance qu'il faut commencer, pour établir sur des bases solides la zootechnie générale et lui assurer ainsi le caractère scientifique qu'elle doit avoir.

CHAPITRE III

ÉLÉMENTS ANATOMIQUES ET TISSUS DES ORGANES DES MACHINES ANIMALES

Définitions. — Les êtres organisés sont composés de solides et de liquides. Ces derniers composants ont pour base l'eau, dans laquelle se trouvent à l'état de dissolution, de diffusion ou de suspension, des substances minérales ou organiques, ternaires ou quaternaires. Les parties solides, chimiquement constituées par du carbone, de l'hydrogène, de l'azote et de l'oxygène, auxquels se joignent certains autres corps élémentaires diversement combinés, se présentent, à égalité de composition chimique, sous des formes très variées, mais toujours semblables pour les mêmes organes.

Ces formes élémentaires des parties solides de l'organisme animal, reconnues à l'examen microscopique, portent le nom générique d'*éléments anatomiques* ou d'*éléments figurés*, par opposition avec les principes immédiats, qui, n'ayant aucune trace d'organisation, sont dits amorphes et existent généralement à l'état de diffusion dans l'eau.

Les éléments anatomiques se montrent sous forme de petites masses plus ou moins régulièrement sphériques, dont le diamètre varie d'un à plusieurs millièmes de millimètre, ou de masses prismatiques, de fibres, de lamelles, de disques, etc. Groupés, ils constituent les *tissus* de l'organisme, dont le nom n'est pas précisément toujours exact, mais il a le mérite d'être universellement adopté. L'étude de ces tissus, considérés indépendamment des organes qu'ils concourent à former, et faite à l'œil nu, était

la matière de l'*Anatomie générale*, créée par Bichat. Depuis qu'en y a fait intervenir le microscope, aidé d'une technique spéciale pour l'exécution des préparations, elle a reçu le nom d'*Histologie*.

On ne peut pas songer à entreprendre ici l'examen détaillé de tous les éléments anatomiques et de tous les tissus qu'ils forment. Il faut se borner à donner une idée de la constitution fondamentale des premiers et à décrire sommairement ceux qui, parmi les derniers, sont les plus répandus dans la machine animale. Les autres, éléments et tissus, seront indiqués à l'occasion des organes dans la composition anatomique desquels ils entrent. Cette idée sera fournie par la définition des éléments figurés les plus simples, la *granulation* et la *cellule*, dont le premier n'a même pas besoin d'être défini.

Cellule. — Tout élément figuré de l'organisme animal, quelle que soit sa forme, peut être ramené à la constitution cellulaire. Il dérive, du reste, toujours d'une cellule, de la cellule germinative ou germe de l'œuf maternel. La cellule maternelle, en se segmentant ou se divisant, donne naissance à toutes les autres, qui se reproduisent ensuite avec leurs formes diverses. Nous ne sommes pas près, sans doute, de nous rendre compte de ce phénomène intéressant que, dans l'état de la science, nous pouvons seulement constater.

De toutes les formes cellulaires qui se présentent chez les animaux dits supérieurs, dont nous avons à nous occuper, la cellule de la lymphe, ou cellule lymphatique, est celle qui se prête le mieux à notre recherche, parce qu'elle est la plus simplement organisée. Aux bas degrés de l'échelle animale, il y a des êtres dont l'organisme entier consiste en une seule cellule analogue à celle-là. Ces êtres monocellulaires ou unicellulaires n'en ont pas moins les attributs essentiels de la vie, qui sont de se nourrir et de se reproduire. A mesure que l'organisation se complique, elle ne montre pas autre chose, au fond, qu'une association ou une confédération de cellules de plus en plus nombreuses et de plus en plus variées.

Nous empruntons à Ranvier, en le résumant, le ré-

..sultat de l'étude expérimentale qu'il a faite de la cellule lymphatique.

Dans la préparation examinée au moment où l'on vient de la faire, dit-il (1), les cellules lymphatiques visibles sous le champ du microscope sont à peu près toutes rondes. Laissées à la même place et examinées quel-

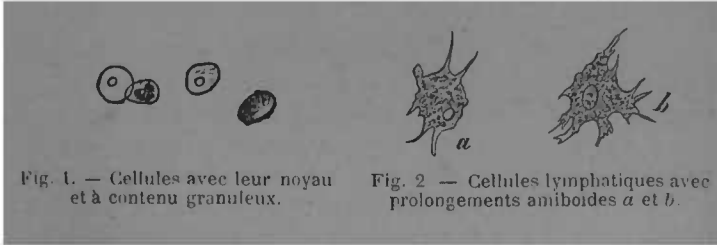


Fig. 1. — Cellules avec leur noyau et à contenu granuleux.

Fig. 2. — Cellules lymphatiques avec prolongements amiboïdes *a* et *b*.

ques minutes après, toutes les cellules ne se montrent plus sphériques; un certain nombre d'entre elles ont changé de forme, et ont pris les aspects les plus variés. Les unes ont encore leurs corps ou ce qu'on pourrait appeler leur milieu sphérique, mais celui-ci est muni de prolongements plus ou moins longs (fig. 2, *a*, *b*), généralement effilés; d'autres sont aplaties, étalées en surface, et occupent une étendue deux à trois fois plus considérable que la dimension primitive de la cellule.

Cette première observation montre que les cellules lymphatiques ne possèdent pas de membrane qui les entoure, et qu'elles sont constituées par une masse susceptible de changer de forme.

Après vingt-quatre à quarante-huit heures, si l'on a eu le soin de mettre la préparation à l'abri des altérations, quelques cellules rondes ont le même aspect que le premier jour; il en reste aussi quelques-unes avec la forme irrégulière qui est la trace de leurs mouvements amiboïdes (2); d'autres, également rondes, sont moins réfringentes et renferment un ou plusieurs noyaux très distincts,

(1) L. RANVIER, *Traité technique d'histologie*. Paris, F. Savy, 2^e édit., 1888.

(2) Ce nom leur vient de ce qu'ils ont été observés sur les Amibes pour la première fois par Dujardin.

entourés de granulations grassieuses. Dans certaines cellules, ces granulations sont grosses, très réfringentes, et forment, au nombre de dix ou douze, comme une couronne autour du noyau; d'autres fois elles sont massées sur une des parties de la cellule; dans d'autres les granulations sont beaucoup plus fines et disséminées dans toute la substance.

Quelques cellules présentent des sortes d'excroissances en forme de boules, tantôt sur le bord même de la cellule, tantôt un peu distantes et reliées à la cellule par un filament. Ces excroissances ne sont pas de la même nature que les prolongements de tout à l'heure. Ceux-ci, une fois produits, changent constamment de forme et peuvent même revenir sur eux-mêmes pour se confondre de nouveau avec la masse de la cellule; les autres excroissances, appelées *sarcodiques*, demeurent à l'endroit où elles se sont produites et jamais ne rentrent dans la cellule, une fois qu'elles en sont sorties. Elles ont toujours une forme sphérique. Elles sont claires, homogènes et lisses. On peut les considérer comme un phénomène de mort, de même que l'apparition nette du noyau et des granulations, tandis que les mouvements et les prolongements amiboïdes sont des phénomènes de vie.

Quand on ajoute de l'eau, la masse se gonfle, devient moins réfringente, et les noyaux apparaissent nettement. Le résultat se produit beaucoup plus rapidement lorsque l'eau est additionnée d'un peu d'acide acétique. L'action de l'iode se manifeste par une coloration jaune verdâtre, violet ou brun acajou, indice de la présence de la matière glycogène.

Traitées par l'alcool faible, les cellules reviennent à leur forme sphérique; elles sont tuées, et les noyaux apparaissent nettement dans leur intérieur. Examinés à un grossissement de 500 à 600 diamètres, ces noyaux présentent un double contour et des nucléoles brillants. Ces nucléoles sont sphériques, ou allongés en forme de virgule, de haricot ou de bissac. Le noyau présente des formes très variées. Il se multiplie par bourgeonnement, en s'allongeant et se divisant, chacun des bourgeons prenant un

nucléole distinct. Au lieu de deux noyaux, il peut s'en former par bourgeonnement trois, quatre et même un nombre plus considérable.

Lorsqu'une cellule lymphatique possède deux noyaux et présente sous l'œil de l'observateur les phénomènes amiboïdes, chacun des noyaux semble diriger les mouvements d'une portion distincte de la masse cellulaire. Cette masse tend à se diviser par une sorte d'étirement en deux parties. La portion étirée intermédiaire s'amincit peu à peu, finit par se rompre, et, au lieu d'une cellule, il en existe deux. Ce sont les phases d'une multiplication cellulaire. Les noyaux qui présentent des étranglements pour former des bourgeons montrent des plis longitudinaux sur l'étranglement et dans son voisinage, ce qui prouve que ces noyaux sont des vésicules.

Les cellules lymphatiques absorbent tous les fragments pulvérulents qui sont à leur portée. Elles leur envoient des prolongements qui les entourent peu à peu, les englobent et finissent par les faire pénétrer dans leur intérieur. C'est ainsi sans doute qu'elles se nourrissent.

Les faits dont l'exposé précède sont suffisants pour nous éclairer sur la constitution fondamentale de la cellule en général et sur ses propriétés essentielles. Ils permettent de la définir telle que les histologistes la conçoivent maintenant après avoir abandonné quelques généralisations prématurées.

La cellule est caractérisée par un *noyau*, contenant ou non un *nucléole*, et entouré par une masse appelée *protoplasma*. Le protoplasma est par excellence la matière vivante de la cellule. On peut dire que la cellule est une masse de protoplasma contenant un ou plusieurs noyaux.

Quant à la nature de ce protoplasma, il est difficile d'indiquer exactement ce qu'elle est. C'est une substance albuminoïde qui contient habituellement, sous forme de grains distincts, des substances excessivement variées, parmi lesquelles nous avons signalé notamment la matière *glycogène*. De ses propriétés physiologiques, celle qui la définit le mieux, c'est la faculté qu'elle a de présenter des

mouvements amiboïdes. Elle est en outre l'organe d'échanges très actifs par lesquels elle se nourrit.

C'est donc une individualité qui naît, se nourrit, se reproduit par scission et meurt, par conséquent un être vivant.

Épithéliums. — Les épithéliums sont des cellules qui revêtent les parois des cavités viscérales et qui se présentent sous des formes diverses. Ils sont donc très répandus dans l'organisme. Les uns sont sécréteurs ou sélecteurs et les autres simplement protecteurs. Les premiers sont tous de forme polyhédrique, disposés en masses agglomérées dans les cavités des glandes ; les seconds sont ou *cylindriques* ou *prismatiques*, placés de champ à la surface des muqueuses, ou en lamelles étalées à plat à la manière d'un pavage, d'où le nom d'*épithélium pavimenteux*. Parfois, l'épithélium prismatique est pourvu sur sa base de cils vibratiles. C'est alors un *épithélium cilié*. (Fig. 3.)

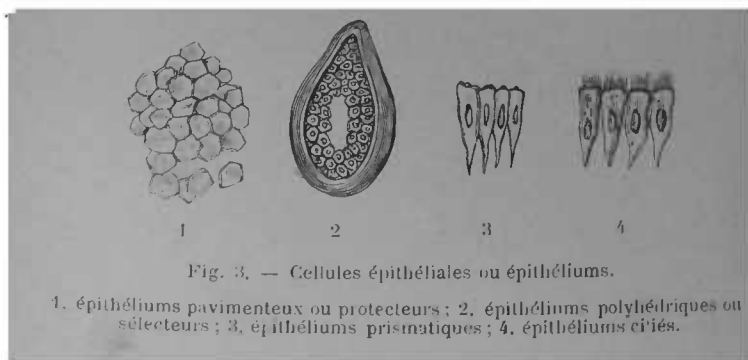


Fig. 3. — Cellules épithéliales ou épithéliums.

1. épithéliums pavimenteux ou protecteurs ; 2. épithéliums polyhédriques ou sélecteurs ; 3. épithéliums prismatiques ; 4. épithéliums ciliés.

Tissu conjonctif. — Le tissu conjonctif est plus généralement connu sous le nom de *tissu cellulaire*, qui lui a été donné par Bichat. Répandu dans le corps tout entier, il enveloppe tous les organes et pénètre dans leur intérieur pour former une sorte de gangue à leurs éléments anatomiques propres. Constitué partout par les mêmes éléments, il présente des dispositions très diverses, en forme de lames, en faisceaux parallèles, en couches très-minces, etc. Nous n'avons à considérer ici que celle qui

est appelée tissu conjonctif lâche, les autres devant être signalées à propos des organes dont elles font partie.

Le tissu conjonctif lâche se rencontre dans diverses parties du corps et en particulier sous la peau, qu'il unit aux parties sous-jacentes, de manière à permettre sa mobilité. C'est ce qu'on appelait anciennement le tissu cellulaire sous-cutané. Il a l'aspect d'une sorte de mousse blanchâtre, lâche, présentant des vacuoles, et facile à saisir et à soulever avec une pince. Ce sont ces vacuoles qui lui avaient fait donner son ancien nom.

Ce tissu est formé de fibrilles réunies en faisceaux de 0^{mm},02 jusqu'à plusieurs centièmes, étranglés de distance en distance, dits faisceaux connectifs, et de grandes cellules plates situées à côté des faisceaux. Entre les faisceaux il y a ordinairement des fibres élastiques plus minces. Les faisceaux s'enchevêtrent en s'associant entre eux et avec les cellules, laissant les vacuoles dont il vient d'être parlé dans le tissu conjonctif lâche, ou formant des travées dans l'intérieur des autres tissus.

Chaque faisceau contient un nombre plus ou moins grand de fibrilles extrêmement minces. A sa surface se trouve une couche spéciale de substance dite conjonctive, sorte de ciment, qui lui forme une membrane d'enveloppe. Cette membrane est soutenue de distance en distance par des fibres disposées autour d'elle, soit en anneaux, soit en spirales. De sa surface interne partent des cloisons de même nature qu'elle et qui forment dans l'intérieur du faisceau une sorte de charpente lamellaire et fibrillaire.

Les cellules plates, qui paraissent fusiformes vues de profil et dont le noyau est bien apparent, sont appliquées sur les faisceaux. Elles ne se touchent point par leurs bords. Il y a de grandes étendues de la surface des faisceaux qui n'en sont point revêtues. Elles occupent aussi les interstices laissés entre les faisceaux conjonctifs. Une cellule peut s'appuyer sur plusieurs de ces faisceaux disposés en natte.

La substance albuminoïde constituante des éléments conjonctifs se résout en gélatine par la coction.

Lorsque, chez l'embryon, le tissu conjonctif apparaît en masse distincte, il se montre formé entièrement par des cellules dont les unes, conservant le caractère embryonnaire, sont petites, rondes ou irrégulièrement globuleuses, tandis que les autres grossissent, changent de forme, s'aplatissent ou s'étirent en fuseaux, et donnent naissance à des prolongements ramifiés et anastomotiques, constitués par un protoplasma semblable à celui du corps de la cellule. Entre ces divers éléments cellulaires est répandue une substance albuminoïde amorphe, qui donne au tissu une apparence gélatineuse ou muqueuse. C'est dans cette substance intercellulaire que se montrent les premières fibres du tissu conjonctif. A leur origine, elles sont extrêmement minces, possèdent une longueur indéterminée, et n'ont avec les cellules et leurs prolongements que des rapports de contiguïté. Les faisceaux connectifs ne se produisent donc point aux dépens des prolongements protoplasmiques des cellules.

Nous avons dit que le tissu conjonctif est répandu dans toute la masse du corps. Son rôle est par conséquent considérable, et doit être envisagé au point de vue mécanique et à celui de la nutrition. Au point de vue mécanique, il contient les organes, les entoure en leur formant une sorte de capsule et pénètre dans leur intérieur pour leur constituer une charpente solide. Il forme aux vaisseaux et aux nerfs une gaine qui les accompagne, en les protégeant, jusque dans leurs dernières ramifications. Si les divers organes étaient réduits à leurs éléments anatomiques essentiels, si le tissu conjonctif ne venait se mêler à ces éléments pour en régler l'ordonnance et interposer entre eux des parties plus solides, ils auraient le plus souvent une mollesse telle que le moindre choc viendrait les troubler et compromettre la vie de l'individu. Au point de vue de la nutrition générale, il a une importance de premier ordre.

Les fibres et les membranes dont le tissu conjonctif lâche est formé constituent un système continu à lui-même dans tout l'organisme, en sillonnant et en cloisonnant en divers sens un vaste réservoir dont toutes les cavités

communiquent entre elles. Ce réservoir appartient au système lymphatique, et dans toutes ses parties il contient les éléments de la lymphe. Celle-ci existe partout où se trouve une maille de ce tissu. Comme il pénètre dans l'épaisseur de tous les organes pour en séparer les éléments ou les groupes d'éléments, il en résulte que ceux-ci sont en quelque sorte placés dans un sac lymphatique. Mis ainsi en rapport direct avec la lymphe, les éléments des organes y puisent les matériaux de leur nutrition et y déversent le résidu de leur travail. Les lacunes du tissu conjonctif sont ainsi le milieu dans lequel vivent les éléments anatomiques.

C'est aussi dans ces lacunes que se déposent les éléments d'un autre tissu généralement répandu, dont nous allons maintenant nous occuper.

Tissu adipeux. — La graisse qui se dépose à l'état de gouttelettes, ainsi que nous le verrons, dans l'organisme, ne s'y trouve point toujours en liberté. Elle est aussi renfermée dans des sortes de petites vessies closes, dites improprement cellules adipeuses. Ces cellules sont rarement isolées dans les tissus. Dans le lait, les matières grasses forment ce qu'on appelle les globules butyreux, ou globules du beurre. Les cellules adipeuses sont accumulées, pressées les unes contre les autres et aplaties (fig. 4). Ces cellules ne sont ni contractiles ni sensibles. Elles ne sont donc point vivantes. Les propriétés de la graisse qu'elles contiennent varient chez les différents animaux, quant à la couleur, la consistance, la saveur et l'odeur. Ces variations tiennent à des différences de composition et de proportions relatives d'oléine, de stéarine, de palmitine ou margarine et autres matières grasses qui la constituent.

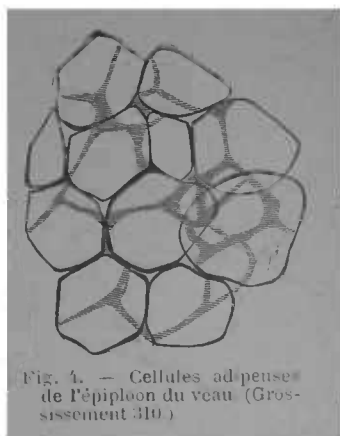


Fig. 4. — Cellules adipeuses de l'épiploon du veau (Grossissement 310)

C'est la stéarine et la palmitine qui donnent à la graisse sa consistance spéciale. La stéarine est abondante dans le suif de mouton et de bœuf; l'oléine, qui est fluide, domine dans la graisse du cheval, la palmitine dans celle du cochon.

Chez les animaux fortement nourris, les dépôts adipeux se développent beaucoup. Ils s'accablent d'abord au niveau de la base du cœur, au pourtour des reins, entre les feuillets des épiploons et des mésentères (dans l'abdomen), dans le tissu conjonctif sous-cutané, dans l'épaisseur des muscles, etc. Chez ceux qui jeûnent, ils persistent jusqu'à la mort en certains points, tels que la cavité orbitaire et autour de la base de l'oreille.

Une fois déposées dans les organes, les cellules adipeuses ne subissent aucune modification nutritive. La graisse qu'elles contiennent est détruite lorsque le sang n'en reçoit plus les matériaux par l'alimentation.

Tissu musculaire. — On appelle *muscles* des parties de l'organisme qui présentent une structure fibreuse nettement accusée, et qui possèdent la propriété de se contracter sous des influences excitatrices, avec ou sans le concours de la volonté. Cette propriété, nommée *contractilité*, est inhérente au muscle. Elle se manifeste, bien que le muscle soit séparé du corps, et ne se perd qu'au bout d'un certain temps, par le refroidissement qui accompagne la rigidité cadavérique.

Il y a deux sortes d'éléments musculaires réunis en faisceaux. Ce sont des *fibrilles élémentaires* excessivement fines. Celles-ci sont unies entre elles par une substance homogène, amorphe, visqueuse.

Les fibres primitives ou fibrilles diffèrent. Les unes, appelées *fibres cellulées*, sont lisses, fusiformes, avec un noyau central ovalaire (fig. 5). Elles forment les muscles des viscères, soustraits à l'influence de la volonté et étalés en membrane. Les autres sont constituées par des séries de disques superposés, qui ne sont visibles qu'à de très forts grossissements. A un disque épais succède un espace clair, puis un disque mince, séparé encore par un espace clair du disque épais suivant. La réunion de ces fibrilles

dans le *faisceau primitif*, entouré d'une membrane mince appelée *sarcoleme*, donne à celui-ci un aspect strié transversalement (fig. 6). Elles se contractent le plus sou-

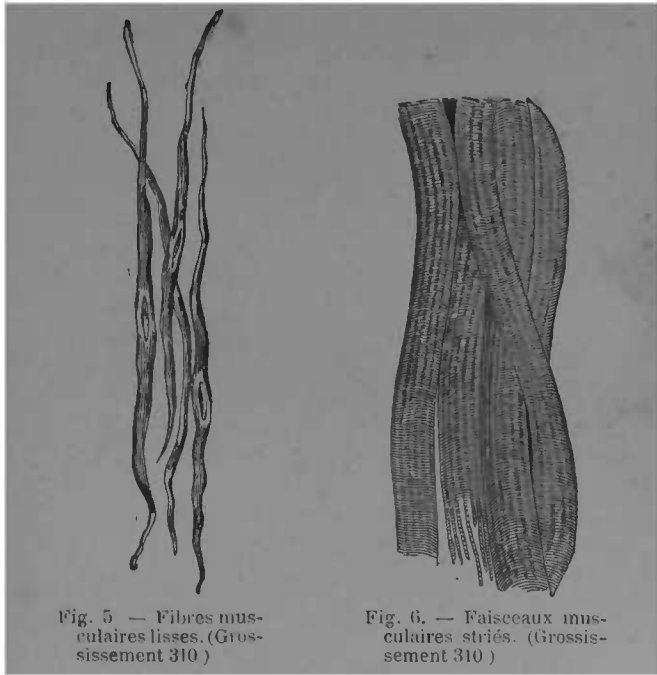


Fig. 5. — Fibres musculaires lisses. (Grossissement 310)

Fig. 6. — Faisceaux musculaires striés. (Grossissement 310)

vent sous l'influence de la volonté et s'unissent par de la substance conjonctive en *faisceaux secondaires* dont la coupe transversale montre des sortes d'ilots polyhédriques ou triangulaires séparés par du tissu conjonctif. Ces faisceaux secondaires se groupent à leur tour en *faisceaux tertiaires*.

Ces muscles à fibres striées, dits de la vie animale, sont de couleur plus ou moins rouge. Les faisceaux tertiaires qui les constituent aboutissent, le plus souvent, à des tendons ou à des aponévroses, cordes ou membranes formées par du tissu conjonctif fibreux, qui renforcent les muscles ou transmettent le mouvement produit par leur raccourcissement.

Les muscles de cette dernière sorte forment ce qu'on appelle la chair musculaire ou plus communément la viande. Ils se présentent sous des formes générales diverses, qui seront indiquées plus loin à mesure de leur description. Leur élément essentiel est un principe immédiat albuminoïde appelé *myosine*, *sarkine* ou *syntonine*, auquel paraît appartenir la contractilité.

Tissu cartilagineux. — Les cartilages sont des organes plus ou moins durs, mais flexibles et élastiques, d'une couleur blanche ou jaunâtre, dont la structure est très simple. Ils sont formés d'une substance fondamentale (fig. 7, *a*) présentant des cavités (*bb*) dans lesquelles sont renfermées les cellules cartilagineuses ou *chondroplastes* (*cc*).

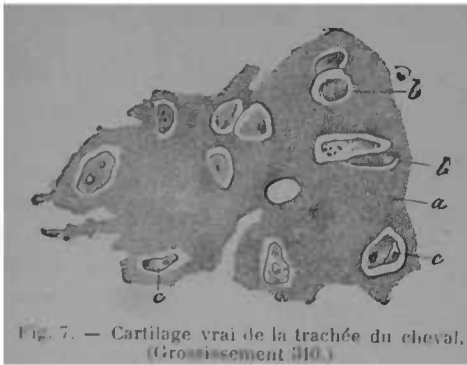


Fig. 7. — Cartilage vrai de la trachée du cheval. (Grossissement 300.)

La substance fondamentale est homogène et amorphe, ou fibreuse. Dans le premier cas, c'est le cartilage proprement dit; dans le second, c'est le fibro-cartilage.

Les chondroplastes présentent des formes diverses.

Ce sont, dans la plupart des cas, des noyaux libres ou de véritables cellules, contenus dans les cavités de la substance fondamentale amorphe et hyaline, ou fibreuse.

Les cartilages sont chimiquement constitués par une substance organique, donnant par coction de la *chondrine*, qui diffère de la gélatine par la proportion de soufre; ils contiennent, en outre, des sels consistant principalement en carbonate et en sulfate de soufre, plus une forte proportion d'eau dont dépend leur élasticité. Quelques-uns sont entourés d'une membrane conjonctive fibreuse très fine appelée *périchondre*, et qui contient de très nombreux vaisseaux tant qu'ils sont en voie de développement. Les ramifications de ces derniers pénètrent dans les petits ca-

nalicules de la substance fondamentale et fournissent les matériaux liquides de ce développement.

Les cartilages sont permanents ou temporaires. Les premiers entrent dans la constitution des articulations, prolongent ou complètent les os. Les seconds précèdent le tissu osseux, dans lequel ils doivent se transformer à un moment donné de la vie. Ce sont les *noyaux d'ossification* et les *cartilages de conjugaison*. Les cartilages permanents s'ossifient de même parfois dans la vieillesse.

L'activité nutritive, très énergique dans les cartilages en voie de développement, devient très faible dans le cartilage développé, qui ne contient plus de vaisseaux. C'est seulement par imbibition qu'il se maintient. Une fois détruit, il ne se régénère que bien difficilement, sinon pas du tout.

Tissu osseux. — Le tissu osseux est formé par des éléments organiques et par des éléments inorganiques associés dans des proportions diverses pour constituer des lamelles solides dont la disposition est très curieuse. Sa base organique est le cartilage de l'os, dont il vient d'être parlé; le reste est formé par des sels calcaires.

La preuve qu'il s'agit bien seulement d'association entre les deux éléments constituants du tissu osseux, et non point de combinaison, c'est qu'après avoir perdu ses parties minérales par un séjour suffisant dans l'acide chlorhydrique étendu qui les dissout, l'os conserve sa forme propre, en devenant élastique, comme tout cartilage humide. De même quand ses matières organiques ont été détruites par l'incinération. Seulement, en ce cas, il est rigide et devient cassant.

Beaucoup de circonstances d'âge et de conditions de nutrition font varier les proportions relatives de ces deux sortes de substances. De nombreuses analyses chimiques ont été publiées. En voici un spécimen, pour fixer les idées sur leur composition qualitative et quantitative. En le donnant, nous devons faire bien remarquer que la composition qualitative seule doit être considérée comme réelle. Quant à la quantitative, en sa qualité de moyenne, elle n'a qu'une signification relative.

| | | Équidé, Bovidé, Ovidé. | | | | | |
|--------------------|-------------------------------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Matière organique. | Substance cartilagineuse..... | 27,99 | 29,09 | 29,68 | 31,10 | 31,00 | 30,38 |
| | Graisse..... | 3,11 | 1,91 | 0,70 | | | |
| Matière minérale. | Phosphate de chaux. | 54,37 | 54,07 | 55,94 | 68,90 | 69,00 | 69,62 |
| | Carbonate de chaux. | 12,00 | 12,71 | 12,18 | | | |
| | Phosphate de magnésie..... | 1,83 | 1,42 | 1,00 | | | |
| | Sels solubles..... | 0,70 | 0,80 | 0,50 | | | |

La proportion des substances minérales ou des cendres peut aller dans certains cas jusqu'à 72 p. 100 et descendre jusque vers 60.

Le tissu osseux se présente sous les trois formes de *substance compacte*, de *substance spongieuse* et de *substance réticulée*. Ces trois formes se définissent d'elles-mêmes. Elles sont toutes constituées essentiellement par les mêmes éléments disposés en lamelles diversement agencées.

Ces lamelles osseuses ne forment point une masse tout à fait compacte et imperméable, résultant de l'association

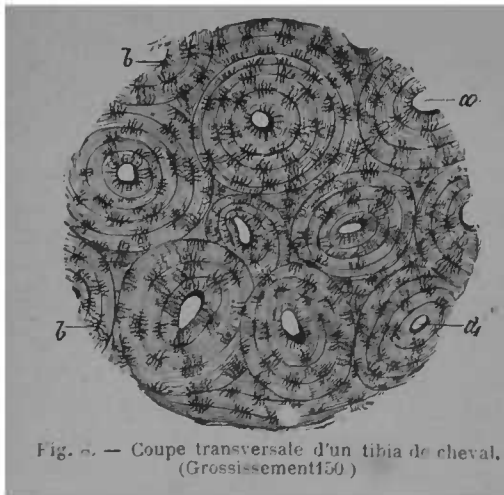


Fig. 8. — Coupe transversale d'un tibia de cheval.
(Grossissement 150)

intime des matières organiques et des matières inorganiques de l'os. Elles ont, au contraire, une texture éminemment poreuse. Elles contiennent un grand nombre de petites cellules microscopiques appelées *corpuscules osseux*, *ostéoplastes*, ainsi qu'un grand nombre aussi de ca-

naux longitudinaux et transverses communiquant entre eux, et de *canalicules médullaires* très étroits qui parcourent toute l'épaisseur de l'os.

Les *ostéoplastes* (*bb*, fig. 8 et 9) sont de petits corpus-

cules, arrondis ou oblongs, disséminés dans la substance fondamentale de l'os. De la cavité qui les contient partent les *canalicules osseux*, qui décrivent des arcs de cercle et s'anastomosent entre eux, ainsi qu'avec les canaux médullaires (fig. 8 et 9, *aa*).

Les *canaux médullaires*, ou *vasculaires*, ou *canaux de Havers*, sont des tubes très fins qui parcourent en divers sens la substance compacte (*aa*) et sont renfermés dans les lamelles osseuses concentriques dont ils forment les axes. Ils s'ouvrent par une quantité innombrable d'orifices excessivement fins à la surface externe, ainsi qu'à la surface interne des os.

Les *cellules* et les *cavités médullaires* contiennent la graisse que l'on connaît sous le nom de moelle des os.

Tout os est entouré d'une membrane conjonctive fibreuse appelée *périoste*. Cette membrane est absente toutefois sur les parties recouvertes d'un cartilage articulaire ou présentant une adhérence directe entre la substance osseuse et un fibrocartilage, un ligament ou un tendon. Elle contient, principalement chez les jeunes animaux, un grand nombre de vaisseaux sanguins dont les capillaires forment des réseaux à larges mailles et envoient des rameaux excessivement fins dans les canalicules médullaires, où pénètrent également les nerfs. La nutrition de l'os dépend donc principalement du périoste.

Tous les os de l'animal consistent d'abord en une substance cartilagineuse qui ne s'ossifie généralement qu'après

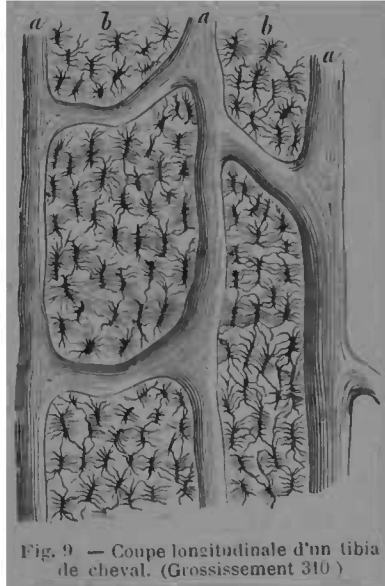


Fig. 9 — Coupe longitudinale d'un tibia de cheval. (Grossissement 310)

la naissance, par l'adjonction des sels terreux. La formation du cartilage précède toujours celle de l'os, et les cartilages d'ossification diffèrent des permanents par leur plus grande richesse en chondroplastes.

Lorsque l'ossification ou calcification commence à se produire, les chondroplastes se disposent en séries et leurs cavités s'allongent. La substance fondamentale qui les sépare disparaît et chaque rangée donne ainsi naissance à un canal médullaire, dans lequel se développe un vaisseau sanguin qui va joindre ceux du périoste. Pendant que ces modifications se produisent, la masse cartilagineuse interposée aux canaux se divise en lamelles entre lesquelles se dépose, peu à peu, la matière terreuse. Les chondroplastes non transformés en canalicules deviennent des ostéoplastes par une combinaison chimique des matières minérales avec les parois épaissies des cellules dont le contenu fait place à un liquide clair et limpide.

L'ossification ne commence pas en même temps dans toutes les parties du cartilage. Il se manifeste dans celui-ci des points ou noyaux d'ossification qui sont toujours les mêmes pour le même os. Les cartilages de conjugaison s'ossifient les derniers. Dans les os longs, elle se produit de dehors en dedans, de telle sorte que, pendant que les couches osseuses les plus internes disparaissent peu à peu par résorption, il se dépose sous le périoste de nouvelles couches externes cartilagineuses qui subissent ensuite toutes les phases de l'ossification. Les os qui doivent devenir creux sont pleins à l'état cartilagineux. Leur allongement se produit par l'addition de couches nouvelles à leurs cartilages de conjugaison, à mesure que les précédentes subissent la transformation osseuse. Dès que celle-ci est achevée, l'os ne croît plus : il a atteint sa forme et ses dimensions définitives.

Squelette. — L'ensemble des os a reçu le nom de squelette. Celui-ci est formé d'*os plats* ou *larges*, d'*os courts*, d'*os longs* et d'*os allongés*. Ils se définissent suffisamment par leurs désignations, mais ils ont cependant d'autres caractères distinctifs auxquels nous devons nous arrêter.

Les os plats et les os courts n'ont, dans leur intérieur,

que des aréoles, donnant à la matière qui les compose une apparence spongieuse. Les os longs sont pourvus, au contraire, d'une cavité médullaire (remplie par la moelle), qui occupe toute l'étendue de leur corps ou *diaphyse*. La

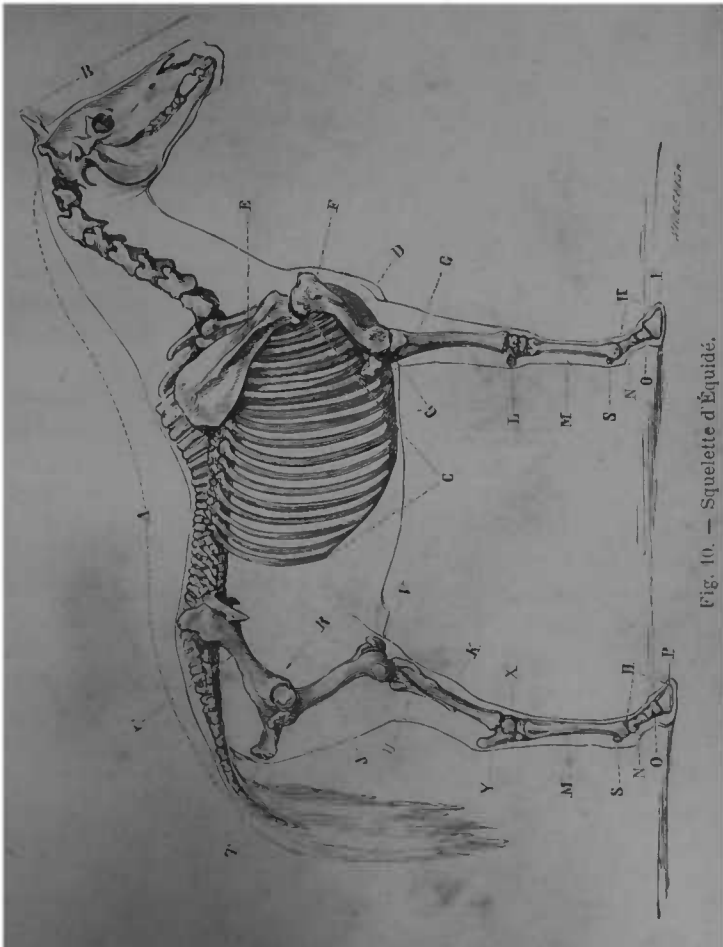


Fig. 10. — Squelette d'Équidé.

diaphyse reste distincte, jusqu'à l'âge adulte, des extrémités, ou *épiphyes*, plus ou moins renflées, dont l'intérieur est seulement spongieux comme celui des os courts. La diaphyse et les épiphyses sont unies par les *cartilages*

de conjugaison. L'absence de cavité ou canal médullaire distingue les os *allongés* des os longs, qui en ont relativement les dimensions.

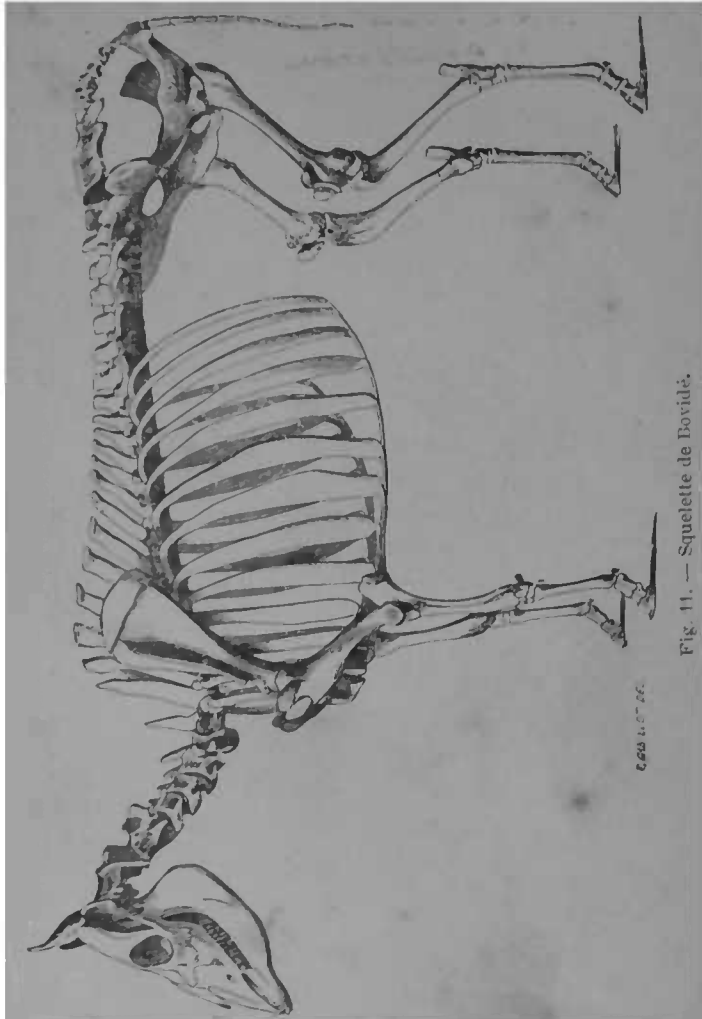


Fig. 11. — Squelette de Bovidé.

Les os plats sont unis entre eux par des *sutures* également cartilagineuses, qui s'ossifient de même à une époque plus ou moins avancée de la vie, et ils s'agencent

par leurs bords suivant des modes divers. Ce sont leurs connexions. Tous forment aussi entre eux des *jointures* ou *articulations*, maintenues par des ligaments fibreux, en général d'une grande solidité.

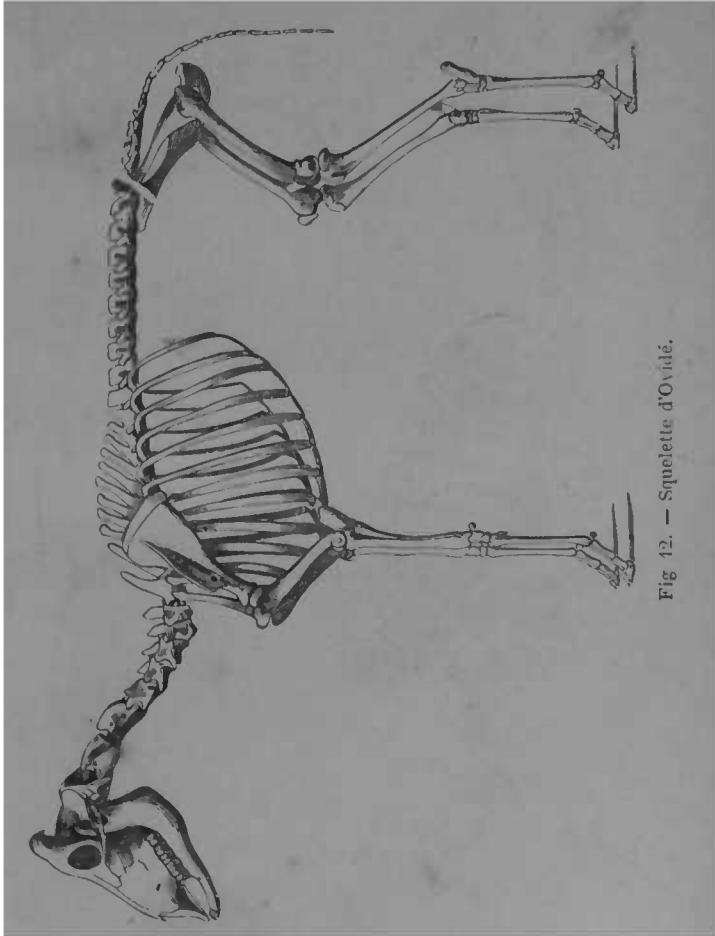


Fig 12. — Squelette d'Ovidé.

Nous voulons seulement dès à présent donner une idée de l'ensemble du squelette, dans les genres d'animaux qui intéressent la zootechnie (fig. 10, 11, 12 et 13).

On y distingue le *tronc* et les *membres*.

I.

3.

46 ÉLÉMENTS ANATOMIQUES ET TISSUS DES ORGANES.

Les parties composantes du premier sont le rachis ou tige vertébrale (A), portant la tête (B) et les côtes (C) (fig. 10).

Les membres représentent des colonnes brisées diversement, suivant qu'on considère les antérieurs ou les pos-

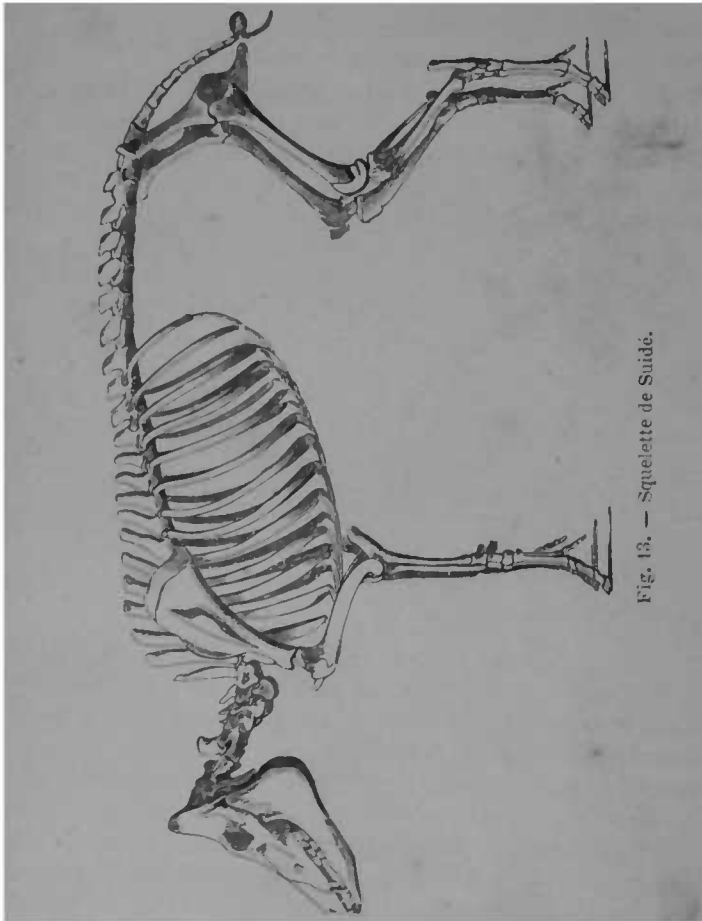


Fig. 13. — Squelette de Suidé.

térieurs. Ils sont constitués par plusieurs os appuyés les uns sur les autres, et formant des angles plus ou moins ouverts, par leurs articulations.

Chacun des os qui entrent dans la composition de ces

diverses régions du squelette a une forme et un nom particuliers, qui établissent son individualité. Ils y sont aussi en nombre variable, suivant les genres d'animaux.

On associe les membres par paires ou bipèdes, au nombre de six, qui sont : 1^o le bipède antérieur ; 2^o le bipède postérieur ; 3^o le bipède latéral droit ; 4^o le bipède latéral gauche ; 5^o le bipède diagonal droit ; 6^o le bipède diagonal gauche. C'est la situation du membre antérieur qui donne son nom aux bipèdes des deux dernières sortes, qui sont toujours formés, comme on le comprend bien, d'un membre antérieur et d'un postérieur.

CHAPITRE IV

RACHIS ET CRANE



Rachis. — Le rachis est composé de *vertèbres*, d'où vient son autre nom de *tige vertébrale*. Sa présence est tellement fondamentale qu'elle caractérise l'un des embranchements en lesquels se divise le règne animal, celui des *vertébrés*.

Les éléments vertébraux du rachis, ou les vertèbres, ont des caractères généraux, des caractères spécifiques et des caractères individuels, qui permettent de les reconnaître à première vue comme lui appartenant, puis de déterminer la région de la tige vertébrale dont ils font partie, enfin, par un examen plus attentif, de leur assigner au juste le rang qu'ils y occupent.

Les caractères généraux de la *vertèbre*, qui est un os

court, sont de présenter un corps (fig. 14, a) par lequel elle s'unit avec celle qui la précède et celle qui la suit, par l'intermédiaire d'un disque fibrocartilagineux, appelé *cartilage intervertébral*; un anneau (bb) situé au-dessus et qui contribue à former le *canal rachidien*; un prolongement supérieur ou *apophyse épineuse* (c) et deux prolongements latéraux ou *apophyses transverses* (dd).

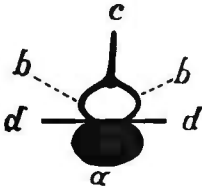


Fig. 14. — Schéma de la vertèbre.

a, corps; bb, anneau vertébral; c, apophyse épineuse; dd, apophyses transverses.

Le rachis se divise, chez les vertébrés mammifères dont nous nous occupons spécialement, en cinq régions, qui sont : 1^o la région cervicale; 2^o la région dorsale; 3^o la région lombaire; 4^o la région sacrée; 5^o la région coccygienne.

Les *vertèbres cervicales* sont au nombre de sept. Jusqu'ici l'on est autorisé à considérer ce nombre comme normalement invariable. Les deux premières ont des caractères spécifiques et individuels très tranchés, qui leur ont valu des noms particuliers. L'une, appelée *atlas*, porte antérieurement une cavité par laquelle elle s'articule avec la tête; l'autre, la seconde ou l'*axis*, la plus longue de toutes, présente à sa partie supérieure une apophyse épineuse épaisse, qui en occupe toute l'étendue, et l'extrémité antérieure de son corps est en forme de pivot.

Les cinq autres ont une apophyse épineuse très courte, sauf la dernière, et des apophyses transverses bifides et pourvues de larges surfaces articulaires par lesquelles elles s'agencent solidement les unes avec les autres.

Les *vertèbres dorsales*, plus courtes que les précédentes, se distinguent à première vue par l'élévation plus ou moins forte de leur apophyse épineuse, mais certainement par la présence des facettes articulaires latérales au moyen desquelles elles s'unissent avec les côtes, chacune de celles-ci, sauf la première et la dernière, s'articulant à la fois avec deux vertèbres dorsales.

Le nombre des vertèbres dorsales varie, selon les genres, de treize à dix-huit.

Les *vertèbres lombaires* ont pour caractère distinctif des apophyses transverses aplaties et plus ou moins allongées. Ces apophyses ont été appelées *costiformes*, parce qu'en réalité elles ont de l'homologie avec les côtes, qui prolongent celles des vertèbres dorsales. On voit même parfois l'une ou les deux de la première lombaire en prendre plus ou moins exactement la forme et la direction. Leur nombre est variable de quatre à six. La dernière offre toujours, tout le long du bord postérieur de ses apophyses transverses épaisses, une surface articulaire par laquelle elle s'unit solidement avec le bord antérieur de celle qui la suit, et qui est la première de l'autre région. Son apophyse épineuse est toujours dirigée en avant, ainsi que celle de l'avant-dernière, dont le bord postérieur est parfois aussi muni de surfaces articulaires.

Les *vertèbres sacrées*, également en nombre variable, ont, comme les précédentes, des apophyses transverses plus ou moins allongées. Elles en diffèrent par la direction opposée de leur apophyse épineuse, tournée en arrière. Les premières ou la première, suivant les espèces, présentent à la face supérieure de leurs apophyses transverses des surfaces chagrinées pour leur union avec les os du bassin. Elles se soudent ordinairement de bonne heure entre elles, par tous leurs points de contact, chez les Équidés et les Bovidés, pour former l'os appelé *sacrum*.

Les *vertèbres coccygiennes*, qui sont la base de la queue, n'ont que des rudiments d'anneau, quant aux premières, et se montrent tout de suite réduites à un corps de plus en plus mince. Ce sont des vertèbres *avortées*, non point de vraies vertèbres, puisqu'elles sont dépourvues de l'anneau caractéristique. Leur nombre est par cela même nécessairement indéterminé, l'avortement des dernières pouvant être complet, au lieu de les réduire à un simple rudiment de leur corps. Les variations du nombre des vertèbres coccygiennes sont par cela même individuelles.

Chaque anneau vertébral présente à sa base, en avant et en arrière, une échancrure qui contribue à former, avec celui de la vertèbre voisine, une ouverture du canal vertébral qui porte le nom de *trou de conjugaison*. Le nombre

de ces trous de conjugaison est ainsi, dans le rachis, égal à celui des vertèbres, moins un.

Les vertèbres sont unies entre elles par de nombreux ligaments, dont les uns maintiennent leurs articulations très complexes, qui ne doivent pas nous occuper en particulier, et les autres sont communs au rachis tout entier. L'un de ceux-ci est le *ligament sus-épineux*, qui va de la tête au sacrum. On le divise en deux portions, une *cervicale*, l'autre *dorso-lombaire*. La première est formée par une forte corde de tissu jaune élastique qui, à partir de la troisième vertèbre, envoie deux lames parallèles qui vont s'unir par des prolongements aux apophyses épineuses des cinq dernières; l'autre, qui devient de plus en plus blanche, est réduite à une bande unissant les apophyses épineuses des vertèbres dorsales et lombaires. Il y a, en outre, un ligament longitudinal inférieur.

Les muscles du rachis sont d'abord ceux du cou, qui vont soit d'une vertèbre cervicale à l'autre, sauf les deux premières, pour fléchir le cou d'un côté ou de l'autre, soit des vertèbres au sommet de la tête pour étendre celle-ci sur le cou, soit enfin de la face inférieure du corps des premières vertèbres dorsales et de toutes les cervicales jusqu'à l'atlas, pour fléchir l'encolure vers le bas, soit de l'atlas à la tête pour fléchir celle-ci toute seule; puis ceux du dos et des lombes, dont le plus profond s'attache, de chaque côté, à toutes les apophyses transverses, et le plus superficiel, appelé *ilio-spinal*, va de la hanche jusqu'aux dernières vertèbres cervicales. Ce muscle, qui remplit, de chaque côté, l'espace compris entre les apophyses épineuses, les transverses et les côtes, donne, lorsqu'il se contracte synergiquement avec celui du côté opposé, de la rigidité au rachis. Dans la portion lombaire, il est la partie essentielle de ce que, chez les Bovidés, les bouchers appellent l'*aloyau*.

Tête ou crâne. — Dans tous les genres qui nous intéressent, le nombre des os qui entrent dans la constitution de la tête est le même, et chacun d'eux porte le même nom dans toutes les espèces. Ils contribuent, par leur agencement et par leurs connexions, qui diffèrent parfois

entre les divers genres, à former les deux régions principales de la tête, qui sont celle du *crâne cérébral* et celle du *crâne facial*.

Nous ne décrivons que ceux qui sont utiles à connaître pour déterminer la caractéristique des types spécifiques. Les uns sont impairs, les autres pairs, c'est-à-dire qu'il y en a deux semblables, dont un de chaque côté de la tête.

Les os du crâne cérébral (fig. 15, 16, 17, 18) indispensables à connaître sont :

1^o L'*occipital* (A), os impair par lequel la tête s'articule, au moyen de deux condyles (1) situés de chaque côté du trou occipital, avec la première vertèbre cervicale ou atlas, et qui présente à sa face externe la *protubérance occipitale* ou de la nuque.

2^o Les *pariétaux* (BB), qui concourent à former la voûte

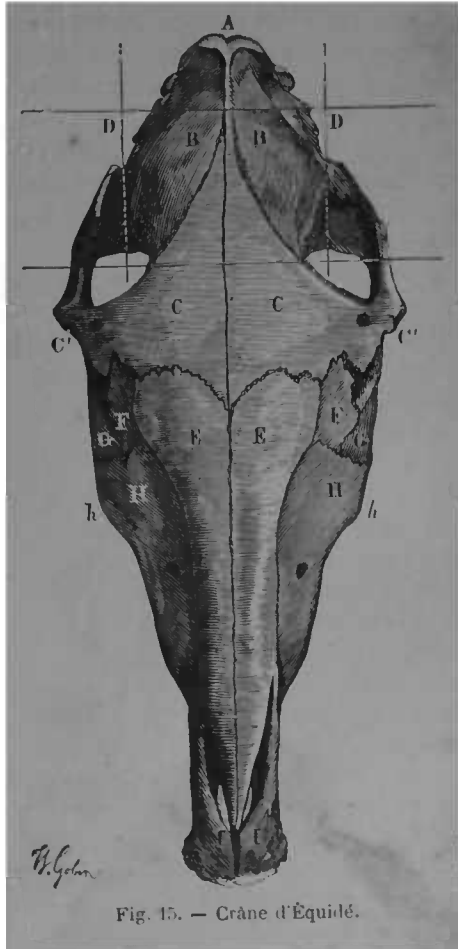


Fig. 15. — Crâne d'Équidé.

(1) On appelle condyle l'extrémité articulaire se rapprochant, par sa forme, d'un segment longitudinal de cylindre.

crânienne, portent à leur connexion avec le frontal, chez les Équidés, les Ovidés et les Suidés, une crête, dite *crête fronto-pariétale*, qui, en se continuant en haut avec celle de l'interpariétal, limite de chaque côté la fosse temporale. Chez les Bovidés, ils sont étroits et se ploient à angle à peu près droit pour contribuer à la formation de la nuque, en arrière du chignon.

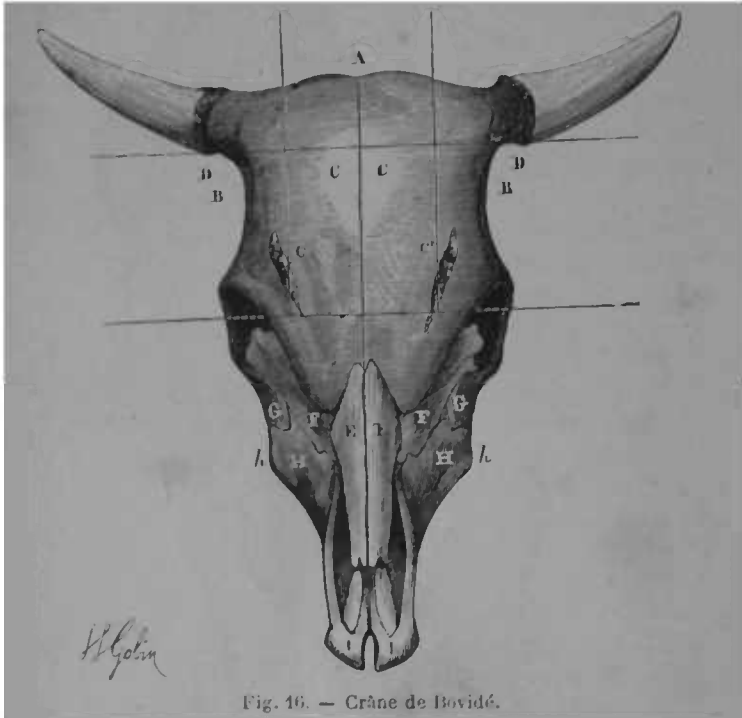


Fig. 16. — Crâne de Bovidé.

3^o L'*interpariétal*, petit os situé entre les pariétaux et l'occiput, et qui se soude de très bonne heure avec eux, pour former ce que les anatomistes français ont appelé, chez l'Équidé, l'apophyse falciforme du pariétal, en le confondant avec celui-ci, qu'ils considèrent à tort comme impair.

4^o Les *frontaux* (CC), d'une étendue très variable, con-

courent en bas à former les cavités orbitaires, dont ils fournissent l'arcade supérieure par un prolongement nommé *apophyse orbitaire* ou *arcade surcilière*, et portent en un point voisin (C'C') un trou dit *trou surcilier*. Audessus se trouvent, chez les Bovidés, les *bosses frontales* (c'c', fig. 16). En haut, chez ces derniers et chez les Ovidés, ils sont pourvus de chevilles osseuses servant de support aux cornes. Chez les Bovidés et les Suidés, les frontaux forment par leur bord supérieur avec les pariétaux un angle plus ou moins aigu, en saillie sur la nuque et qui, chez les premiers, est appelé *chignon*. Ce chignon présente toujours deux sommets plus ou moins élevés. Chaque frontal se replie à angle aigu sur le bord externe de sa surface faciale pour aller se mettre, dans la fosse temporale, en connexion avec le

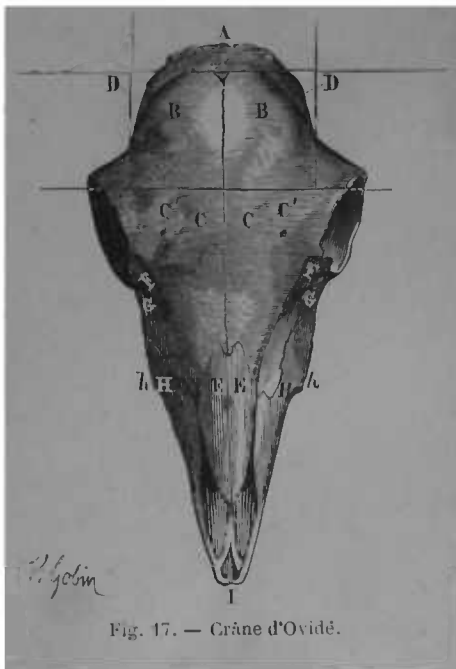


Fig. 17. — Crâne d'Ovidé.

temporal. Par son bord interne il l'est, sur la ligne médiane, avec celui du côté opposé. Les frontaux recouvrent ainsi complètement la cavité crânienne. Entre leurs deux lames externe et interne existent des espaces vides, dits *sinus frontaux*, s'étendant jusque dans l'intérieur des chevilles osseuses des Bovidés et des Ovidés.

Les formes frontales sont des plus caractéristiques. Les frontaux sont incurvés, bombés, plans ou déprimés. Leur suture médiane se soude vers l'âge adulte.

5° Les *temporaux* (DD), situés sur les côtés du crâne. Chacun est formé de deux portions : une dure, le *rocher*, qui loge les organes de l'ouïe, et au centre duquel se voit un conduit entouré d'un petit manchon osseux faisant saillie, qui est le *conduit auditif externe*; l'autre, qui est plate, envoie un prolongement vers l'orbite, et qui, chez

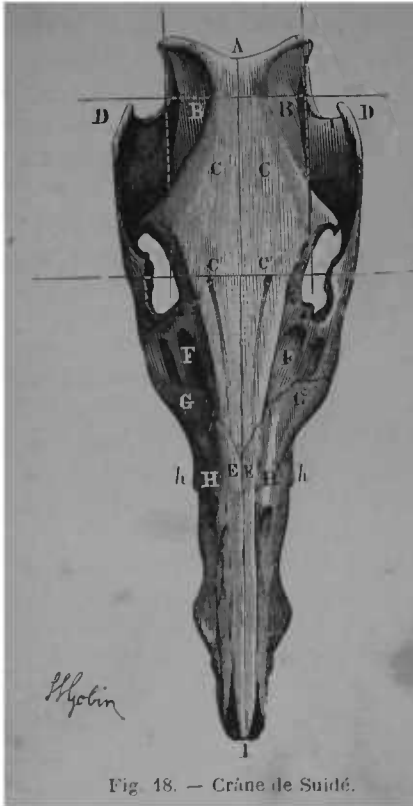


Fig. 18. — Crâne de Suidé.

les *Équidés*, se met en connexion avec l'apophyse orbitaire du frontal. Sous ce prolongement se trouve la surface articulaire correspondant à celle du maxillaire inférieur.

6° Le *sphénoïde*, os impair présentant un corps et des ailes, qui forme la base ou le plancher du crâne cérébral.

7° L'*ethmoïde*, présentant une lame criblée et des volutes minces. Sa lame criblée limite en avant la cavité crânienne.

Cette cavité ellipsoïde, exactement moulée sur la forme de l'organe qu'elle renferme, est divisée par le prolongement

falciforme de l'interpariétal en deux compartiments, dont l'un est la cavité cérébrale, et l'autre la cavité cérébelleuse.

Les os qui la circonscrivent forment extérieurement, dans leur ensemble, une architecture qui se présente sous deux types distincts, d'après ses dimensions relatives.

Le crâne est dit *brachycéphale* (crâne court) ou *dolicho-céphale* (crâne allongé). Ce sont les deux types établis par Retzius pour le crâne humain.

Les *os de la face* ou du *crâne facial* sont :

1^o Les *sus-nasaux* ou *os propres du nez* (EE), dont les dimensions et la forme relative dans chaque genre ont une grande valeur pour la caractéristique. Les deux os propres du nez, terminés en pointe chez les Équidés et les Suidés, en ligne échancrée chez les Bovidés et les Ovidés, en se réunissant par leur bord interne sur la ligne médiane forment le plafond des cavités nasales. Ils sont droits ou incurvés dans le sens de leur longueur, plus ou moins courbés dans celui de leur largeur, pour former une voûte en ogive, plein-cintre, ou surbaissée, et leurs connexions avec les frontaux et les maxillaires s'établissent suivant des dispositions très diverses, selon le type auquel ils appartiennent.

2^o Les *lacrymaux* (FF) concourent à former le plancher de l'orbite. Chacun s'unit avec le frontal, le sus-nasal, le zygomatique et le grand sus-maxillaire du côté correspondant. Ils présentent en un point de la surface de leur portion faciale, chez les Ovidés, une dépression appelée fosse larmière où se loge le *larmier*. Leurs formes et leurs connexions sont très caractéristiques.

3^o Les *zygomatiques* ou *os jugaux* (GG), os de la pommette chez l'homme, présentent des formes et des connexions très différentes selon les genres. Chez les Équidés, le prolongement supérieur du jugal est interposé entre les apophyses orbitaires du temporal et du frontal pour clore l'orbite du côté externe. Chez les Bovidés et les Ovidés, il se bifurque pour aller, par chacune de ses tranches, à la rencontre de chacune de ces apophyses, et il n'a aucune connexion avec la première chez les Suidés. Sa face externe présente, chez les Équidés, une crête allongée qui se continue avec celle du grand sus-maxillaire. Cette crête est courbe chez les Bovidés et les Ovidés et va vers le bord inférieur de l'orbite, au lieu de se continuer avec la crête semblable du grand sus-maxillaire.

4^o Les *grands sus-maxillaires* (HH) portent les dents

molaires supérieures, forment la voûte palatine, se plient à angle droit et occupent la plus grande partie de l'étendue de la face, à laquelle ils impriment, par leurs connexions avec le sus-nasal, le lacrymal et le zygomatique correspondants, l'un des principaux traits de la physionomie. Sur sa face externe, chacun présente, chez les Équidés, une crête allongée (*hh*), dite crête zygomatique qui se continue avec celle du jugal; dans les autres genres elle est remplacée par une simple éminence, qui est l'*épine maxillaire*.

5° Les *petits sus-maxillaires*, ou *os incisifs* (I), portent l'arcade des dents incisives supérieures, chez les genres qui en sont pourvus. On distingue dans chacun d'eux une branche et une portion incisive. Par sa branche, il se met en connexion avec le grand sus-maxillaire et le sus-nasal. Sa portion incisive, épaisse et pourvue d'alvéoles chez les Équidés et les Suidés, se soude de bonne heure avec celle du côté opposé. Chez les Bovidés et les Ovidés, elle est aplatie, terminée en dedans par une branche dirigée en arrière et reste toujours séparée.

6° Le *ptérigoidien*, 7° le *vomer*, 8° le *palatin*, et 9° les *cornets*, sont situés intérieurement et n'ont aucune influence sur les formes extérieures de la tête.

10° Enfin le *maxillaire* ou *mandibule*, os de la mâchoire inférieure, offre, chez les Équidés et les Suidés, un seul corps portant l'arcade des incisives, et deux branches plus ou moins écartées l'une de l'autre, et servant de support aux deux rangées des dents molaires inférieures. Chez les Bovidés et les Ovidés, les deux portions incisives restent toujours distinctes et seulement unies par une suture cartilagineuse. Chacune des branches, aplatie, s'élargit d'avant en arrière, se coude suivant un angle variable, pour se terminer en haut par une surface articulaire appelée *condyle*, correspondant à celle du temporal, et en avant de laquelle se trouve une longue apophyse, dite *coronoïde*, qui en est le levier. Les dimensions relatives de la portion montante et de la portion descendante de chaque branche sont caractéristiques.

Les os du crâne sont unis entre eux par des sutures

cartilagineuses qui se ferment plus ou moins tôt et disparaissent par ossification. On n'y trouve qu'une seule articulation véritable, celle qui s'établit entre le temporal, de chaque côté, et le condyle de la mandibule, et qui est appelée *temporo-maxillaire*. Elle n'a qu'un seul moyen d'union, sous forme d'un ligament membraneux qui la clôt de toutes parts, à la manière d'un manchon. En outre, la tête s'articule, par les condyles de l'occipital, avec la première vertèbre cervicale ou atlas, et son articulation *atloïdo-occipale* est, elle aussi, enveloppée par un manchon membraneux.

Les muscles de la tête sont nombreux et intéressants à connaître. Ils seront décrits à propos des appareils d'organes dont ils font partie spécialement et qui viendront à leur place dans l'étude que nous allons faire maintenant, dans un ordre autant que possible logique, de tous ceux qui composent la machine animale.

CHAPITRE V

APPAREIL DE LA LOCOMOTION

Organes. — Tel que nous le comprenons ici, l'appareil de la locomotion est représenté seulement par les quatre membres qui, chez les animaux dont nous nous occupons, servent tous pour les déplacements du corps ; c'est pourquoi ces animaux sont appelés quadrupèdes. L'étude de cet appareil est pour nous d'une importance capitale, non seulement parce que ses organes déploient la force motrice utilisée sous forme de travail, mais encore parce qu'ils fournissent les parties essentielles de la viande

comestible, dont la fabrication est un des buts principaux de l'exploitation des animaux. Il se compose d'os, de ligaments articulaires et de muscles avec leurs tendons ou leurs aponévroses.

Les os sont les organes passifs de la locomotion. Ils sont mus par les muscles qui s'y attachent et les déplacent en transmettant, directement ou par l'intermédiaire des tendons ou des aponévroses qui les terminent et qui sont inextensibles, des uns aux autres les mouvements dont ils sont animés par leurs contractions. Les os sont ainsi simplement des leviers dont les muscles sont les puissances.

Les divers leviers osseux, pour jouer les uns sur les autres, sont unis entre eux par des articulations dont le caractère commande l'étendue et la direction des mouvements exécutés.

Les extrémités des os, munies de cartilages articulaires, sont adaptées les unes aux autres et maintenues par des ligaments en tissu conjonctif fibreux, de la même nature que celui des tendons et des aponévroses. Leurs surfaces lisses, glissant les unes sur les autres, sont, à l'exemple des charnières, constamment lubrifiées, huilées pour ainsi dire, par un liquide visqueux, la *synovie*, contenu dans une membrane qui les circonscrit de toutes parts et qui porte le nom de *synoviale*. L'étendue de celle-ci et la quantité de liquide qu'elle sécrète est en rapport, nécessairement, avec l'étendue de l'articulation et de ses mouvements.

Ces définitions posées, on a coutume de décrire successivement, et dans leurs plus minutieux détails, les os d'abord, puis les articulations, enfin les muscles. Cela fait autant de divisions de l'anatomie. On a ainsi l'*ostéologie*, la *syndesmologie* ou *arthrologie*, et la *myologie*.

Nous ne devons pas suivre cette marche analytique. Ce qui nous importe, c'est de n'embrasser que les choses absolument nécessaires pour nous conduire au but que nous voulons atteindre. Nous nous occuperons donc ici simultanément de tout ce qui forme l'appareil locomoteur, en vue du soutien du tronc dans les diverses attitudes de l'animal et de l'exécution de ses allures dans la marche,

en ne signalant que les différences essentielles entre les quatre genres d'animaux que nous étudions.

1. — Bipède antérieur.

Os. — En considérant le membre antérieur de haut en bas, on trouve :

1^o L'os de l'épaule, *Scapulum* ou *Omoplate* (fig. 10, E), os plat, triangulaire, prolongé à son bord supérieur par une lame cartilagineuse flexible, et appliqué contre le plan latéral du thorax, dans une direction oblique de haut en bas et d'arrière en avant. Sa face externe est partagée par une saillie longitudinale appelée *Acromion*. Son angle inférieur porte une cavité articulaire dite glénoïde (1), surmontée antérieurement par une saillie appelée apophyse coracoïde (2).

2^o L'os du bras, *Humerus* (F), os long, qui semble tordu sur lui-même, et renflé à ses deux extrémités. La supérieure porte la tête articulaire (3) et le *Trochiter*, tubérosité volumineuse pour l'insertion des muscles ; l'inférieure, un condyle interne et une trochlée externe (4).

3^o Les os de l'avant-bras, *Radius* et *Cubitus*. Le radius (G), légèrement recourbé en arc et déprimé d'avant en arrière, dirigé verticalement, tandis que l'humérus est oblique dans un sens opposé à celui du scapulum, présente à son extrémité supérieure des surfaces articulaires correspondant en creux et en relief au condyle et à la trochlée de l'humérus ; à l'inférieure plusieurs facettes planes ; le cubitus (G'), oblique de haut en bas et d'arrière en avant, se termine en haut par un prolongement muni en avant d'une surface articulaire qui complète celle du radius et d'une tubérosité portant le nom d'*Olécrâne* ; son extrémité inférieure, terminée en pointe chez les Équidés, s'arrête à la moitié environ de la hauteur du radius, avec lequel l'os

(1) Ce qualificatif est simplement synonyme d'articulaire.

(2) En forme de bec de corbeau.

(3) Une tête articulaire a la forme d'un segment de sphère.

(4) La trochlée est un segment de poulie.

est soudé, ainsi que chez les Bovidés et les Ovidés, où elle va jusqu'à l'extrémité inférieure du radius; chez les Suidés, le cubitus est un os long et indépendant.

4° Les os du *Carpe* ou du genou (correspondant au poignet de l'homme), au nombre de sept, disposés sur deux rangées superposées, de formes variables, mais généralement cubiques, et dont l'un, dit *Os crochu* ou *Sus-carpien* (L), fait saillie en arrière de la première rangée et du côté externe. Ils sont pourvus de facettes articulaires planes.

5° Les os du *Métacarpe* ou du canon (M), comprenant chez les Équidés un *Métacarpien principal* et deux *Métacarpies rudimentaires* ou *latéraux*; ceux-ci représentent deux petites tiges situées en arrière et de chaque côté du *métacarpien principal*, avec lequel ils sont parfois soudés chez les individus adultes; ils s'étendent jusqu'au quart inférieur environ de cet os et se terminent en haut par une tubérosité munie d'une facette articulaire, en bas par un petit renflement de leur pointe, sorte de bouton. Le métacarpien principal est cylindroïde, dirigé verticalement. Sa surface articulaire supérieure est à facettes planes; l'inférieure est condylienne avec saillie médiane. Chez les Bovidés et les Ovidés, cet os présente un sillon médian longitudinal, indice d'une division primitive qui persiste du reste à l'extrémité inférieure. Il n'y a qu'un seul métacarpien latéral rudimentaire. Chez les Suidés, il y a quatre métacarpies complets.

6° Les os de la région digitée comprennent les *Phalanges* et les *Sésamoïdes*. Nos animaux ont un seul, deux ou quatre doigts, ce qui les a fait qualifier de *monodactyles* (Équidés), de *didactyles* (Bovidés et Ovidés), et de *tétradactyles* (Suidés).

La première phalange, *Os du paturon* (N), le plus petit des os longs, et la deuxième phalange, *Os de la couronne* (O), de forme cubique, articulés ensemble, sont dirigés dans le même sens oblique de haut en bas et d'arrière en avant.

La troisième phalange, ou *phalange unguéale* (P), a, chez les monodactyles, la forme d'un segment de cône très rac-

courci, obliquement tronqué d'avant en arrière, du sommet à la base, évidée en arrière; elle est complétée en arrière et de chaque côté par des fibro-cartilages élastiques, sortes de ressorts qui jouent un rôle considérable dans le mécanisme de la marche, pour l'amortissement des pressions que supporte l'ongle ou boîte cornée dans laquelle la troisième phalange est entièrement contenue.

C'est dans son évidement que se trouve logé transversalement le *Petit sésamoïde* ou *Os naviculaire*, ainsi nommé à cause de sa forme en navette.

Dans les autres genres, la phalange unguéale représente assez exactement une des moitiés de celle des monodactyles.

Les *Grands sésamoïdes* (S), os courts au nombre de deux, situés à la partie postérieure et supérieure de la première phalange, ont évidemment pour objet d'augmenter l'étendue de la surface articulaire de cette phalange.

Articulations. — La première est l'articulation de l'épaule, ou *Scapulo-humérale*, dont le nom indique suffisamment les deux éléments. Du côté du scapulum, elle est formée par une cavité ovale peu profonde, et du côté de l'humérus par une convexité beaucoup plus grande, ce qui permet le glissement dans divers sens et sur des étendues relativement considérables.

Les deux os ne sont maintenus adaptés que par une sorte de manchon ligamenteux, qui clôt l'articulation en se fixant en haut sur le pourtour de la *cavité glénoïde* du scapulum, et en bas autour de la *tête* de l'humérus.

L'articulation scapulo-humérale permet des mouvements dans toutes les directions, et qui ne sont bornés que par les moyens d'attache des os eux-mêmes. Ce sont ceux d'*extension*, ou d'arrière en avant; de *flexion*, ou d'avant en arrière; d'*abduction*, ou de dedans en dehors (le bras s'éloignant du corps); d'*adduction*, ou de dehors en dedans; de *circumduction*, ou de fronde; et de *rotation*, ou de pivot. Il est bien entendu que dans tous ces mouvements, c'est le bras qui se meut sur l'épaule.

Après vient l'articulation du coude, ou *Huméro-radio-*

cubitale. Tois os concourent à la former : l'extrémité inférieure de l'humérus et l'espèce d'arc creux qui résulte de l'assemblage de l'extrémité supérieure du radius et de la face antérieure du cubitus. Ces deux surfaces articulaires sont maintenues par deux ligaments latéraux, l'un interne et l'autre externe, et un ligament antérieur capsulaire qui clôt l'articulation.

Il est facile de voir, par ces dispositions, que les mouvements de l'articulation ne sont possibles que dans deux sens opposés, la flexion et l'extension, et encore ceux d'extension sont-ils bornés par la rencontre postérieure de l'humérus avec l'olécrâne.

L'articulation du *Carpe*, ou du genou, joint à une grande mobilité la solidité. Tous les os de ses deux rangées sont mobiles les uns sur les autres. Ils sont unis par des ligaments courts et solides. Leurs mouvements, quoique bornés par la direction plane de leurs facettes articulaires, s'exécutent dans tous les sens.

Indépendamment de ces articulations des os carpiens, entré eux par leurs faces latérales, il faut considérer l'articulation de la première rangée avec l'extrémité inférieure du radius ; celle de la seconde rangée avec l'extrémité supérieure du métacarpe ou canon ; enfin celle des deux rangées entre elles.

Celle-ci, dont les surfaces sont planes et serrées l'une contre l'autre par des ligaments courts, n'exécute que des mouvements d'écartement fort restreints ; les deux autres, à peu près de même nature, peuvent cependant glisser dans une mesure plus grande, qui permet la flexion complète de l'articulation.

Outre les ligaments particuliers dont il vient d'être parlé, l'articulation si complexe du carpe a pour moyens d'union généraux quatre ligaments qui l'embrassent complètement et s'attachent d'une part à l'extrémité inférieure du radius, de l'autre à la supérieure des métacarpiens, deux latéraux, un postérieur et un antérieur. Ce dernier est capsulaire et recouvre toute la face antérieure des articulations carpiennes. L'autre, le postérieur, est une large bande fibreuse qui s'attache en haut à l'extrémité infé-

ricure du radius, puis recouvre les os du carpe, vient s'attacher à l'extrémité supérieure du métacarpien principal et enfin se termine par une bride libre qui a reçu le nom de bride carpienne. A son passage sur le carpe, ce ligament forme la gaine carpienne.

Tous les mouvements sont possibles dans l'articulation carpienne, mais dans une étendue très restreinte, excepté pour la flexion, qui peut aller jusqu'au contact du canon avec l'avant-bras.

L'articulation *Métacarpo-phalangienn*e, qui est unique, double ou quadruple, est une parfaite charnière. D'une part, elle est formée par l'extrémité inférieure du métacarpien principal ; de l'autre, par l'extrémité supérieure de la première phalange. Les sésamoïdes sont unis solidement entre eux et à la phalange par des ligaments que nous n'avons pas à décrire en détail. Quant aux deux surfaces articulaires principales, elles sont maintenues par quatre ligaments, deux latéraux, un antérieur et un postérieur.

Nous n'avons pas à nous arrêter aux premiers, si ce n'est pour dire qu'ils sont volumineux et solides ; quant à l'antérieur, c'est un ligament capsulaire, membraniforme, qui enveloppe la face antérieure de l'articulation ; il est très résistant. Le postérieur doit particulièrement nous occuper.

C'est une longue et forte lanière de tissu conjonctif fibreux, qui se confond en haut avec le ligament commun postérieur du carpe, et s'étend, entre les métacarpiens rudimentaires, jusqu'à la face postérieure de l'articulation, où elle se divise en deux branches, pour se fixer sur le sommet de chacun des deux grands sésamoïdes ; là, elle donne naissance à deux brides fibreuses qui se dirigent en avant et vont se réunir, de chaque côté, à un tendon, ainsi que nous le verrons plus tard. Ce ligament a reçu le nom de *Suspenseur du boulet*.

Les mouvements de l'articulation du boulet sont l'extension et la flexion, plus quelques légers mouvements de latéralité, quand le levier osseux est porté aux limites de la flexion.

Les articulations *Inter-phalangiennes*, qui sont des charnières imparfaites, à mouvements très bornés, complétées en arrière par des cartilages et unies par des ligaments latéraux solides, ne doivent pas nous arrêter autrement. Celle de la deuxième avec la troisième phalange est entièrement contenue dans la boîte cornée, *Sabot* ou *Onglon*. Elles sont toutes les deux maintenues par des ligaments latéraux.

Muscles. — Les muscles du membre antérieur forment quatre groupes principaux, qui sont ceux de l'épaule, ceux du bras, ceux de l'avant-bras et ceux du pied. Nous devons dire que cette dernière région anatomique commence immédiatement au-dessous du carpe, ou genou ; elle correspond à la main de l'homme.

La face externe du scapulum est munie de quatre muscles, qui s'attachent en divers points de cette surface et viennent aboutir à la région supérieure et antérieure de l'humérus. Tous ces muscles sont très distincts sur la figure 19, sous les nos 1, 2, 3 et 4. Ils concourent tous à la flexion du bras sur l'épaule ; mais leur principale fonction est de porter l'humérus en dehors, en lui imprimant un léger mouvement de rotation. Un seul, le no 2, est extenseur de l'humérus.

A la face interne du scapulum, on trouve encore quatre muscles qui, prenant leur origine ou leurs attaches supérieures sur cet os, viennent aboutir à l'extrémité supérieure et interne de l'humérus. L'un d'eux, le principal, qui occupe toute la fosse dite sous-scapulaire, se termine par un tendon court et fort qui glisse sur l'éminence interne de la tête de l'humérus. Tous ces muscles ont pour fonction de porter le bras en dedans. Ce sont des adducteurs, tandis que ceux de la région externe de l'épaule sont dits abducteurs.

Nous avons à mentionner maintenant les muscles qui servent à fixer l'épaule au tronc, car il est bon de faire remarquer qu'elle ne s'y trouve unie que par des parties molles.

Il y a d'abord un muscle aplati, triangulaire, formé en haut et en avant d'une aponévrose qui s'attache aux apo-

physes épineuses des vertèbres de la région du garrot, puis d'une partie charnue dirigée en avant et en bas pour joindre l'épine de l'omoplate, où elle s'insère. C'est le muscle *trapèze dorsal*, qui,

1, long abducteur du bras; 1', son insertion à l'humérus. 2, sus-épineux. 3, sous-épineux; 3', tendon d'insertion du même muscle. 4, court abducteur du bras. 5, long fléchisseur de l'avant-bras. 6, court fléchisseur de l'avant-bras. 7, gros extenseur de l'avant-bras. 8, court extenseur de l'avant-bras. 9, anconé. 11, extenseur antérieur du métacarpe; 11', tendon du même; 12, la lame interne de son aponévrose humérale. 13, extenseur oblique du métacarpe. 14, extenseur antérieur des phalanges; 14', tendon principal de ce muscle; 15, petite branche tendineuse qu'il fournit à l'extenseur latéral. 16, extenseur latéral des phalanges; 16', son tendon; 17, bride fibreuse qu'il reçoit du carpe. 18, fléchisseur externe du métacarpe; 19, son tendon métacarpien; 20, son tendon suscarpien. 21, portion cubitale du perforant. 22, tendon du perforant; 23, sa bride carpienne; 24, sa gaine phalangienne de renforcement; 25, tendon du perforé.

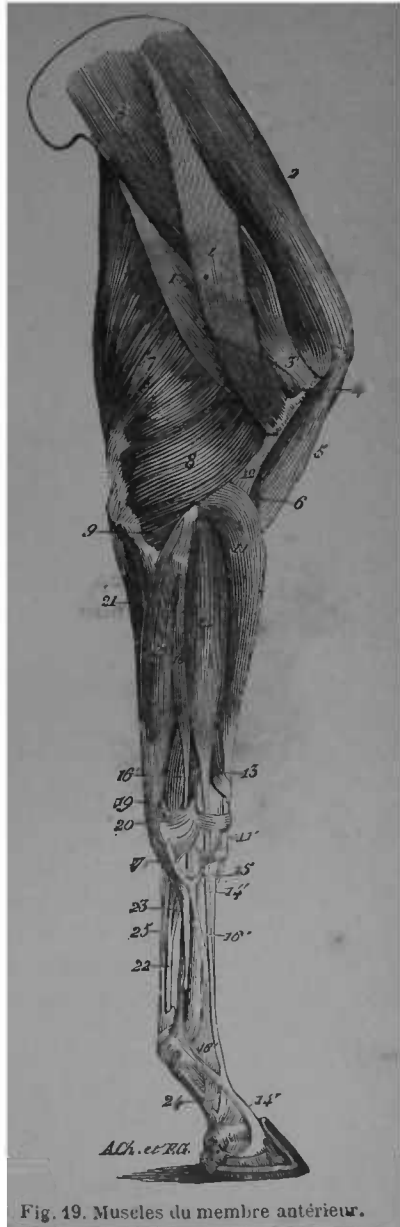


Fig. 19. Muscles du membre antérieur.

indépendamment de sa fonction de lien, tire l'extrémité supérieure de l'épaule en arrière et en haut. Il enveloppe extérieurement le cartilage de prolongement du scapulum.

Un autre muscle de même forme appelé *trapèze cervical*, et qui se confond avec lui par son bord postérieur, s'attache en haut sur le bord du ligament cervical, et en bas avec lui sur l'épine de l'omoplate. La fonction de ce muscle est de tirer en avant et en haut l'extrémité supérieure du scapulum.

A la face interne du cartilage de prolongement de l'omoplate est un muscle aplati, quadrilatère, formé de faisceaux parallèles, qui s'insère d'une part sur les apophyses épineuses des quatre ou cinq vertèbres dorsales qui suivent la première, et de l'autre au cartilage de l'omoplate. Il est nommé *rhomboïde*, à cause de sa forme. Il élève directement l'épaule lorsqu'il se contracte, en même temps qu'avec ceux déjà indiqués il concourt à fixer au corps son extrémité supérieure.

On trouve encore, comme agissant directement sur l'épaule et ayant une de ses attaches au tronc, celui qui vient se fixer à la face interne du cartilage de prolongement, en avant du dernier, et qui prend son point de départ sur une certaine étendue du ligament cervical : c'est le *releveur propre de l'épaule* ; enfin un autre plus profond qui prend son origine sur les apophyses transverses des cinq dernières vertèbres cervicales et va s'insérer à la face interne de l'omoplate, près du bord antérieur. Il a pour fonction de tirer en avant l'extrémité supérieure du scapulum, lorsque son point fixe est à la tige cervicale ; si au contraire ce point fixe est à l'épaule, il concourt à l'extension et à l'inclinaison latérale de l'encolure.

Après ce premier groupe, vient celui des muscles qui entourent l'humérus. Ceux-ci sont appelés *Muscles du bras*, bien qu'ils aient presque pour unique fonction de mouvoir l'avant-bras. C'est leur situation, plutôt que leur usage, qui a guidé dans le choix de leur désignation.

Sur la face antérieure de l'humérus se trouvent deux muscles (nos 5 et 6, fig. 19), qui sont des fléchisseurs de l'avant-bras. Le premier prend son origine à l'apophyse

coracoïde par un fort tendon, élargi et presque cartilagineux au niveau de la tête de l'humérus, au-devant de laquelle il glisse en protégeant l'articulation scapulo-humérale. Par ce fait, il s'oppose à la fermeture de l'angle scapulo-huméral, au moyen du tendon résistant qui le traverse dans toute sa longueur. En bas, il vient s'attacher, comme l'autre, à la région supérieure de l'avant-bras.

La face postérieure du bras est occupée par cinq muscles, qui, tous, viennent se terminer au sommet de l'olécrâne ou du coude. On les appelle pour ce motif la masse des muscles olécrâniens. Les deux principaux, 7 et 8, remplissent le triangle formé par le bord postérieur du scapulum et la face postérieure de l'humérus. Ils s'attachent en haut sur le bord postérieur de l'omoplate. Les autres partent de l'humérus.

Leur fonction commune est d'étendre l'avant-bras, en tirant en avant, lorsqu'ils se contractent, le sommet de l'olécrâne, sur lequel ils agissent à la manière d'un levier du premier genre, le point d'appui étant dans l'articulation huméro-radiale.

Ici, comme pour l'épaule, il nous reste à indiquer les muscles qui ont une ou plusieurs de leurs attaches au tronc et l'autre au bras, sur lequel ils agissent.

Nous devons mentionner d'abord un long muscle, le *Mastoïdo-huméral*, qui, partant du sommet de la tête, descend vers le bord inférieur de l'encolure, qu'il longe jusqu'au niveau de la pointe de l'épaule, sur laquelle il passe pour aller s'attacher à la partie moyenne du corps de l'humérus.

Ce muscle agit diversement, suivant que son point fixe est à la tête ou à l'humérus. Dans le premier cas, il porte en avant le membre antérieur tout entier, et joue par conséquent un rôle important dans la locomotion ; dans le cas contraire, il incline la tête sur le côté en fléchissant l'encolure.

Un autre muscle, de forme triangulaire, attaché par une aponévrose au sommet de l'épine dorso-lombaire, descend en se rétrécissant sur les côtes jusqu'au niveau de

la face interne de l'humérus, où il s'insère. Ce muscle, qui est le *Grand dorsal*, porte le bras en arrière et en haut.

Enfin deux autres muscles, dits *Pectoraux*, et qui sont les muscles du poitrail, partent du sternum, et vont se terminer, l'un à la face antérieure de l'humérus et à l'aponévrose d'enveloppe du bras, l'autre à la partie supérieure et interne du même os et à l'aponévrose qui recouvre les muscles de l'épaule. Ces muscles sont adducteurs du membre et le tirent en arrière et en bas. Ils concourent en même temps à le fixer au tronc.

Les *Muscles de l'avant-bras* sont également répartis en deux régions, l'une antérieure, celle des extenseurs, l'autre postérieure, celle des fléchisseurs. Ces derniers sont ceux qui nous intéressent le plus.

Les deux régions se composent en tout de neuf muscles. Nous n'insisterons pas également sur tous. Ils entourent les os de l'avant-bras de toutes parts, excepté du côté interne, où le radius est seulement recouvert par la peau. Ils sont enveloppés par une aponévrose, ou membrane résistante de tissu conjonctif fibreux, et prenant leur insertion supérieure à l'extrémité inférieure de l'humérus ou bien sur le cubitus et l'extrémité supérieure du radius, ils se terminent à l'une ou à l'autre des parties osseuses de la région du pied, par l'intermédiaire d'un ou de plusieurs tendons.

Les muscles de la région antérieure sont au nombre de quatre. Il y a d'abord deux extenseurs du métacarpe (11 et 13, fig. 19), dont le premier prend son origine en divers points de l'extrémité inférieure de l'humérus, et vient aboutir à un tendon (11') qui s'insère à la partie supérieure du métacarpien principal ; le second a son origine sur le côté externe du radius, et se termine par son tendon sur la tête du métacarpien interne. Ces deux muscles ont pour fonction, ainsi que leur nom l'indique, d'étendre le métacarpe sur l'avant-bras ; le second fait aussi pivoter cet os en avant et de dedans en dehors.

Il y a ensuite deux extenseurs des phalanges, situés sur la face externe de l'avant-bras.

Le premier de ces extenseurs (14) a son origine en divers points de l'humérus et du radius ; il a la forme d'un fuseau et se termine, vers le quart inférieur de l'avant-bras, par une corde tendineuse (14'), qui glisse sur la face externe du genou, où elle est maintenue par des brides, et immédiatement au-dessous de laquelle s'en détache une petite branche (15), qui vient s'unir au tendon de l'autre extenseur, dont nous allons parler ; puis elle gagne la face antérieure de l'articulation du boulet, en s'attachant à son ligament capsulaire, pour venir enfin s'insérer à l'éminence médiane du bord supérieur de la troisième phalange.

Le deuxième extenseur des phalanges (16) s'attache par son corps charnu sur divers points de la partie supérieure et externe du radius et aboutit, au même niveau que le premier, à un tendon (16'), qui reçoit au-dessous du genou la bride (15) que lui envoie le tendon de l'autre extenseur, dont nous avons déjà parlé ; de l'autre côté, il reçoit des ligaments carpiens une bride fibreuse (17), pour venir enfin s'insérer sur la capsule fibreuse de l'articulation du boulet et en avant de l'extrémité supérieure de la première phalange.

Le tendon de l'un de ces muscles se divise en deux branches chez les didactyles et en quatre chez les tétradactyles, une, par conséquent, pour chaque doigt. Il y a, en outre, un extenseur propre pour chaque doigt.

Ces muscles ont des usages multiples ; mais surtout ils étendent, lorsqu'ils se contractent, le pied tout entier sur l'avant-bras ; le premier agit de plus sur chaque phalange en particulier.

Les fléchisseurs sont au nombre de cinq. Trois *Fléchisseurs du métacarpe* sont superficiels. Ils prennent leur origine en divers points de l'extrémité inférieure de l'humérus et de la partie supérieure du radius et du cubitus, pour venir se terminer ensemble en arrière de l'extrémité supérieure du métacarpien et à l'os crochu.

Nous ne décrivons particulièrement que les attaches du fléchisseur externe (18), à cause des détails qu'elles présentent. Son tendon terminal se divise en deux branches,

l'une antérieure, l'autre postérieure. La première (19), arrondie, glisse dans une coulisse à la surface de l'os crochu et va ensuite se fixer sur la tête du métacarpien externe en se confondant avec le ligament externe du carpe; l'autre, large et courte (20), s'insère sur l'os crochu.

Mais c'est surtout sur l'appareil tendineux des *Fléchisseurs des phalanges* qu'il faut appeler l'attention. Quant à leurs parties musculaires, nous n'avons pas à nous y arrêter autrement que pour dire qu'elles sont situées sous celles des fléchisseurs du métacarpe, en arrière de l'avant-bras, formées de plusieurs portions charnues, aponévrotiques et tendineuses, qui prennent des origines distinctes à l'extrémité inférieure et postérieure de l'humérus, au cubitus et au radius, pour aboutir, au-dessus du carpe, à leur corde tendineuse respective.

Le tendon du *Fléchisseur superficiel*, encore appelé *Perforé*, reçoit, à son origine même, une forte production fibreuse attachée en bas de la face postérieure du radius et aussi unie à l'aponévrose d'enveloppe de l'avant-bras, de même qu'au tendon de l'autre fléchisseur. Il traverse ensuite la gaine située en arrière du carpe, dite *Gaine carpienne*, dans laquelle il glisse, puis descend en arrière du canon, accolé à son congénère (25), et vient enfin se terminer en arrière de l'articulation du boulet, où il forme un anneau, dans lequel passe le tendon du fléchisseur profond, au niveau de la coulisse sésamoïdienne; puis il se termine par deux branches, qui s'insèrent de chaque côté de la partie supérieure de la deuxième phalange.

Ce muscle a pour fonctions de fléchir la deuxième phalange sur la première, celle-ci sur le métacarpe, et le pied tout entier sur l'avant-bras. Par le fait de la forte bride que son tendon reçoit de la face postérieure du radius, il fait aussi, pendant la station, office de soutien mécanique de l'angle représenté par l'articulation du boulet.

Le *Fléchisseur profond* ou *Perforant* s'insère en haut par une portion charnue superficielle (21) sur le cubitus; cette portion vient aboutir, avec les deux autres, au tendon commun (22) dont nous avons déjà parlé. Ce tendon, immédiatement après sa naissance, s'engage dans la gaine car-

pienne avec celui du fléchisseur superficiel; puis il gagne la région du canon, vers le milieu de laquelle il reçoit la forte bride fibreuse, dite *bride carpienne* (23), qui lui est fournie par le ligament postérieur du carpe. A partir de là, ses dispositions diffèrent entre les divers genres. Chez les monodactyles, où il reste unique, il traverse l'anneau sésamoïdien du perforé, en arrière de l'articulation du boulet, passe entre les deux branches terminales de ce tendon en glissant sur la face postérieure de la deuxième phalange, reçoit une lame fibreuse (24) provenant de la face antérieure du boulet et s'épanouit enfin, pour former ce qu'on appelle l'aponévrose plantaire, qui glisse au moyen d'une synoviale particulière à la surface du petit sésamoïde ou os naviculaire, et vient s'insérer, à la partie inférieure de la troisième phalange.

Pour passer sur les sésamoïdes, le tendon du perforant est revêtu d'une gaine synoviale, qui facilite son glissement. C'est l'hydropisie de cette synoviale qui produit la tumeur appelée vulgairement *Mollette tendineuse*.

Chez les didactyles, il se bifurque, et chacune de ses deux branches se comporte de même pour chaque doigt. Chez les tétradactyles, il se divise en quatre branches.

Les usages du muscle sont de fléchir les phalanges les unes sur les autres et de concourir à la flexion du pied tout entier sur l'avant-bras. Par les brides fibreuses qui attachent son tendon en arrière du carpe et du paturon, par son passage aussi sur l'angle du boulet, il concourt puissamment à former la sorte de soupente qui s'oppose mécaniquement, pendant la station, à la fermeture de cet angle et aussi à l'affaissement de la région digitée tout entière; il supporte ainsi une portion du poids du corps.

2. — Bipède postérieur.

Os. — 1^o La première pièce osseuse du membre postérieur est complexe et de forme irrégulière. Elle est composée de trois os plats, distincts chez le fœtus, mais qui se soudent bientôt en un os unique appelé *Coxal*. Il résulte de l'union de l'*Ilium*, dont l'angle externe, muni

de fortes tubérosités, forme l'os de la hanche (fig. 10, I); du *Pubis* (R), qui constitue la moitié du plancher de la cavité du bassin; et enfin de l'*Ischium* (T) ou os de la fesse portant aussi en arrière de fortes tubérosités.

Ces trois pièces contribuent, par leur extrémité centrale, à la formation de la cavité articulaire dite *cotyloïde* (1), par laquelle le coxal s'articule avec l'os de la cuisse.

Le coxal est situé obliquement sur le côté de l'os de la croupe ou *Sacrum*. En bas, il se réunit avec son congénère, sur la ligne médiane, au moyen d'une suture cartilagineuse appelée *symphyse pubienne*.

2^o Le *Fémur* (J), os long, situé obliquement de haut en bas et d'arrière en avant, porte à son extrémité supérieure une *Tête* qui s'articule avec la cavité cotyloïde du coxal et une très grosse éminence appelée *grand Trochanter*, par opposition à une autre moins forte, située du côté opposé, au-dessous de la tête, et qui est le *petit Trochanter*. A l'extrémité inférieure, il existe deux *Condyles* à convexité postérieure, séparés par une profonde échancrure, au-devant et au-dessus de laquelle se trouve une gorge, poulie ou *Trochlée*. Les condyles répondent à l'extrémité de l'os de la jambe, la trochlée à la rotule.

3^o Le *Tibia* (K), os de la jambe, est un os long, prismatique, plus gros en haut qu'en bas, situé obliquement de haut en bas et d'avant en arrière. L'extrémité supérieure porte deux surfaces articulaires larges, régulières et ondulées, qui répondent aux condyles du fémur par l'intermédiaire de deux *Ménisques cartilagineux*, et, en avant, une tubérosité, à côté de laquelle se trouve une gorge. L'extrémité inférieure porte deux gorges profondes, obliques d'arrière en avant et de dedans en dehors, séparées l'une de l'autre par un tenon médian.

4^o Le *Péroné* (L) est un petit os allongé et en forme de stylet, situé en dehors du tibia et s'étendant depuis l'extrémité supérieure de cet os jusqu'à la moitié ou au tiers inférieur de son corps. Chez les Suidés c'est un os long

(1) En forme de coupe ou de cupule.

complet. La tête du péroné s'articule avec l'extrémité supérieure du tibia, au moyen d'une facette spéciale.

5° La *Rotule* (V), petit os court et très compact, polyèdre à trois faces, dont une, la postérieure, est articulaire et correspond à la trochlée de l'extrémité inférieure du fémur ; les deux autres, supérieure et antérieure, servent à l'insertion des muscles et des ligaments.

6° Le *Tarse*, première région du pied proprement dit, comporte deux rangées, comme le carpe, formées chacune de plusieurs os. La rangée supérieure en comprend deux :

L'*Astragale* (X), présentant supérieurement une demi-circonférence en forme de poulie, s'articule avec l'extrémité inférieure du tibia ; ses autres faces sont planés, pour s'articuler inférieurement avec les os de la rangée inférieure, et, en arrière, avec le second os de la supérieure.

Le *Calcanéum* (Y), os allongé, situé plus ou moins obliquement, os du talon de l'homme, correspond, chez les animaux, à la pointe du jarret ; son extrémité supérieure est le sommet du calcanéum ; son extrémité inférieure, renflée, porte en avant et en bas des surfaces articulaires, en regard de l'astragale et des os de la seconde rangée.

Ces derniers sont au nombre de quatre ou de cinq, suivant les cas, de forme cubique plus ou moins irrégulière et munis de facettes articulaires sur tous les côtés par lesquels ils se correspondent entre eux ou sont en rapport avec d'autres os.

A partir de ce point, les seules différences que présentent les os de la région digitée avec ceux du membre antérieur consistent en ce que le métatarsien principal est en général un peu plus long et plus régulièrement cylindrique que le métacarpien, et que la troisième phalange est plus petite et se rapproche davantage de la figure d'un V, chez les Équidés.

Articulations. — On appelle *Articulation sacro-iliaque* l'union du coxal et du sacrum. C'est plutôt une suture. Les surfaces qui la constituent sont situées sur les côtés et à la base du dernier os et à la face inférieure de l'angle interne de l'ilium. Les ligaments sont au nombre de quatre : un qui est composé de gros faisceaux fibreux, enveloppant

de toutes parts les surfaces dont il vient d'être parlé et s'attachant solidement aux empreintes qui les entourent ; un second, gros et court, qui va de l'angle interne de l'ilium sur l'épine sacrée ; un troisième, en forme de membrane triangulaire, qui s'attache sur le bord interne de l'ilium et sur le bord latéral du sacrum, en complétant la cavité du bassin en haut ; enfin un quatrième, qui remplit encore mieux cet office, large expansion membraneuse qui s'étend entre le sacrum et le coxal pour clore le vide qui sépare ces deux os et constituer la paroi latérale de la cavité pelvienne. La réunion des deux coxaux avec le sacrum forme ce qu'on appelle la *ceinture pelvienne*.

On donne aussi le nom d'articulation à l'union des deux coxaux entre eux sur la ligne médiane et inférieurement, dans la région du pubis, qui forme le plancher du bassin. C'est ce qui est appelé la *Symphyse ischio-pubienne*. Cette symphyse, qui ne persiste pas au-delà d'un certain âge, est constituée par un cartilage inter-osseux et par des faisceaux de fibres ligamenteuses s'étendant transversalement d'un os à l'autre. C'est une sorte de suture cartilagineuse qui s'ossifie constamment, chez le mâle, à l'époque de l'âge adulte.

La première jointure réelle du membre postérieur est l'articulation *Coxo-fémorale*, formée, d'un côté, par la cavité cotyloïde du coxal, et, de l'autre, par la tête du fémur, dont le sommet, arrondi régulièrement, y est exactement contenu. L'union entre les deux os s'établit d'abord, chez les Équidés, au moyen de deux ligaments en forme de corde, dont l'un, gros et court, va du fond de la cavité cotyloïde au sommet de la tête du fémur, et l'autre du bord antérieur du pubis à ce même endroit, en passant par l'échancrure que présente antérieurement le bord de la cavité. Ce dernier ligament manque chez les Bovidés. Un troisième ligament, capsulaire, en forme de manchon, enveloppe l'articulation et se fixe par l'une de ses extrémités autour de la tête du fémur, en dessous de la surface articulaire ; par l'autre, autour de la cavité cotyloïde, sur le sourcil qui la circonscrit et sur le fibro-cartilage qui la protège.

Les mouvements de cette articulation sont des plus variés et des plus étendus. La jointure coxo-fémorale permet en effet la flexion, l'extension, l'adduction, la circumduction et la rotation de la cuisse sur le bassin. L'abduction n'est possible que chez les Bovidés, à cause de la présence, dans les autres genres, du ligament sous-pubio-fémoral.

L'articulation *Fémoro-tibiale* est complexe. Elle s'établit entre les condyles du fémur, d'une part, et l'extrémité supérieure du tibia, de l'autre; puis entre la trochlée fémorale et la rotule. Nous avons déjà mentionné les ménisques inter-articulaires, fibro-cartilages en forme de coussinets interposés aux condyles du fémur et aux facettes tibiales, pour en assurer la coaptation.

Cette articulation est maintenue par de nombreux moyens d'union. Il y a d'abord cinq ligaments fémoro-tibiaux: deux latéraux, un externe, l'autre interne; un postérieur et deux inter-articulaires, logés dans l'échancrure inter-condylienne, croisés en X et s'insérant en haut au fémur, en bas au tibia.

Les ligaments rotuliens sont au nombre de quatre: trois en forme de corde, dont un externe, qui s'attache par l'une de ses extrémités à la tubérosité antérieure du tibia, et, par l'autre, à la face antérieure de la rotule; un interne, qui, partant du même point, va en dedans de la rotule; un médian, situé entre les deux autres. Le quatrième ligament rotulien est connu sous le nom de capsule fémoro-rotulienne. C'est une expansion membraneuse qui fixe la rotule au fémur et la maintient en place, tout en permettant son glissement.

L'articulation fémoro-tibiale est une charnière imparfaite, qui peut exécuter des mouvements d'extension et de flexion, et de rotation dans une mesure fort restreinte.

Les articulations du *Tarse* ou du *Jarret* sont nombreuses, ainsi qu'on s'en rendra facilement compte en songeant à la disposition des os qui composent cette région. Nous ne parlerons que d'une seule, qui est l'articulation *Tibio-tarsienne*, parce que sa connaissance est seule nécessaire. Les autres ne diffèrent pas essentiellement de celles du

carpe, et elles ont d'ailleurs la même fonction dans la sustentation.

Les moyens d'union de cette articulation sont constitués par sept ligaments, dont deux latéraux externes, trois latéraux internes, un antérieur et un postérieur, allant tous du tibia et du calcanéum aux métatarsiens.

La plupart de ces ligaments, dans la description particulière desquels il est inutile d'entrer ici, sont extrêmement forts, surtout les latéraux; l'antérieur est une expansion membraniforme qui protège seulement l'articulation, et qui est tapissée à sa face interne par la synoviale.

Le postérieur, qui s'étend sur le calcanéum, forme le fond de la coulisse tarsienne.

Il ne s'agit là que d'une simple charnière, permettant seulement des mouvements d'extension et de flexion. Mais ces mouvements sont tellement importants et répétés que, pour se conserver intacte, l'articulation du jarret a besoin d'être puissante par l'étendue de ses surfaces articulaires et par la solidité de ses moyens d'union. Sans cela, il s'y produit promptement des avaries, dépendant soit des parties molles, soit des parties dures.

Les tiraillements opérés sur celles-ci par les ligaments déterminent le développement de tumeurs osseuses, dont nous devons indiquer les noms vulgaires.

La tumeur est nommée *Éparvin*, quand la saillie osseuse est à la face interne du jarret, depuis la tête du métatarsien interne jusque sur la face interne de l'astragale; *Jarde* ou *Jardon*, aux faces externe et postérieure, au niveau de la tête du métatarsien latéral. Avant Bourgelat, les anciens hippiâtres donnaient à cette dernière tumeur le nom de *Courbe*, beaucoup plus pittoresque, parce qu'elle se traduit, en effet, par une courbure du profil postérieur de la région. Depuis Bourgelat, on appelle ainsi une tuméfaction très rare de la tubérosité interne de l'extrémité inférieure du tibia.

Les articulations des autres parties ne diffèrent point de celles du membre antérieur.

Muscles. — En outre des différences commandées par le nombre des doigts, et qui sont les mêmes que celles

déjà signalées pour le bipède antérieur, la musculature du bipède postérieur en présente, entre nos quatre grands genres, quelques autres, auxquelles, à notre point de vue, il n'y a pas lieu de s'arrêter.

Les premiers muscles qui se présentent à considérer sont ceux de la *Croupe* ou *Région fessière*. Épais et volu-

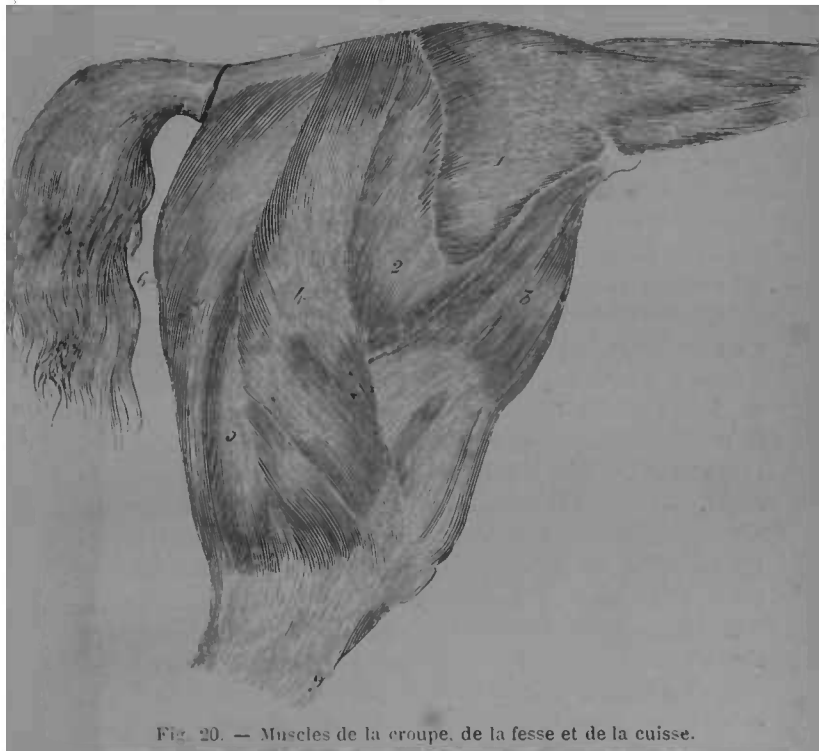


Fig. 20. — Muscles de la croupe, de la fesse et de la cuisse.

1, fessier moyen. 2, fessier superficiel. 3, muscle du fascia lata. 4, portion antérieure du long vaste. 5, portion postérieure du même; 5', demi-tendineux. 6, demi-membraneux.

mineux, ils sont au nombre de trois (fig. 20, 1 et 2). Le premier prend son origine à la fois à la surface de l'ilium, à la face interne d'une forte aponévrose dite fessière, qui se continue avec celle du grand dorsal en partant de

l'épine dorsale, s'attache à l'angle externe de l'ilium et à l'épine sus-sacrée; les autres ne s'attachent que sur l'ilium et aussi à la surface des ligaments membraneux qui unissent le coxal au sacrum. En bas, les trois muscles fessiers vont se terminer au *grand Trochanter*. On les nomme *grand, moyen et petit fessiers*.

De ces trois muscles, l'un est fléchisseur de la cuisse sur le bassin; les deux autres sont abducteurs et extenseurs lorsque leur point fixe est en haut; lorsque le point fixe est au fémur, ils font basculer le bassin sur cet os.

Deux muscles sont antagonistes des fessiers. L'un, le *grand psoas*, s'attache à la face inférieure des apophyses transversales des deux dernières vertèbres dorsales et de toutes les lombaires. Il se termine par un tendon qui va se fixer au *petit Trochanter*. Son corps charnu très long est exclusivement formé de faisceaux musculaires secondaires de faible diamètre. Il constitue ce qu'en boucherie on nomme le *filet*. L'autre, le *petit psoas*, ou *psoas ibiaque*, s'étale sur la face inférieure de l'ilium, où il s'attache, et va, lui aussi, se terminer au petit trochanter. Lorsque le point fixe de ces deux muscles est supérieur, ils sont l'un et l'autre fléchisseurs de la cuisse; lorsqu'il est inférieur, ils abaissent la tige vertébrale, dont les grands psoas déterminent la voussure quand ils agissent seuls. En ce sens, ils produisent, en agissant avec les ilio-spiraux, la rigidité de la même tige.

Les muscles de la *Cuisse* forment trois *Régions crurales*, une *antérieure*, une *postérieure* et la troisième *interne*.

La première, *Région crurale antérieure* ou *rotulienne*, comprend trois muscles situés en avant du fémur (fig. 20, 3), dont un qui s'attache sur l'angle externe de l'ilium, ou pointe de la hanche, et se termine en bas à une aponévrose divisée en plusieurs portions qui s'insèrent au fémur, à la rotule et à l'aponévrose fessière; l'autre, prenant naissance au coxal et au fémur, va s'insérer à la rotule; le troisième, enfin, va de l'ilium au fémur.

Ces trois muscles sont à la fois fléchisseurs de la cuisse et extenseurs de la jambe, en agissant sur celle-ci par

l'intermédiaire de la rotule, qu'ils attirent en haut, en la faisant glisser sur la trochlée fémorale.

La *Région crurale postérieure* comprend aussi trois muscles, qui comptent parmi les plus volumineux du corps. Ces muscles (4, 5, 6), qui entourent le fémur dans sa partie postérieure, s'attachent en haut à l'épine sus-sacrée, au ligament qui unit le sacrum à l'ischium, à la tubérosité de ce dernier os et à sa face inférieure ; ils vont se terminer à la rotule et à l'aponévrose qui enveloppe les muscles de la jambe, dite *aponévrose jambière*.

Les trois muscles de la région crurale postérieure sont à la fois extenseurs de la cuisse et fléchisseurs de la jambe, en agissant sur l'aponévrose jambière, lorsque leur point fixe est supérieur. Le point fixe étant, au contraire, en bas, ils font basculer le rachis sur les fémurs.

La *Région crurale interne* forme le plat de la cuisse. Elle se compose de dix muscles appliqués en trois couches superposées contre la face interne de la cuisse. Nous ne mentionnerons point particulièrement chacun de ces dix muscles ; cela n'aurait aucune utilité pour le but que nous avons eu vue. Nous nous contenterons de dire que ceux qui agissent sur les mouvements du membre s'attachent en haut sur le pubis et sur l'ischium, et en bas au fémur, à la rotule et à l'aponévrose jambière.

Les uns sont extenseurs, les autres fléchisseurs du fémur, mais tous sont adducteurs du membre ou tenseurs de l'aponévrose jambière.

Les *muscles de la jambe* sont au nombre de neuf, groupés autour de ses deux os, qu'ils recouvrent presque complètement, la face interne du tibia restant seule en rapport direct avec la peau. Ils sont entourés par l'aponévrose jambière, dont nous avons déjà parlé, et forment, comme ceux de l'avant-bras, deux régions, l'une antérieure, l'autre postérieure.

La *Région jambière antérieure* se compose de trois muscles que nous allons décrire sommairement.

1° L'*Extenseur antérieur des phalanges* (fig. 21, 4) s'attache en haut entre la trochlée et le condyle externe du

fémur, au moyen d'un tendon (4') ; sa partie charnue a la forme d'un gros fuseau et descend jusqu'au niveau du pli du jarret, où elle se continue par une corde tendineuse

maintenue par des brides transversales. Le tendon gagne la partie antérieure du canon (4''), pour se comporter ensuite comme celui du muscle correspondant du membre antérieur, c'est-à-dire s'insérer au sommet de la troisième phalange.

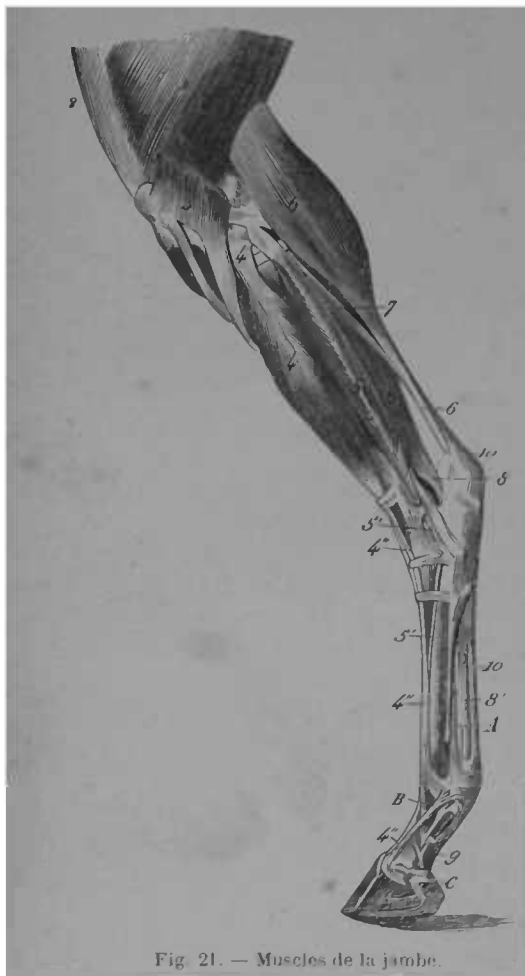


Fig. 21. — Muscles de la jambe.

1, vaste interne. 2, droit antérieur de la cuisse. 3, insertion du long vaste sur le ligament rotulien externe. 4, extenseur antérieur des phalanges ; 4', tendon d'origine de ce muscle ; 4'' tendon terminal du même. 5, extenseur latéral des phalanges ; 5', son tendon. 6, jumeaux de la jambe ; 6', tendon de ces muscles, dit tendon

d'Achille. 7, soléaire. 8, perforant ; 8' tendon de ce muscle. 9, gaine phalangienne. 10, perforé. A, ligament suspenseur du boulet, B, bride envoyée au tendon de l'extenseur antérieur. C, cartilage latéral de la troisième phalange.

2° L'*Extenseur latéral des phalanges* (5) s'attache en haut sur le ligament externe de l'articulation fémoro-tibiale, puis sur toute l'étendue du péroné. Il donne naissance en bas à un tendon (5') qui glisse sur le côté externe du tarse, enveloppé dans une gaine fibreuse très solide, et va finalement s'unir à celui de l'extenseur antérieur, vers le milieu de la région métatarsienne (5'').

Ces deux muscles sont ainsi nécessairement solidaires dans leur action. Ils étendent les phalanges et fléchissent le pied tout entier sur la jambe.

3° Le *Fléchisseur du métatarse*, qui n'est pas visible sur la figure, est situé sous l'extenseur antérieur, et appliqué contre la face externe du tibia. Il se compose dans toute son étendue de deux portions distinctes, l'une charnue, l'autre tendineuse. La portion charnue prend son origine à la partie supérieure du tibia, et se termine en bas par un tendon divisé en deux branches qui s'insèrent de chaque côté du jarret, sur les os de la seconde rangée de tarse, et à la partie supérieure du métatarsien. La portion tendineuse est une forte corde fibreuse, qui s'insère solidement en haut à la partie inférieure du fémur, puis passe dans la gorge située à côté de la tubérosité tibiale ; en bas, elle se divise en deux branches, l'une large, qui s'insère en avant de l'extrémité supérieure du métatarsien principal ; l'autre, plus étroite, qui se dévie en dehors pour s'attacher à l'un des os de la seconde rangée du tarse.

Cette corde tendineuse a une action nécessairement toute passive. Elle plie mécaniquement le jarret lors de la flexion du fémur, en transmettant au pied les mouvements de cet os, tandis que la portion charnue agit activement dans le même sens.

La *Région jambière postérieure* comprend six muscles, dont nous ne mentionnerons que les principaux.

Le plus superficiel (6), formé de deux corps charnus renflés, qui lui ont fait donner le nom de *Jumeaux de la jambe*, ou *gastrocnémiens*, correspond exactement aux muscles du mollet de l'homme. Ces deux corps prennent leur origine de chaque côté des condyles du fémur et au-

dessus. Ils se terminent à un tendon unique (6), appelé *Tendon d'Achille* chez l'homme, et *Corde du jarret* chez l'Équidé, qui reçoit celui d'un autre petit muscle grêle (7), puis va s'insérer à la partie postérieure du sommet du calcanéum.

Les jumeaux de la jambe, lorsqu'ils se contractent, étendent le pied tout entier sur le tibia. Quand le membre est soulevé, ils agissent par un levier du premier genre. Le pied posant, au contraire, sur le sol, leur action se produit au moyen d'un levier inter-puissant ou du second genre, le point d'appui étant en bas et la résistance en haut, représentée par le poids du corps. Dans la station, ils maintiennent l'angle tibio-tarsien.

Les fléchisseurs des phalanges sont analogues, quant à la disposition de leurs cordes tendineuses, à ceux du membre antérieur. Il serait donc inutile de les décrire dans leur trajet sur la région du pied. On les voit sur la figure aux chiffres 8', 9, 10, ainsi que le ligament suspenseur du boulet A et la bride B, que le perforé envoie en avant de la première phalange. Mais dans la région de la jambe, ils présentent des particularités qu'il est bon d'indiquer.

Le *Fléchisseur profond*, ou *Perforant* (8), occupe le vide entre la face postérieure du tibia et le tendon des jumeaux. Sa partie charnue, épaisse et prismatique, s'attache à cette même face postérieure, à la tubérosité externe et supérieure de l'os, au péroné et au ligament qui unit celui-ci au tibia. Cette partie charnue se termine au-dessus de l'extrémité inférieure du tibia par un fort tendon qui s'engage dans la coulisse formée par la face interne du calcanéum, où il se trouve maintenu par une arcade fibreuse en forme de gaine, qui est la *Gaine tarsienne*. C'est la synoviale de cette gaine qui, en se remplissant de liquide séreux, lorsqu'elle a été irritée à la suite d'efforts disproportionnés, donne naissance à la tumeur molle du jarret connue sous le nom de *Vessigon tendineux*, le *Vessigon articulaire* étant dû, lui, à l'hydro-pisie de la synoviale de l'articulation tibio-tarsienne.

A partir de là, le tendon du perforant se comporte en-

suite absolument comme celui du membre antérieur. Il reçoit, lui aussi, une lanière fibreuse provenant du ligament tarsien postérieur, dite *bride tarsienne*, moins forte, toutefois, que la bride carpienne du perforant antérieur.

Le *Fléchisseur superficiel*, ou *Perforé* (10), prend son origine, par son extrémité supérieure, dans la fosse qui se trouve située à l'extrémité inférieure du fémur, entre les deux condyles, par une corde tendineuse seulement munie de quelques faisceaux musculaires dans une faible partie de son étendue. Cette corde descend entre les deux jumeaux, accolée à l'externe, sur la face postérieure de l'articulation fémoro-tibiale, pour se placer ensuite au côté interne de leur tendon, puis à sa face postérieure, et gagner ainsi le sommet du calcanéum ; là il s'élargit en forme de calotte fibreuse moulée sur l'éminence, et il y est muni d'une synoviale qui, en se distendant, donne naissance au *Capellet*. De là, le tendon du perforé gagne la face postérieure de celui du perforant, en arrière du canon, et comme lui se comporte exactement à la manière de celui du fléchisseur correspondant du membre antérieur.

Il n'y a rien à dire du *Fléchisseur oblique*, dont le tendon vient s'unir à celui du perforant, vers le tiers supérieur de la région métatarsienne.

3. — Statique du quadrupède.

Définition. — Les dispositions d'après lesquelles les membres accomplissent leur fonction de soutien sont improprement appelées aplombs. Ce sont les conditions statiques de la machine animale. Elles ont une très grande importance, au point de vue de sa conservation, car elles déterminent la répartition des pressions ou des charges entre les surfaces articulaires et les muscles.

Les parties situées dans la direction verticale ne sont donc point les seules à considérer. Les articulations angulaires des leviers des membres sont de beaucoup celles qui travaillent le plus. Par conséquent, l'ancienne expression d'aplombs doit être abandonnée. On se conforme

mieux à la vérité en disant qu'il s'agit des conditions normales de la meilleure direction des leviers osseux des membres.

Sustentation. — La première fonction de ces membres est de soutenir la masse du corps en station ou dans l'attitude du repos. Dans cette attitude, les membres ne sont point passifs. Alors les muscles ne cessent point de fonctionner. Les extenseurs sont dans un état de tension qui maintient les angles articulaires à leur degré normal d'ouverture. S'il en était autrement, ces angles se fermentaient, et la masse du corps tomberait immédiatement sur le sol, obéissant à la pesanteur. C'est ce qui arrive dès que, par une lésion de leurs nerfs, les muscles des membres sont paralysés.

Il y a donc production indiscontinue d'un certain travail, ou dépense d'une certaine somme d'énergie. La quantité de ce travail est en raison inverse de la part de poids qui, d'après les dispositions du membre, incombe à ses organes passifs, c'est-à-dire aux leviers osseux.

Cela montre à quel point il importe que la répartition en soit faite d'après les conditions reconnues comme les plus favorables, dans l'état statique du corps.

Base de sustentation. — Chez le quadrupède, la base de sustentation est représentée par les lignes qui réunissent entre eux les points d'appui des quatre pieds. L'espace que ces lignes circonscrivent, ou la figure qu'elles représentent, est un parallélogramme, rectangle dans le cas de la perfection. Sur un point de sa surface tombe toujours la verticale passant par le centre de gravité du corps. Le lieu de ce point, dans la station, n'est pas indifférent. Il détermine le mode de répartition du poids du corps entre les deux bipèdes antérieur et postérieur, constitués pour supporter des masses très différentes, et accuse la surcharge de l'un ou de l'autre, en cas de dispositions anormales. Normalement, il est situé un peu plus près de l'antérieur que du postérieur.

Lignes d'aplomb. — Les anciens hippologues avaient adopté, pour déterminer les bonnes conditions de direction des membres du cheval (pour lequel, en réalité, ces

choses ont seulement de l'intérêt, en sa qualité de machine motrice), et pour leur opposer les diverses conditions vicieuses ou défectueuses, ce qu'ils ont appelé des *lignes d'aplomb*. Le défaut de précision et même d'exactitude de la méthode fondée sur l'emploi de ces lignes a rendu nécessaire de l'abandonner et de la remplacer par une autre (1) qui atteint la rigueur mathématique. Celle-ci a pour base une loi fondamentale de la mécanique animale, qui va être d'abord exposée.

Loi de parallélisme des leviers. — Chacun des leviers osseux faisant partie des membres, quelle que soit sa forme, est théoriquement représenté par la droite qui joint les deux centres articulaires de l'os, c'est-à-dire les deux points centraux de ses surfaces articulaires. La droite dont il s'agit est ainsi un véritable pendule, oscillant, lors des mouvements du membre, autour de l'un ou de l'autre de ces points, ou des deux successivement, en décrivant des arcs de cercle d'une étendue proportionnelle à sa longueur, et en parcourant, par conséquent, une certaine aire.

Les corrélations anatomiques sont telles que dans un organisme normal tous ces leviers théoriques dirigés dans le même sens sont exactement parallèles entre eux : les obliques avec les obliques, les verticaux avec les verticaux. Les plans verticaux sur lesquels se trouvent normalement situés les bipèdes latéraux, ou l'antérieur et le postérieur, sont de même parallèles entre eux ; en telle sorte que ces leviers prolongés se rencontrent nécessairement quand ils sont obliques en des sens inverses.

C'est ce que nous nommons la *Loi de parallélisme des leviers*, qui a pour corollaire obligé la *Loi de similitude des angles* formés au point d'intersection résultant de la prolongation des leviers obliques en des sens opposés.

Cette similitude des angles avait été déjà remarquée

(1) A. SANSON, art. *APLOMB* du *Nouveau Dictionnaire pratique de médecine, de chirurgie et d'hygiène vétérinaires*, t. I, 1856. Paris, Asselin et Houzeau.

par le général Morris, et considérée par lui comme réalisant la perfection.

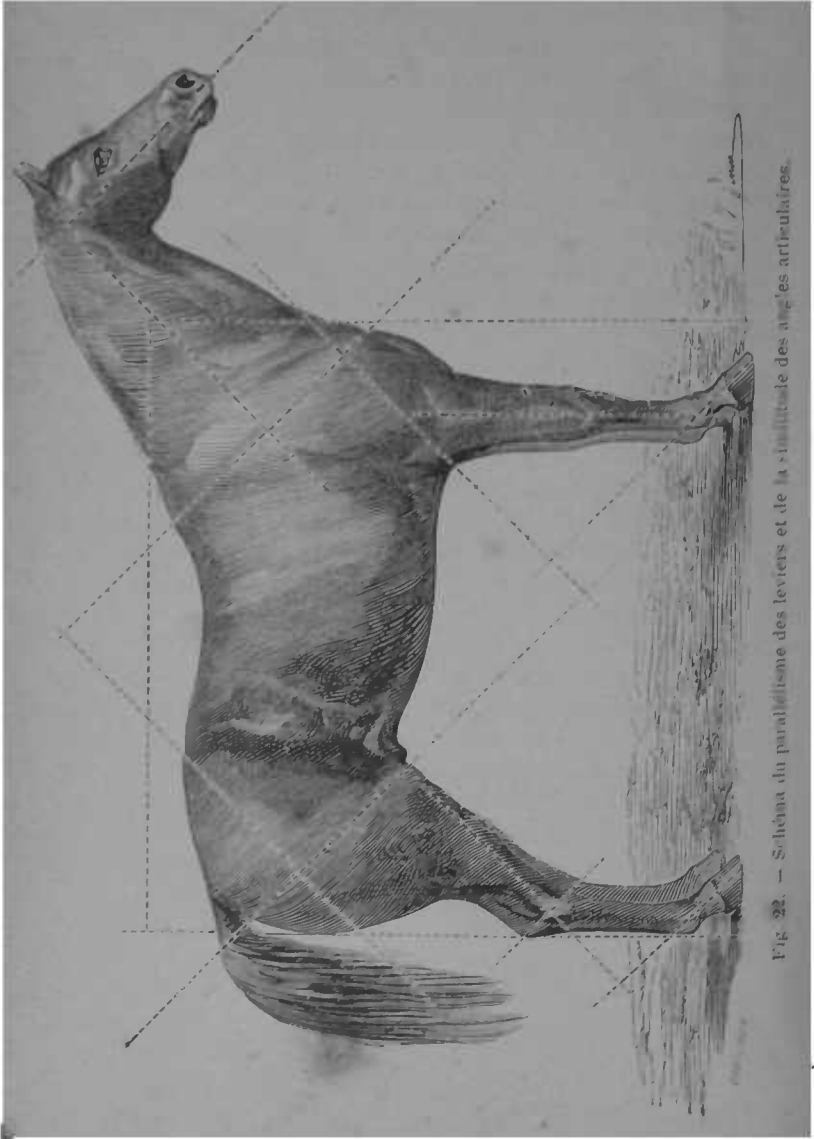


Fig. 22. — Schéma du parallélisme des leviers et de la similitude des angles articulaires.

Conditions de la perfection statique. — Le parallélisme des leviers et la similitude des angles témoignent d'une disposition normale ; mais cela ne peut suffire pour réaliser les meilleures conditions statiques de l'appareil locomoteur. Il est facile de comprendre que dans le cas d'angles droits ou de 90° , les pressions exercées, d'une part, sur les articulations angulaires, et, de l'autre, sur les puissances musculaires, par le poids du corps, se trouvent également réparties, et par là conformes aux résistances normales. Il est clair, en outre, que pour la même force déployée, la fermeture des angles est d'autant plus facile et plus prompte qu'ils sont moins ouverts. La perfection à la fois statique et cinématique se trouve ainsi réalisée.

Le schéma que nous représentons ici (fig. 22) donne l'image des conditions de cette perfection. Il servira de guide pour s'exercer le coup d'œil dans la détermination de la meilleure disposition des membres, sur le cheval vivant, détermination dont l'habitude s'acquiert facilement. Nous devons le prendre pour point de comparaison, dans l'appréciation de ce qu'on appelle vulgairement les aplombs défectueux.

Aurait-on pu croire qu'il fût nécessaire de faire remarquer que ce schéma est purement théorique et idéal, conséquemment que la réalité objective s'en rapproche plus ou moins, sans jamais l'atteindre vraisemblablement ? Toutes les objections fondées sur l'observation qui lui ont été opposées tombent donc par cela seul. Elles sont à côté du sujet.

Dispositions vicieuses. — Les leviers inférieurs du membre peuvent être obliques par rapport au plan médian vertical, et l'obliquité se montrer dans deux sens opposés.

Si elle existe de haut en bas et de dedans en dehors, l'animal est dit *Panard*, et, dans ce cas, le pied est écarté en dehors, ce qui donne au bipède antérieur un aspect divergent.

Lorsque cette disposition vicieuse existe au bipède postérieur, elle entraîne le rapprochement des pointes du

jarret et leur déviation en dedans Le cheval est dit alors *Jarretier*, *Crochu*, ou *Clos du derrière*.

Quand l'obliquité du pied est, au contraire, de haut en bas et de dehors en dedans, l'animal est *Cagneux*.

Aux membres postérieurs, cela détermine l'écartement des pointes du jarret, et fait le cheval *Ouvert du derrière*.

Dans les deux cas, on voit facilement que les leviers inférieurs sont déviés et qu'ils pourraient être prolongés indéfiniment, sans jamais rencontrer ceux des leviers supérieurs dirigés en sens contraire.

Les leviers normalement verticaux peuvent aussi être déviés de la ligne d'aplomb.

Quand, au membre antérieur, ils sont devenus obliques l'un par rapport à l'autre, en formant un angle plus ou moins ouvert à l'articulation du genou, la déviation prend un nom différent, suivant que cet angle est ouvert en avant ou en arrière.

Le premier cas est toujours congénital ou naturel. On dit alors vulgairement que le cheval a le *Genou effacé* ou le *Genou de veau*.

Dans le second cas, s'il s'agit d'une disposition originelle, l'animal est *Brassicourt* ; si la difformité est acquise par l'usure, le cheval est *Arqué*.

Ce dernier vice, dépendant d'un raccourcissement des tendons fléchisseurs des phalanges, s'accompagne toujours d'un autre, qui consiste dans le redressement du paturon et l'ouverture consécutive de l'angle formé par l'articulation du boulet ; la première phalange peut même, dans certains cas extrêmes, dépasser en avant la verticale. C'est cette disposition, à divers degrés, qui fait le cheval *Bouleté*. Elle diminue considérablement la solidité des membres et occasionne de fréquentes chutes sur les genoux, qui, lorsqu'ils en conservent des traces, sont dits *Couronnés*.

La base de sustentation peut être allongée ou raccourcie par la déviation des leviers verticaux de l'un ou des deux bipèdes antérieur et postérieur, soit en avant, soit en arrière du plan vertical.

Si la déviation est en arrière, le cheval est dit *Sous lui du devant*, pour le train antérieur; *Campé du derrière*, s'il s'agit du train postérieur; *Campé du devant*, ou *Sous lui du derrière*, si la déviation est pour les deux bipèdes. Dans le cas de convergence des deux plans, le cheval est dit purement et simplement *Sous lui*, et *Campé* dans le cas de divergence.

4. — Cinématique du quadrupède.

Allures. — La marche ou le déplacement de la machine animale s'exécute de plusieurs façons, qu'on nomme des allures. Les allures sont les modes divers suivant lesquels s'accomplissent les mouvements coordonnés des membres, pour déplacer la masse du corps, pour la porter en haut, en avant ou en arrière.

Ces mouvements s'exécutent par la mise en jeu de toutes les puissances motrices des membres, et ils exigent une dépense de force musculaire qui est en rapport avec la vitesse du déplacement, ainsi qu'avec le degré d'instabilité ou de stabilité de l'équilibre de la machine animale. Les conditions d'équilibre dépendent elles-mêmes de la position du centre de gravité.

Dans la machine locomotive, on entend par allure la vitesse de la marche. Dans la machine animale, il n'en est pas tout à fait ainsi. Ses diverses allures ont généralement des vitesses différentes, mais non point nécessairement.

La machine animale marche en avant à trois allures naturelles, qui sont celles du *pas*, du *trot* et du *galop*. Les autres, qui seront définies plus loin, ainsi que ces dernières, sont considérées comme artificielles.

L'allure du pas et celle du trot peuvent avoir la même vitesse; celle du galop peut aussi avoir la même vitesse que celle du trot ou réciproquement.

Les allures de la machine animale sont donc caractérisées seulement par la manière dont s'exécutent les mouvements coordonnés des membres, dans ses déplacements en un sens quelconque, mais principalement en avant.

Impulsion en avant. — Une erreur souvent commise consiste à croire que dans la machine quadrupède la marche en avant résulte simplement des mouvements des deux bipèdes antérieur et postérieur unis entre eux par une tige rigide, que l'un tirerait, tandis que l'autre la pousserait, à la manière de deux hommes s'emboîtant le pas. Quelle que soit l'allure de la marche en avant, le centre de gravité du corps ne peut être déplacé que par l'action seule des puissances musculaires des membres postérieurs, action qui se transmet à la tige vertébrale par la suture sacro-iliaque. Cette tige, poussée en avant, entraîne dans son propre mouvement tout le reste du corps. L'intensité de ce mouvement, ou le chemin parcouru par le centre de gravité, dans le sens horizontal, dépend de celle de l'effort déployé par les puissances musculaires. Elle est proportionnelle à celui-ci. Les déplacements des membres n'étant point précédés par l'impulsion que reçoit ainsi le centre de gravité, ces membres ne pourraient que revenir à leur place primitive, exécutant de la sorte un simple piétinement.

Le corps en station sur ses quatre colonnes de soutien, qui sont, comme nous l'avons vu, des colonnes brisées et articulées, est dans un état d'équilibre plus ou moins instable. Cet état dépend de la situation de son centre de gravité, d'après laquelle le poids se répartit plus ou moins inégalement entre ses bipèdes. Un effort quelconque, mais évidemment proportionnel au poids total du corps, suffit pour rompre l'équilibre. Voici comment cet effort se produit et comment il agit.

Selon son intensité nécessaire, il est déployé par les deux membres postérieurs à la fois ou par un seul. Comme le mécanisme est le même pour chacun dans les deux cas, nous pouvons sans inconvénient n'en considérer qu'un seul.

Dans la station, nous le savons, les angles que forment à leurs articulations les leviers de ce membre sont maintenus à leur degré normal d'ouverture par la tension des muscles extenseurs. Les quatre colonnes de soutien conservent ainsi leur longueur normale. Que les extenseurs du

membre postérieur viennent à se raccourcir par une contraction brusque, aussitôt les angles s'ouvriront, et le membre serait allongé, s'il ne rencontrait aucun obstacle.

Ici il y en a deux, situés à chacune de ses extrémités. A l'extrémité inférieure il y a la résistance plus ou moins grande du sol, sur lequel le membre prend son appui; à l'extrémité supérieure, celle qu'oppose une partie du poids du corps. L'effort agit nécessairement sur ces deux résistances et se partage entre elles, suivant leurs intensités relatives. Si le sol cède, l'extrémité inférieure du membre, ou le sabot, s'y enfonce d'une quantité variable. S'il est assez rigide pour réagir complètement, aucune partie de l'effort d'allongement du membre n'est consommée à son extrémité inférieure; la totalité reste disponible pour agir à l'extrémité supérieure. C'est pourquoi les efforts d'impulsion sont toujours plus efficaces sur une voie ferme solidement empierrée ou pavée que sur une voie meuble.

Cet effort d'allongement, agissant à l'extrémité supérieure du membre, dans l'articulation coxo-fémorale, tend à soulever le coxal solidement attaché à la tige vertébrale par la suture sacro-iliaque. Le coxal est fixe. Le levier que représente son ilium est oblique en sens inverse de celui du fémur, c'est-à-dire de bas en haut et d'arrière en avant. Étant fixe, il ne peut basculer. L'impulsion qu'il reçoit en ce sens ne peut donc

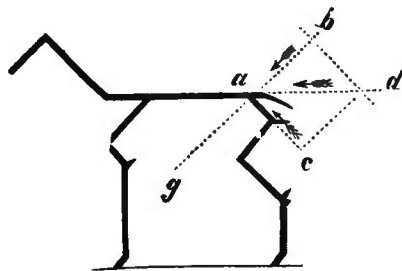


Fig 23. — Schéma de l'impulsion en avant.

être que transmise par lui à la tige vertébrale. Celle-ci serait soulevée sans la résistance de la pesanteur. Cette dernière agit, de son côté, dans le sens d'une droite qui joint le centre de gravité (fig. 23) au point *a* et sa force peut conséquemment être représentée par la ligne *b a*, angulaire par rapport à *c a*, représentant l'effort d'impulsion. Dès lors la tige

vertébrale ne peut que se déplacer dans le sens de la diagonale d du parallélogramme construit avec les deux forces angulaires a , b , a , c , qui est horizontale.

L'impulsion est plus ou moins forte selon l'intensité des efforts musculaires qui la produisent. Il suffit, pour constater ces efforts, de fixer son attention sur les régions de la cuisse et de la jambe au moment où l'impulsion se donne, notamment sur le *facia-lata* et le *triceps crural*. On voit alors nettement, sous la peau, ces muscles se contracter avant qu'aucun déplacement du membre ne se soit produit.

La tige vertébrale, ainsi poussée en avant, se déplace d'une quantité variable qui est proportionnelle à l'intensité de l'impulsion et qui détermine le mode de l'allure. Dans tous les cas, la stabilité de la machine est détruite. Si les membres ne changeaient pas leurs points d'appui sur le sol, la perpendiculaire abaissée du centre de gravité ne tomberait plus sur la base de sustentation, mais bien en dehors et en avant, ce centre de gravité ayant été lui-même porté dans cette direction par le déplacement de la tige vertébrale. L'équilibre serait alors rompu, et il y aurait chute du corps sur le sol, le corps roulant sur les surfaces sphériques des articulations scapulo-humérales et coxo-fémorales. Pour l'éviter, l'animal rétablit instinctivement sa base de sustentation, en portant en avant ses membres d'une quantité proportionnelle au déplacement du centre de gravité.

Ce qui se passe alors est au fond identique à ce qui se produit pour la machine montée sur des roues. La différence n'est qu'apparente. Entre les rayons ou les rais de la roue et le membre du quadrupède il y a parité de rôle. Seulement les divers rais de la roue viennent successivement occuper la situation verticale, à mesure qu'elle tourne et que la machine avance, passant d'une situation oblique à cette situation verticale, entraînés par le mouvement de rotation du moyeu auquel ils sont fixés, tandis que dans la machine animale c'est le membre, représentant un rai unique, qui par ses mouvements propres vient reprendre la situation verticale quand il l'a perdue pour devenir

oblique. Il se fléchit pour quitter l'appui et s'étend ensuite, après s'être porté en avant d'une certaine quantité, qui dépend principalement de sa longueur, exactement comme il en est pour la roue, dont le chemin parcouru est proportionnel à son diamètre ou à la longueur des rayons.

Cela s'applique particulièrement au bipède antérieur, dont le rôle est exclusivement de servir de colonnes de soutien, comme celui du bipède postérieur est principalement de donner l'impulsion à la machine.

L'analyse minutieuse des diverses positions par lesquelles passent les leviers du membre dans l'exécution de ces mouvements est certainement intéressante à la fois pour les peintres d'animaux et pour les pathologistes. Au point de vue zootechnique, il y a pas à s'en occuper.

La comparaison de la marche du quadrupède avec celle de deux hommes se suivant et rendus solidaires par une tige rigide est admissible en ce qui concerne l'ordre de déplacement des membres. Elle ne l'est plus dès qu'il s'agit soit de l'impulsion, soit du sens des déplacements du centre de gravité. De deux hommes ainsi couplés, celui qui marche devant peut aussi bien entraîner l'autre qu'il peut être poussé par celui-ci, de même qu'ils peuvent additionner leurs efforts. Chacun, en outre, élève son propre centre de gravité avant de le faire avancer, tandis que celui du quadrupède reste à la même hauteur. Chez le quadrupède, le bipède antérieur reçoit l'impulsion ; il est incapable de la donner. On comprend mal que certains physiologistes aient affirmé le contraire. Ils n'ont pas pris garde qu'ici les forces ne seraient plus angulaires, mais antagonistes et que par conséquent leur effet serait nul.

C'est ce bipède toutefois qui seulement détermine, par la longueur et par la situation de ses leviers, dans les conditions normales, le chemin parcouru dans l'exécution de chacun des mouvements. L'animal, lorsqu'il marche sans autre résistance que celle du poids de son corps, mesure instinctivement l'impulsion qu'il se donne à ce qui est nécessaire pour que son bipède antérieur, quand il a exécuté les mouvements dont nous venons de parler et se retrouve

en situation verticale, lui assure une station solide, en équilibre stable. On peut donc, jusqu'à un certain point, à puissance musculaire égale, apprécier la vitesse possible des allures, en ne considérant que l'étendue des mouvements dont le bipède antérieur est capable.

L'effet utile des puissances musculaires des membres dépend, lui aussi, de la disposition des leviers. L'effort déployé est en fonction du plus grand diamètre des muscles. Quand cet effort est employé à mouvoir un membre, il agit d'abord en fermant ses angles d'une quantité de degrés qui est proportionnelle, non pas au diamètre du fléchisseur, mais bien à sa longueur, le raccourcissement maximum de celui-ci étant toujours une fraction fixe de cette longueur. Le chemin parcouru par l'extrémité du levier osseux mis en mouvement par la contraction musculaire sera conséquemment à la fois en raison de sa propre longueur et du sinus de l'angle qu'il forme à son point fixe. Il s'agit de faire passer cet angle à l'état aigu. Plus se réduit en ce sens son ouverture, plus l'effet utile est grand. Celui-ci sera donc d'autant plus grand, à puissance musculaire égale, que l'angle sera normalement moins ouvert.

C'est pourquoi la disposition des leviers osseux que nous avons considérée comme réalisant la perfection statique (fig. 22) réalise aussi la perfection cinématique. L'inclinaison à 45° , qui donne des angles droits aux points d'intersection de ces leviers obliques en sens opposé, n'est jamais, à notre connaissance, dépassée dans les conditions naturelles. Plus la disposition s'en éloigne, moins l'effet utile des puissances musculaires est grand.

Il y a en outre une corrélation nécessaire entre le degré d'inclinaison des leviers et leur longueur. Cela est évident, par exemple, pour celui de l'épaule, ainsi que pour celui du bras. Ces deux leviers ne peuvent pas former ensemble un angle de 90° à l'articulation scapulo-humérale sans être l'un et l'autre plus longs que si l'angle était de 100° ou de 120° , c'est-à-dire obtus. Dans le langage vulgaire, épaule courte signifie en même temps épaule peu inclinée ou droite. A taille égale de l'animal, les leviers osseux des membres sont donc d'autant plus longs néces-

sairement qu'ils sont plus obliques. Il faut ajouter qu'en raison des corrélations anatomiques, la longueur des os commande aussi celle des muscles qui les entourent, et par conséquent l'étendue des mouvements.

Ce qui vient d'être dit implique que l'intensité de l'impulsion est réglée seulement par la disposition des leviers, comme cela se montre dans les conditions normales. Il y a une réserve à faire pour le cas où cette impulsion est instinctivement restreinte, afin de ménager la sensibilité des tissus contenus dans le sabot. Cette sensibilité, rendue anormale ou exagérée par un sabot resserré, est impressionnée d'autant plus douloureusement que le choc de l'appui sur le sol est plus violent. La violence de ce choc est proportionnelle à la vitesse ou à la distance de la chute. Pour l'atténuer et modérer ainsi l'impression douloureuse, l'animal réduit au minimum son impulsion et ménage de la sorte ses moyens de locomotion.

Effort de traction. — Lorsque le quadrupède donne, comme on vient de le voir, l'impulsion à son corps, que celui-ci ait ou non à porter une charge posée sur son dos, l'effort nécessaire pour déplacer son centre de gravité ne dépasse que bien rarement celui que peuvent déployer les muscles extenseurs de la jambe, les muscles qui ouvrent les deux angles fémoro-tibial et tibio-tarsien. Pour que cet effort se produise, les quatre membres peuvent rester dans l'attitude de station normale. Il ne dépasse pas la valeur d'une faible fraction du poids du corps, du moment qu'il s'agit de la marche horizontale ou à peu près.

De même en est-il dans le cas où ce même quadrupède doit entraîner ou tirer une charge à laquelle il est attelé, pourvu que la résistance se maintienne dans la même mesure. Mais s'il en est autrement, si la traction de la charge, si la résistance à vaincre exige un effort beaucoup plus grand, cet effort allât-il, comme dans des cas qui se présentent souvent pour les limoniers, jusqu'à une valeur égale, sinon supérieure, à celle de leur propre poids, alors les choses se passent différemment : un plus grand nombre de muscles doivent intervenir, et leur action doit être favorisée par des attitudes particulières.

Dans ce cas, aux muscles indiqués plus haut se joignent ceux qui étendent le fémur sur le coxal, c'est-à-dire les fessiers agissant sur le trochanter, et préalablement les fléchisseurs pour fermer les angles, en telle sorte que les contractions prolongées et répétées des extenseurs aient plus de champ pour déployer leur effort total. En outre, le bipède antérieur se fléchit un peu, lui aussi, avec ses muscles en tension, pour se cramponner en quelque sorte au sol, en portant en avant le centre de gravité du corps, afin de donner au système mécanique des points d'appui plus solides, quoique moins étendus.

Dès que la résistance est vaincue par l'effort excessif ainsi produit, la station reprend ses attitudes normales. Les modifications qu'elle a subies sont exactement proportionnelles à l'intensité de cet effort d'impulsion, que l'on appelle ordinairement effort de traction ou encore coup de collier.

C'est l'observation du mécanisme particulier de cet effort excessif de traction, auquel, comme nous venons de le montrer, le bipède antérieur semble prendre part, qui a vraisemblablement induit en erreur ceux qui attribuent à ce bipède, dans l'impulsion en avant, un rôle que ses dispositions anatomiques ne comportent point.

Déplacements latéraux du centre de gravité.

— Dans les mouvements qu'exécute le quadrupède pour changer la situation de son corps, l'impulsion est toujours donnée, selon le mécanisme précédemment exposé, par l'un ou par l'autre des membres postérieurs, ou par les deux à la fois. Pour la marche en avant à une allure quelconque, les membres des deux bipèdes antérieur et postérieur se déplacent ensuite, suivant un certain ordre, qui a son déterminisme comme tous les phénomènes naturels. Cet ordre est déterminé par la position du centre de gravité du corps, au moment où le déplacement va se produire.

Lorsque le quadrupède est en station normale, tous ses leviers dirigés dans le même sens sont parallèles entre eux, comme nous l'avons vu (fig. 22), y compris ceux de l'encolure et de la tête, qui forment, eux aussi, un angle

à leur articulation. Dans ce cas le centre de gravité occupe un point sur le plan médian du corps et plus près du bipède antérieur que du postérieur (*g*, fig. 23). Le premier de ces bipèdes est ainsi plus chargé que l'autre, ce qui favorise sans doute la fonction impulsive du dernier. Mais le poids se répartit également entre les deux membres de chaque bipède.

Il est clair que le moindre déplacement de l'encolure, produit par la contraction de ses muscles extenseurs ou fléchisseurs, et entraînant celui de la tête, suffira pour changer les conditions de la répartition.

Si la tête s'élève par l'extension de l'encolure, le centre de gravité sera reporté en arrière, et d'autant plus que l'extension aura été plus grande ; si elle s'abaisse par la flexion, il se rapprochera davantage du bipède antérieur ; si elle est portée à droite ou à gauche par la flexion de l'encolure vers l'un ou l'autre côté, le centre de gravité ira du même côté, et le membre droit ou le gauche du bipède antérieur se trouvera ainsi surchargé, tandis que l'autre aura sa charge allégée d'autant.

Si un mouvement ou un déplacement des membres est nécessaire dans ces conditions, ce mouvement, en raison de la loi de moindre résistance, sera exécuté par celui des deux dont la charge exigera le moindre effort. L'encolure étant inclinée à gauche, par exemple, c'est le membre antérieur droit qui se soustraira le premier à l'appui.

L'encolure est donc, dans la machine animale, un véritable régulateur, un véritable gouvernail des mouvements coordonnés des membres ou des allures, par cela seul qu'elle détermine les déplacements latéraux du centre de gravité. Et c'est pourquoi, dans la marche du quadrupède, l'encolure exécute sans cesse des oscillations latérales que suit nécessairement la tête.

Mouvements coordonnés. — L'étude de ces mouvements ne nous intéresse qu'en ce qui concerne les Équidés, principalement utilisés comme moteurs. Leur mode d'exécution a été longtemps un objet de controverse entre les auteurs. Il existe à ce sujet entre les hippologues et les physiologistes vétérinaires de nombreuses dissidences.

C'est que la rapidité des mouvements partiels en rend le plus souvent l'analyse exacte fort difficile, lorsque, pour en déterminer l'ordre de succession ou le rythme, on s'en rapporte aux impressions visuelles ou auditives. En se posant sur le sol, après avoir été levés successivement ou simultanément, les sabots y impriment une trace qui est dite *foulée*, ou font entendre un bruit appelé *battue*. Les foulées se voient facilement; mais quand il s'agit de suivre, dans les allures vives, les mouvements des membres, il y a entre eux des intervalles tellement petits, que l'œil ou l'oreille les plus habiles sont souvent impuissants à les bien saisir.

En appliquant à l'analyse des principales allures du cheval la méthode graphique à laquelle son ingéniosité mécanique a fait faire tant de progrès, Marey a résolu définitivement les principales questions litigieuses. Il en reste encore cependant sur lesquelles ses élèves continuent des recherches et qui donnent lieu à des discussions entre les hippologues, écuyers et autres. Nous ne sentons pas bien l'utilité pratique de cette analyse cinématique minutieuse des allures du cheval. Les documents fournis par les photographies instantanées peuvent avoir de l'intérêt pour les peintres, ils n'en ont évidemment aucun au point de vue de l'exploitation des moteurs. Toutefois nous devons ajouter qu'il en a été tiré, au point de vue pathologique, un bon parti, notamment par le professeur Barrier. Ni ce point de vue, ni celui des peintres, n'étant les nôtres ici, nous nous abstenons donc d'entrer dans les petits détails que ces photographies ont révélés.

Cabrer. — On dit que l'animal se cabre lorsque son train antérieur est porté brusquement en haut et en arrière, de telle sorte que le poids du corps soit supporté tout entier par le bipède postérieur. C'est le mouvement coordonné qu'exécutent les mâles pour accomplir l'acte de l'accouplement sexuel. Il est aussi le premier temps de quelques autres qui seront décrits plus loin.

Dans ce mouvement, le centre de gravité du corps est rapidement rejeté en arrière, avec une telle violence parfois qu'il dépasse la situation d'équilibre et qu'il en ré-

sulte une chute de l'animal sur le dos. On dit en ce cas que l'animal se renverse.

L'exécution du cabrer nécessite une dépense considérable de force, tant pour soulever le train antérieur que pour supporter le poids du corps sur les seuls membres postérieurs. Aussi ces membres s'altèrent-ils promptement chez les sujets qui la répètent souvent. A cette exécution concourent tous les muscles extenseurs de la tige vertébrale, dans les régions cervicale, dorsale et lombaire.

L'animal porte d'abord la tête dans la plus grande extension possible, ainsi que l'encolure, puis il donne de la rigidité à la tige dorso-lombaire par la contraction de ses muscles spinaux. Ensuite il contracte les muscles fessiers et ceux des régions crurales postérieures, prenant en ce cas leur point d'appui en bas, sur la cuisse et sur la jambe. En agissant ainsi ces muscles font basculer, à la manière d'un levier du premier genre, le tronc sur les articulations coxo-fémorales, points fixes du levier.

La longueur du bras de levier de la puissance, représenté par la distance qui sépare la pointe de l'ischium du centre de la cavité cotyloïde, est faible relativement à celle du bras de levier de la résistance, représenté par l'étendue presque entière du corps, depuis la tête jusqu'à ce même centre. Cela donne une idée de l'énormité de l'effort à déployer pour exécuter le cabrer.

Lorsque l'animal est cabré, ses membres antérieurs sont étendus ou fléchis, suivant le but qu'il se propose d'atteindre en exécutant son mouvement. Ordinairement ils sont en flexion, mais l'animal les étend lorsqu'il se cabre dans une intention offensive.

Ruade. — La ruade est un mouvement offensif. Elle est aussi, chez les jeunes sujets et chez ceux qui, à tout âge, ont une exubérance de vigueur, une manifestation de gaieté et de jouissance de la liberté, surtout lorsqu'elle accompagne les bonds, qui seront décrits tout à l'heure.

La ruade est simple ou double. Lorsqu'elle est double, on dit vulgairement que l'animal lève le cul. Voyons le mécanisme de la ruade simple.

Elle consiste, chez l'Équidé, d'abord en un mouvement de flexion de la jambe sur la cuisse, par lequel l'extrémité inférieure du membre est portée en haut et en arrière; ce mouvement est suivi d'une extension brusque et plus ou moins violente de l'articulation du jarret, produite par la contraction des muscles jumeaux de la jambe.

La ruade simple s'appelle encore *coup de pied*. Elle est le mouvement offensif le plus usité.

Chez le Bovidé, elle diffère en ce que le membre, au lieu d'être lancé en arrière et en bas, l'est au contraire vers le côté, en avant et en haut. Certains Équidés exécutent aussi ce même mouvement. On dit alors d'eux qu'ils ruent en vache.

La double ruade n'est que le même mouvement exécuté simultanément par les deux membres postérieurs; mais dans son cas il y a en outre, nécessairement, élévation préalable du train postérieur, produite par l'action des muscles extenseurs des jambes et la réaction du sol sur lequel les pieds sont appuyés. Cette extension fait basculer le tronc sur le point d'appui des épaules. L'Équidé a porté d'abord le centre de gravité en avant de sa situation normale, en fléchissant le plus possible l'encolure, parfois jusqu'à faire arriver le bout de son nez entre les deux membres antérieurs, afin d'alléger le train postérieur.

C'est là ce qu'on appelle en équitation une *défense*, contre laquelle le cavalier a bien de la peine à se mettre en garde, pour n'être point désarçonné. Il arrive souvent que dans la situation d'équilibre instable qu'elle impose à son assiette en selle, l'effort des membres postérieurs le précipite en avant de son cheval.

Celui-ci lui-même, lorsqu'au lieu d'exécuter la double ruade de pied ferme ou sur place, l'exécute à l'allure rapide du galop, ne peut pas toujours réagir suffisamment, par l'arrêt subit de son train antérieur, contre la vitesse acquise. Alors le mouvement de bascule dépasse ses limites, et il en résulte une chute sur la tête. C'est ce qu'on appelle *faire panache*.

Bond. — On le nomme encore *saut de gaieté* ou *saut de mouton*. C'est l'exercice favori des chèvres et surtout des

jeunes chevreaux, pour mieux dire de tous les jeunes quadrupèdes qui, dès qu'ils sont libres, bondissent avec l'impétuosité de leur âge.

Il résulte d'une combinaison des mouvements du cabrer avec ceux de la double ruade.

Il n'est pas possible que dans l'exécution du bond les deux mouvements du train antérieur et du train postérieur soient simultanés. Seulement ils se produisent à intervalle inappréciable à l'œil, tellement il est faible. A peine les puissances du cabrer ont-elles agi, que celles de la double ruade entrent aussitôt en jeu. Et c'est ainsi qu'au lieu de basculer, soit sur le train postérieur, soit sur le train antérieur, le corps s'élève dans le sens de la résultante des deux forces angulaires, qui est vertical, sans que le centre de gravité ait été dévié. Cela fait que le corps, après avoir épuisé la force ascensionnelle qui lui avait été communiquée, retombe par son propre poids à la place qu'il occupait primitivement.

Écart. — Lorsque le bond déplace le corps latéralement, ce qui a lieu quand l'effort de l'un des membres postérieurs surpasse celui de l'autre en intensité, on le nomme *écart* ou encore *saut de côté*. Dans ce cas, le corps est projeté du côté opposé à celui où se produit le plus grand effort.

Saut. — Les mouvements du saut, chez les quadrupèdes, sont les mêmes que ceux du bond, seulement les temps d'exécution de ces mouvements sont plus nettement distincts parce qu'ils se succèdent à intervalle moins court.

Les efforts du bipède postérieur ont pour effet de projeter le corps non seulement en haut, mais encore en avant. Cela tient à ce que l'animal, quand il se prépare de pied ferme à l'exécution du saut, rapproche d'abord ses deux bipèdes l'un de l'autre ou raccourcit sa base de sustentation, en se mettant *sous lui* à la fois du devant et du derrière. Dans cette situation, lorsqu'il est cabré, les membres postérieurs, légèrement fléchis, sont dans la situation la plus favorable pour que leur extension déploie le plus grand effort possible d'impulsion en avant.

Cet effort est mesuré d'après l'obstacle à franchir ; et selon la longueur de la corde qui sous-tend l'arc représentant la trajectoire du corps ainsi lancé en avant, trajectoire dont le point culminant varie comme la nature de cet obstacle, les mouvements propres des membres, exécutés durant son parcours, sont différents.

Dans ce qui se passe alors, il est bien difficile de ne pas voir, de la part de l'animal, tout ce qui caractérise l'acte intellectuel appelé jugement : observation, comparaison, appréciation, et finalement décision. L'animal se conduit différemment selon qu'il s'agit de sauter un obstacle en hauteur ou en largeur, ou encore de sauter de haut en bas, mais toujours de façon à retomber sur ses pieds dans une position d'équilibre stable. Dans le premier cas, sa préoccupation principale semble être de ne pas rencontrer cet obstacle avec ses sabots. A cet effet, il tient ses membres, au moment du passage, autant que possible fléchis, et ne les étend qu'à l'instant où ils doivent rencontrer le sol de l'autre côté. Dans le cas d'un saut de rivière ou en largeur, la flexion des membres, n'ayant pour but que d'assurer la rencontre de la terre ferme, s'exécute simplement en vue de consolider la base de sustentation.

Il faut donc, pour bien exécuter le saut, non seulement une puissance musculaire très considérable, mais encore un développement d'intelligence auquel tous les chevaux n'atteignent point. Il faut en outre que cette intelligence ait été cultivée par l'éducation. Sauter entre surtout dans la fonction des chevaux de guerre et de chasse. A cet égard, ceux de l'Irlande ont une réputation justement méritée.

On cite des chevaux ayant franchi des obstacles dont la hauteur atteignait plus de deux mètres. Le cas a été observé plusieurs fois en Angleterre à la suite de gageures. Youatt raconte qu'un cheval excité par le bruit d'une chasse sortit de son boxe, où il était en liberté, en sautant par-dessus la porte élevée de 1^m 80.

Reculer. — Les auteurs ont répété à l'envi que le mouvement de recul, ou pour mieux dire la marche en arrière, est une allure pénible et difficile à obtenir. Il est de fait que, pour satisfaire ses besoins propres ou ses ins-

tinets, l'animal ne l'exécute que quand il ne lui est pas possible de se retourner ou de pivoter sur son train postérieur, pour changer la direction de sa marche en avant. Mais l'éducation de manège lui fait acquérir facilement, dans l'exécution de cette allure, une habileté telle qu'on est bien forcé de reconnaître qu'elle ne présente point des difficultés mécaniques très considérables. La disposition des leviers osseux des membres s'oppose seulement à ce que l'étendue des pas de recul soit aussi grande que celle des pas en avant. On va le comprendre. Voici en effet comment le quadrupède recule.

Il commence par reporter le centre de gravité en arrière en fléchissant les cuisses sur le bassin, puis l'un des membres antérieurs est porté en arrière de sa position normale. Et alors la base de sustentation n'est plus un parallélogramme rectangle, mais bien un trapèze. L'équilibre est ainsi rompu, et pour son rétablissement, un mouvement correspondant et coordonné du membre postérieur situé en diagonale, le plus libre alors de se mouvoir parce qu'il est le moins chargé, s'exécute. Celui-ci est levé par la puissance de ses fléchisseurs, puis regagne le sol par un mouvant opposé. Aussitôt après, la même chose se répète pour le second bipède diagonal, et ainsi de suite, tant que dure l'allure du reculer.

On a fait remarquer avec raison que les choses se passent un peu différemment lorsqu'au lieu du cheval en liberté ou portant un cavalier, il s'agit du cheval attelé, ayant à pousser ou à entraîner dans son mouvement de recul une charge plus ou moins forte, sur laquelle il prend d'abord en ce cas un point d'appui. Mais nous observerons à notre tour que la différence de condition n'est point particulière à l'allure du reculer. Elle appartient de même à toutes les autres. Il n'y a que le sens du mouvement de changé. L'animal qui marche à une allure quelconque en déplaçant, en outre de son propre corps, une masse quelconque, commence nécessairement toujours par prendre un point d'appui sur cette masse, à laquelle il doit communiquer sa vitesse propre.

Pas. — L'ordre et le mode de succession des mouve-

ments d'une allure quelconque de la marche en avant constituent leur rythme, sur lequel il n'y a plus de dissidence possible, depuis que nous possédons les graphiques de Marey (1), lesquels simplifient considérablement notre tâche. Celle-ci consiste purement et simplement à les interpréter.

Nous avons vu que dans cette marche en avant le premier mouvement dépend de la position de la tête, déterminant la situation du centre de gravité. C'est ce qu'on appelle *entamer* l'allure. Celle-ci est entamée à droite ou à gauche, selon que c'est le membre antérieur droit ou le membre antérieur gauche qui la commence, sollicité par le déplacement du centre de gravité vers l'un ou l'autre côté.

Que l'allure du pas soit entamée à droite ou à gauche, voici maintenant comment fonctionnent les quatre membres, sous l'impulsion des efforts précédemment décrits.

Le tracé (fig. 24), dans lequel il s'agit d'un pas entamé

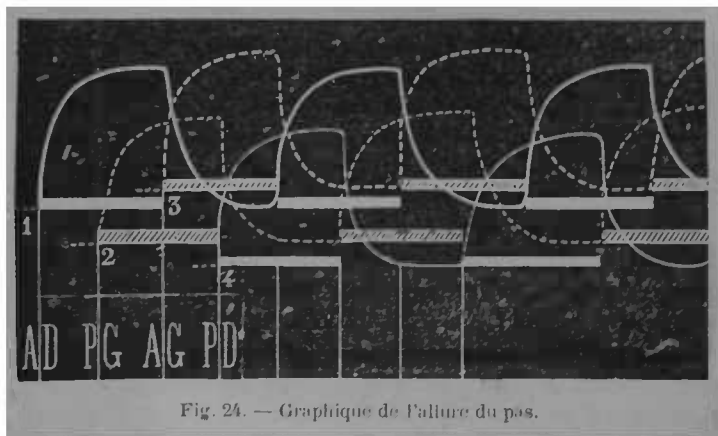


Fig. 24. — Graphique de l'allure du pas.

à droite, nous donne la représentation exacte de son mécanisme. Chacune des courbes 1, 2, 3, 4 marque les mou-

(1) Ces graphiques ont été obtenus à l'aide d'un dispositif que nous n'avons pas à décrire ici. (Voy. E.-J. MAREY, *La méthode graphique dans les sciences expérimentales*, vol. in-8. Paris, G. Masson.

vements successifs de chacun des quatre membres. Au point de départ de chacune d'elles, le pied est appuyé sur le sol. Le moment où la courbe s'abaisse brusquement, en formant un angle, correspond au lever de ce pied, l'abaissement indiquant que la pression a cessé : 1 est ici la courbe tracée par le membre antérieur droit, 2 celle tracée par le postérieur gauche ; 3 correspond au membre antérieur gauche, et enfin 4 au postérieur droit.

Il est évident que les levers et les appuis se sont succédés dans cet ordre et qu'il y a par conséquent dans l'allure du pas quatre foulées ou battues distinctes.

C'est ce que personne n'a jamais contesté ; mais les intervalles qui séparent ces battues avaient été diversement appréciés. Le rythme du pas ordinaire ou régulier, était entre les observateurs un sujet de controverse. Les lignes verticales AD, PG, AG, PD, abaissées du début de chacune des battues, montrent, par leur équidistance, que dans le cas observé elles se suivent à des intervalles de temps sensiblement égaux. « Pour permettre, dit Marey (1), d'apprécier la durée de l'appui de chaque membre, on a sous-tendu la partie de la courbe qui correspond à cet appui par un trait horizontal, épais pour les appuis des pieds droits, tandis qu'il est formé, pour les pieds gauches, d'une double ligne. Ces traits horizontaux, qui commencent au moment de la battue et finissent à celui du lever, constituent, dans leur ensemble, une notation qui suffit à elle seule pour révéler les caractères rythmiques d'une allure quelconque. »

Le graphique confirme rigoureusement les conclusions que, dans notre première édition, nous avons nous-même, après Vincent et Goiffon et beaucoup d'autres auteurs, tirées de nos propres observations. Dans l'allure du pas, avons-nous dit, les quatre pieds se posent donc alternativement sur le sol à des intervalles de temps sensiblement égaux ; et lorsque cette allure est régulière, on

(1) *Comptes-rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, t. LXXV, p. 885.

entend d'une manière distincte quatre battues égales en intensité.

A cela l'auteur joint les intéressantes remarques suivantes : « que les pieds de devant alternent entre eux dans leur action, c'est-à-dire que l'un ne prend terre qu'à l'instant où l'autre s'enlève; il en est de même des pieds postérieurs; que le corps ne repose jamais que sur deux pieds à la fois, car la notation ne présente jamais superposés l'un à l'autre que les appuis de deux pieds; que si l'on estime, à la manière de Vincent et Goiffon, les temps pendant lesquels le corps repose sur deux membres d'un même côté (bipède latéral), et ceux pendant lesquels il repose sur deux pieds de côtés différents (bipède diagonal), on voit que ces temps sont égaux; que les appuis du corps changent quatre fois pendant la durée d'un pas et se font dans l'ordre suivant : 1^o bipède latéral droit; 2^o bipède diagonal droit; 3^o bipède latéral gauche; 4^o bipède diagonal gauche.

« Ces conclusions, ajoute-t-il, sont conformes à l'opinion la plus générale des auteurs; elles correspondent à la théorie du pas donnée par Vincent et Goiffon, Solleysel, Bouley, Colin, etc. Mais d'autres auteurs ont admis, comme type idéal du pas, des successions de mouvements un peu différentes. Ainsi, d'après Lecoq, le corps reposerait plus longtemps sur les bipèdes diagonaux que sur les bipèdes latéraux. Pour Raabe, ce serait l'inverse. »

Les deux derniers auteurs ont pris pour type du pas des variétés de l'allure qui s'observent assez souvent, pour cause d'infraction à la loi de similitude des angles. Ce n'est pas l'allure normale. Il en est de même pour les cas dans lesquels, d'après des observations plus récentes, l'appui se fait à la fois sur trois pieds au lieu de deux seulement. Ces variations n'ont d'ailleurs qu'une bien faible importance, qui est même tout à fait nulle au point de vue pratique de la mesure du travail effectué dans la locomotion du quadrupède au pas. Cela n'influe que sur la cadence de son allure.

Dans l'allure du pas, l'impulsion est donnée par le membre postérieur opposé en diagonale au membre an-

térieur qui le premier quitte l'appui, puis par l'autre membre postérieur, au moment où ce membre antérieur s'appuie de nouveau, pour que l'autre se lève, et ainsi de suite.

Pour que cette allure soit véritablement régulière, il faut d'abord que ces différentes phases s'exécutent dans des temps égaux, de manière que l'oreille perçoive une succession équidistante de battues. Il faut encore que les leviers de chaque membre se meuvent dans la direction du plan vertical pour chacun des bipèdes latéraux, et que les deux plans soient parfaitement parallèles entre eux. C'est, on s'en souvient, la condition d'une complète rectitude de leurs dispositions.

Dans l'action du lever, les mouvements peuvent être déviés en dedans ou en dehors du plan vertical. Cela tient à la direction vicieuse de la région du pied.

Si la déviation a lieu en dedans, le bord tranchant du sabot peut rencontrer la partie saillante du boulet du côté opposé, alors à l'appui, et y produire une contusion, dont la répétition donne bientôt naissance à une plaie : c'est ce qu'on désigne par l'expression de *se couper*.

La déviation dont il s'agit peut être le résultat d'un vice congénital de conformation, ou résulter de la fatigue et de l'usure.

La déféctuosité qui consiste en ce que le pied, lors du lever, se porte en dehors, est beaucoup moins grave. Elle entraîne l'action de *billarder*. Cette action est disgracieuse à l'œil, toutefois, et ne permet pas une vitesse pareille à celle que l'on obtient d'un cheval dont l'allure est régulière.

Les mouvements du pas peuvent en outre pécher par défaut de coordination. Il se peut que le pied postérieur se lève et arrive au poser avant que l'antérieur du même bipède latéral soit lui-même levé. Dans ce cas, celui-ci est heurté par le premier ; on entend le bruit du choc des fers, et l'on dit que l'animal *forge*. Ce choc répété produit souvent des contusions ou *atteintes* aux talons du pied frappé. C'est un défaut grave, que rien ne peut atténuer, qui s'exa-

gère nécessairement dans les allures plus vives, et à mesure que le cheval se fatigue davantage.

Lorsque l'avant-bras est relativement court, chez un animal énergique, cela entraîne ce qu'on appelle des allures relevées, qui sont brillantes, mais en réalité peu propres à produire de la vitesse. Les efforts musculaires sont en grande partie dépensés sans travail utile, puisqu'ils ont pour effet de produire un mouvement vertical qui ne peut en rien faire progresser le corps en avant.

Quand au contraire l'avant-bras est long, le pied atteint une moins grande hauteur ; l'arc de cercle qu'il décrit pour revenir au poser a sa corde plus longue, et pour une dépense de force musculaire égale produit une vitesse plus grande.

L'appui du pied sur le sol commence normalement par la pince du sabot et se continue ensuite par le reste de sa surface plantaire, à mesure que les phalanges reprennent leur position. Le pas n'est franc qu'à cette condition.

La plupart des remarques précédentes peuvent s'appliquer aux pieds postérieurs. Ces pieds, en se levant, ne doivent pas dépasser en hauteur la limite nécessaire pour que le mouvement en avant soit franc et aisé.

Lorsque le jarret se fléchit brusquement et au-delà de la mesure suffisante, on dit que le cheval *harpe*.

Dans le cas où le pied rase le sol, par suite d'une flexion insuffisante du jarret, l'allure est encore défectueuse : les pieds sont dits *rampins* ou *pinçards*.

La vitesse du pas est variable comme la taille et surtout comme l'agilité du sujet. Elle est en moyenne de 1 mètre par seconde.

L'effort nécessaire pour le déplacement du centre de gravité est de 0,05 du poids vif (1).

Pas relevé. — On appelle pas relevé une allure particulière que l'éducation a fait acquérir chez certaines familles de chevaux, et qui serait mieux nommée *pas accé-*

(1) A. SANSON, Mesure du travail effectué dans la locomotion du quadrupède, *Journ. de l'Anat.*, etc., de Ch. Robin et G. Pouchet, 1885.

léré ou *précipité*. L'expression usuelle est impropre. Car les *bidets d'allures* ne relèvent au contraire que le moins possible les pieds.

Les seules modifications qui distinguent le pas relevé du pas ordinaire consistent en ce que les battues, dans le premier, sont plus précipitées, et rarement séparées par des temps égaux. Les quatre battues se succèdent le plus souvent deux par deux, avec un intervalle moins court entre chaque couple de battues diagonales.

Cette allure se rencontre surtout dans les pays orientaux où se font de longs voyages à cheval. Elle joint l'avantage de la vitesse à celui de la commodité pour le cavalier.

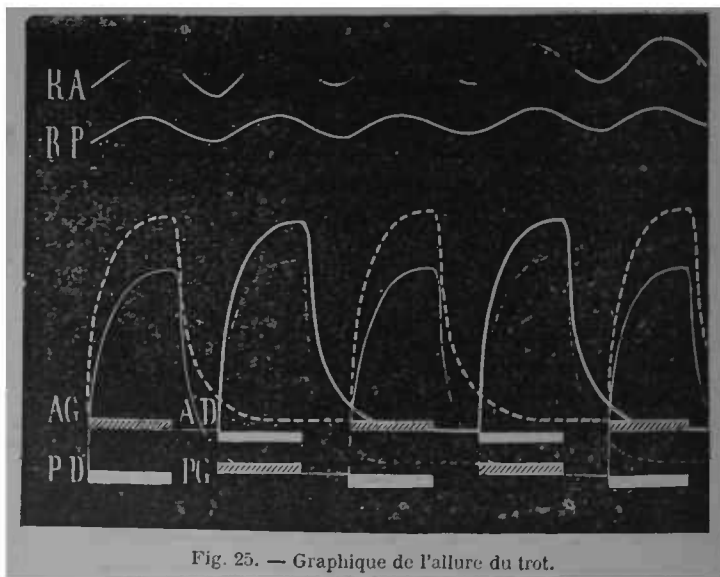
Trot. — A l'allure du trot, le corps tout entier est projeté en avant, par l'effort déployé, d'une quantité qui dépend à la fois de la puissance de cet effort et de l'amplitude de l'oscillation dont l'épaule et la cuisse sont capables. Cette oscillation dépend elle-même du degré d'obliquité des leviers, ainsi que de la puissance du muscle mastoïdo-huméral. De là l'importance de la position de la tête dans l'allure du trot, position qui assure à ce muscle son point fixe plus ou moins solide.

Le trot a été considéré par bon nombre d'auteurs comme une allure artificiellement acquise par les Équidés. C'est là une idée tout à fait imaginaire. Il suffit pour s'en convaincre de constater que les bœufs prennent cette allure tout aussi volontiers que les chevaux. Ce n'est pas la plus rapide, mais c'est la plus élégante. Le cheval qui l'exécute avec une certaine vitesse semble constamment suspendu dans l'espace, tellement les appuis de ses pieds durent peu. Elle est d'autant plus élégante d'ailleurs qu'elle est plus efficace, c'est-à-dire que sont plus étendus en avant les mouvements des membres antérieurs. En argot hippique, on appelle *steppieur* le trotteur dont les pieds atteignent la plus grande élévation.

L'allure du trot fait entendre seulement deux battues se succédant à intervalles égaux. Ces deux battues sont produites par des bipèdes diagonaux frappant le sol alternativement. Il n'y a sur ce sujet aucune dissidence entre les

observateurs. Si le cheval entame l'allure à droite, l'impulsion est d'abord donnée par le membre postérieur gauche, et aussitôt celui-ci et l'antérieur droit, ainsi que le bipède diagonal gauche, dont les membres sont un peu fléchis pour que les pieds s'éloignent du sol, se portent en avant. Ce dernier bipède regagne le sol le premier, et l'impulsion est de nouveau communiquée par le membre postérieur droit à son tour, et ainsi de suite. Dans chacun des bipèdes diagonaux, les oscillations des leviers osseux sont donc synchrones.

Le graphique (fig. 25) montre que normalement il en est



bien ainsi. Il ne présente que deux courbes, une pour chaque bipède, ce qui prouve que les appuis des deux pieds ont lieu en même temps. Il n'en est plus de même lorsque le trot est *désuni* ou *décousu*. Alors l'oreille constate un dédoublement des battues.

Une telle irrégularité est assez commune par suite d'infraction à la loi de parallélisme des leviers. L'application de la méthode graphique a complètement vérifié sur ce

point les déductions antérieurement formulées par nous. Avant de nous en occuper, il faut épuiser la signification du tracé, qui nous donnera tous les éclaircissements nécessaires sur l'allure normale.

Parlons d'abord des réactions que produit cette allure et qui la rendent moins agréable pour le cavalier.

Ces réactions sont dites dures ou douces, suivant qu'elles sont brusques ou courtes, ou bien allongées. Elles sont marquées, sur la figure, par les lignes ondulées RA et RP. La première correspond aux mouvements du train antérieur, la seconde à ceux du train postérieur. On voit d'abord que si les réactions des deux trains sont exactement synchrones, elles n'ont point la même étendue. Les courbes de la ligne RP se relèvent beaucoup moins brusquement que celles de la ligne RA. Le mouvement vertical de la croupe est donc moins étendu que celui du garrot.

On aurait pu croire que ces mouvements résultaient de la projection du corps en avant et qu'ils marquaient les points les plus élevés de sa trajectoire, bien que l'observation attentive, de la part du cavalier expérimenté, indique qu'ils coïncident précisément avec la chute des pieds sur le sol, et que le raisonnement mécanique les fasse dépendre d'un autre phénomène qu'exprime exactement le nom qu'ils portent.

L'interprétation exacte du graphique fait voir une confirmation entière de ce raisonnement. En effet, en cherchant à apprécier les rapports qui existent entre les réactions et les mouvements des membres, on constate que le moment où le corps de l'animal est au bas de son oscillation verticale coïncide précisément avec celui où les pieds touchent le sol. Le temps de suspension ne tient pas à ce que le corps du cheval est projeté en l'air, mais à ce que les membres sont fléchis tous les quatre pendant ce court instant. L'expérience montre, au contraire, que la trajectoire du centre de gravité subit une inflexion en sens inverse et que celui-ci ne revient à sa position première qu'à la fin de l'appui des pieds sur le sol, après que la réaction s'est produite. L'inflexion de la trajectoire, due à

l'action de la gravitation, est nécessairement d'autant plus forte que le temps de suspension est moins court.

L'interprétation est ici tout à fait conforme aux conditions mécaniques du phénomène. La colonne de soutien est une ligne brisée, aux angles de laquelle se trouvent des articulations. La pression qu'elle supporte, dans la chute du corps, tend nécessairement à fermer les angles. Seules, les puissances musculaires qui les maintiennent résistent à cette tendance. La contraction des muscles fléchisseurs des phalanges réagit contre la fermeture de l'angle produisant, à chaque appui du pied, un certain abaissement de l'extrémité inférieure du canon, et conséquemment de la masse supportée par le membre.

La réaction étant nécessairement en raison de l'action, on comprend qu'elle soit plus forte dans les membres antérieurs que dans les postérieurs, les pressions de l'avant-main étant toujours plus fortes que celle de l'arrière-train. D'un autre côté, l'action et la réaction sont nécessairement aussi en raison de l'obliquité et de la longueur relative du paturon. C'est pourquoi les réactions des chevaux dits courts-jointés ou droits sur leurs boulets sont toujours plus courtes, plus brusques, plus saccadées et finalement plus dures pour le cavalier que celles des chevaux bien conformés, et surtout que celles des chevaux dit longs-jointés, les plus douces de toutes.

Un point controversé est celui de savoir si, dans l'allure du trot, la durée du temps de suspension du corps ou du parcours de la trajectoire est plus grande que celle de l'appui qui lui succède entre les deux battues. La controverse tient à ce que ces durées sont très-variables, selon la capacité des trotteurs. Il est clair que le temps de suspension dépend uniquement de la longueur de la trajectoire, qui dépend elle-même de la vitesse initiale ou de la puissance de projection du membre postérieur.

En considérant sur le graphique les traits blancs épais et les traits hachés horizontaux qui représentent le rythme des battues des deux pieds diagonaux, ou la durée de leurs appuis, on voit que, dans le cas particulier noté,

et qui est un cas de trot franc, ces traits ont une longueur à peu près double de celle des intervalles qui les séparent et qui correspondent aux temps durant lesquels le corps est suspendu. Ces traits, du reste, suffisent tout seuls pour donner une notation complète de l'allure. Ceux de la figure 26 représentent une des principales formes de trot *décousu* ou *désuni*, obtenues dans les recherches de Marey.

Dans tous les cas observés, le défaut de synchronisme tenait à ce que l'appui du membre postérieur était en avance sur l'antérieur, qui lui correspond en diagonale. Cela dépend, ainsi que nous l'avons fait remarquer, de ce que, chez les chevaux qui ont tracé leurs mouvements, le fémur était redressé par rapport à l'épaule. En ce cas, l'angle postérieur étant plus grand que l'antérieur, il exigeait plus de temps pour être ramené à la même quan-

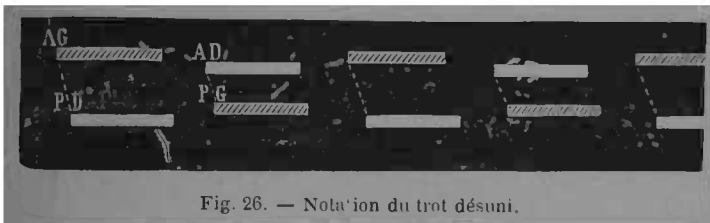


Fig. 26. — Notation du trot désuni.

tité. Il n'est donc pas surprenant que l'appui du membre dont il fait partie soit en avance sur l'autre, puisqu'il s'éloigne moins du sol.

Cette figure 26, qui doit être lue de droite à gauche, donne une forme soutenue de trot désuni, dans laquelle les battues diagonales sont assez éloignées l'une de l'autre. On y voit, en la comparant à celle du trot franc ou normal, que la ligne ponctuée qui réunit entre elles les battues des bipèdes diagonaux est oblique, tandis qu'elle est verticale dans le premier tracé. La base du triangle donne ici la mesure de l'avance du pied postérieur, lors de chaque mouvement diagonal.

La vitesse du trot varie entre 2 et 10 mètres à la seconde. De là l'habitude de distinguer un petit trot, un trot ordinaire ou modéré et un grand trot. △

L'effort moyen est de 0,10 du poids vif, conséquemment double de celui du pas.

Ambles. — L'amble est une sorte de trot dans laquelle les deux bipèdes latéraux se lèvent et s'appuient alternativement. L'équilibre y est encore plus instable que dans le trot ordinaire, puisque le poids du corps est successivement porté par les deux membres d'un seul côté. C'est ce qui fait comprendre avec quelle rapidité doivent se succéder les mouvements. Le corps ne pourrait pas demeurer longtemps dans un état d'équilibre aussi instable. Il est nécessaire, en outre, que les pieds ne s'éloignent guère du sol. L'amble produit un balancement de la croupe ; mais ses réactions se font à peine sentir, ce qui tient à ce que le cheval ambleur lève peu les membres et *rase le tapis*, selon l'expression vulgaire.

Comme le pas relevé, l'amble s'observe dans certaines familles de chevaux, où il est le résultat de l'éducation qui consiste à faire marcher les poulains avec leurs bipèdes latéraux entravés et rendus ainsi nécessairement solidaires. Cette allure est, au contraire, normale chez certains genres de quadrupèdes, comme celui des chameaux. L'une et l'autre allure, fort recherchées en d'autres temps, ont beaucoup perdu chez nous de leur valeur depuis la si grande extension prise par l'usage du cabriolet et du tilbury. On ne les rencontre guère plus que chez les peuples qui font encore de longs voyages à cheval.

Traquenard. — On appelle traquenard une allure défectueuse, dans laquelle les membres sont levés par bipède latéral, comme dans le cas de l'amble, mais successivement, au lieu de l'être simultanément, de telle sorte que l'on entend quatre battues au lieu de deux. Les avis sont partagés sur son mécanisme. Certains auteurs considèrent le traquenard comme un trot désuni.

Dans cette allure, d'ailleurs très-rare, la rapidité des mouvements supplée à leur peu d'étendue. La vitesse en est parfois très grande, mais elle est disgracieuse en raison du défaut de coordination des mouvements.

Galop normal. — Le galop normal se nomme encore *galop ordinaire* ou *galop à trois temps*. On l'appelle ainsi

parce que le cheval, quand il galope normalement, fait entendre à chaque temps du rythme de son allure trois battues d'intensité de son inégale, mais se succédant à intervalles égaux. Entre les temps de galop, ou entre les séries de trois battues, il existe un silence un peu moins court que les autres.

Il résulte de là que dans l'exécution des mouvements coordonnés qui caractérisent l'allure du galop, deux des quatre pieds doivent nécessairement s'appuyer à la fois sur le sol, et, par conséquent, être levés en même temps. C'est, en effet, ce qui a lieu, ainsi que nous allons le voir. L'un des bipèdes diagonaux fonctionne toujours synergiquement, tandis que les deux membres composant l'autre se lèvent et s'appuient successivement.

L'ordre dans lequel ces mouvements ont lieu n'est pas toujours le même. Il dépend du membre antérieur qui est levé le premier, ce qui tient, comme nous le savons, à la situation initiale du centre de gravité. On dit que le cheval galope à droite ou à gauche, selon que c'est le membre antérieur droit ou le membre antérieur gauche qui s'élève le plus.

Supposons qu'il galope à droite; alors, immédiatement après le membre antérieur droit, c'est le bipède diagonal gauche qui se lève, sans que l'extension du membre antérieur de ce bipède atteigne le niveau de celle du droit. Il y a donc un court instant durant lequel tout le poids du corps est supporté par le membre postérieur gauche. C'est l'effort de celui-ci qui doit lui donner l'impulsion et déterminer sa trajectoire, alors toujours plus ou moins courte, comme celle du trot, mais non pas, ainsi que les écuyers le croient généralement, en telle sorte que le centre de gravité s'élève au-dessus du niveau normal. Le noble du Theil a démontré expérimentalement l'erreur admise à ce sujet par tous ses confrères.

Après que cette trajectoire est parcourue, les appuis ont lieu dans un ordre qui n'est point, ainsi qu'on l'observe dans le pas et dans le trot, le même que celui dans lequel les membres ont quitté le sol. Le membre le premier levé est le dernier appuyé, par la raison facile à comprendre que

c'est lui qui est le plus éloigné du sol. C'est, au contraire, le dernier levé, c'est-à-dire le membre postérieur gauche, qui regagne le sol le premier, puis le bipède diagonal gauche, puis, enfin, le membre antérieur droit. Dans le cas du galop à gauche, la même chose se produit, en renversant les termes.

Il n'y a plus lieu de discuter sur ce mécanisme. Le graphique du galop normal (fig. 27) coupe court à toute

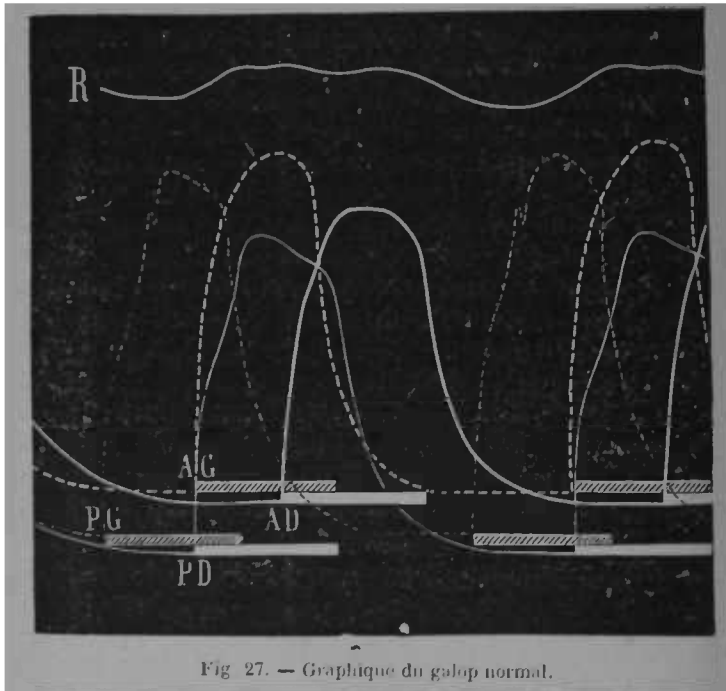


Fig. 27. — Graphique du galop normal.

controverse. Il est clair ici, d'après la notation des appuis, que le membre postérieur gauche (PG) a regagné le premier le sol et que son appui durait encore lorsqu'a commencé celui du bipède diagonal gauche (AG, PD), dont les deux traits sont exactement superposés ; enfin que l'appui du membre antérieur droit (AD) est venu ensuite.

On voit que les distances d'empiètement des traits PG

sur PD et AG sur AD sont sensiblement égales, ce qui indique que les battues se sont succédé à intervalles égaux ou qu'elles ont été équidistantes. On voit aussi que la distance qui sépare le trait AD, du premier temps, du trait PG, du second temps, est incomparablement plus grande que les précédentes. Cela montre une différence correspondante du silence existant entre les battues.

Tout tracé qui s'éloigne des conditions mises ici sous les yeux du lecteur accuse un galop anormal ou irrégulier.

Galop de manège. — Le plus commun de ces galops irréguliers est celui dans lequel le bipède diagonal ne présente point des appuis simultanés, celui dans lequel il y a un retard du membre postérieur, accusé par l'obliquité de la ligne de jonction des deux battues de ce bipède. Il y a, dans le cas, quatre battues au lieu de trois. C'est ce qui se produit dans cette sorte de galop désuni qu'on appelle *galop de manège* ou *galop à quatre temps*.

Réactions du galop. — On peut constater, par l'examen de la ligne des réactions (R), que les abaissements du corps correspondent, comme dans le cas du trot, aux appuis des membres, le plus fort coïncidant avec celui du membre postérieur le premier posé. On peut constater aussi que ces réactions successives et en quelque sorte décomposées sont à la fois moins intenses et moins brusques, ce qui est tout à fait conforme aux impressions qu'en reçoit le cavalier. L'allure du galop est, en effet, toujours moins fatigante pour celui-ci que celle du trot.

Changements de pied au galop. — Le mode d'exécution de l'allure du galop fait facilement comprendre, en outre, pourquoi l'on recommande, en équitation, ce qu'on appelle les changements de pied. Il est clair que le membre postérieur qui, dans cette allure, donne l'impulsion au corps et retombe ensuite sur le sol le premier, est celui dont le travail est le plus considérable. Sa fatigue est, par conséquent, énorme, quand il n'a pas été bientôt remplacé dans sa fonction par son congénère. Le cheval doit donc galoper tantôt à droite, tantôt à gauche, à in-

tervalles égaux, afin de ménager, autant que possible, ses membres postérieurs.

Vitesse du galop. — La vitesse du galop dépend à la fois de la puissance de ces mêmes membres, de l'étendue de l'extension possible des membres antérieurs et de la rapidité de succession des battues, due à l'excitabilité nerveuse dont dispose l'animal pour répéter ses contractions musculaires. Cette dernière considération intervient dans toutes les allures, ainsi, du reste, que les précédentes. A puissance musculaire égale, moins le cheval est lourd relativement à sa taille, plus il galope vite. C'est ce qu'il est sans doute inutile d'expliquer. On comprend sans peine que pour une même force initiale la trajectoire du mobile est alors plus tendue, et, en conséquence, le chemin parcouru plus long dans le même temps.

Cette vitesse est en moyenne de 7 mètres par seconde. L'effort est le même que celui du trot, ou 0,10 du poids vif.

Galop de course. — Si le galop normal, dans lequel l'impulsion est communiquée au corps par un seul des membres postérieurs, produit une vitesse égale à un, il est clair que la vitesse obtenue devra être égale à deux dans le cas où l'impulsion sera communiquée par une puissance double, c'est-à-dire par les deux membres postérieurs à la fois.

Et, en effet, les animaux dont la course est la plus rapide normalement sont ceux chez lesquels elle s'exécute de la sorte et dont le train postérieur est, en général, plus élevé et plus puissamment musclé que l'antérieur. Les cervidés, les antilopes, les lièvres, les lévriers, nous en donnent des exemples.

Pour obtenir du cheval les grandes vitesses qui s'observent sur les hippodromes, on a dû modifier en ce sens, par une éducation spéciale, son aptitude naturelle pour l'allure du galop telle que nous venons de la décrire, et faire acquérir en même temps à son organisme mécanique des dispositions particulières. C'est le résultat de ce qui est connu sous le nom d'entraînement pour les courses.

La vitesse moyenne du galop ordinaire ne dépasse pas beaucoup, ainsi que nous l'avons déjà dit, 7 à 8 mètres par seconde de temps. Celle du galop de course a atteint jusqu'à 15 mètres. *Bay-Bolton* a fourni une course de 6,436 mètres en 7'43'', *Flying-Childers* une de 5,111 mètres en 6'40''

Il est évident que l'effort d'un seul des membres postérieurs ne saurait jamais suffire pour donner au corps une impulsion capable de lui faire atteindre de telles vitesses. Le rapport entre la vitesse du galop normal et celle du galop de course indique, d'ailleurs, assez que les efforts s'additionnent dans le cas de celui-ci. L'observation directe, si difficile qu'elle soit cependant, ne l'eût-elle point fait admettre par tout le monde, on serait conduit à conclure que les choses doivent se passer ainsi, par la raison péremptoire qu'il est impossible qu'elles se passent autrement.

Il n'y a, du reste, point de dissidence à cet égard. Tous les auteurs admettent que dans l'exécution du galop de course les deux membres du bipède postérieur fonctionnent simultanément pour projeter, par leurs efforts, le corps en avant. Ils admettent, dès lors, que le galop de course se compose de sauts successifs et répétés avec une rapidité tellement grande que l'œil ne peut qu'avec beaucoup de peine saisir les mouvements des membres. Le mécanisme de ce genre de galop serait donc, pour chacun de ses temps d'exécution, analogue à celui du saut tel que nous l'avons décrit, à cela près qu'il y aurait une trajectoire presque horizontale.

Dans l'étude du rythme du galop de course, la discussion n'a porté jusqu'à présent que sur la question de savoir si les membres des deux bipèdes antérieur et postérieur fonctionnent d'une manière complètement simultanée, et si, par conséquent, les appuis produisent seulement deux battues ou s'ils en produisent trois. C'est une question que l'oreille ne saurait juger. A une telle vitesse, il n'y a point de faculté auditive assez aiguë pour percevoir des intervalles d'une si faible étendue.

Mais Colin, d'après l'observation des foulées de la piste,

soutenait que, les deux membres antérieurs étant portés à des hauteurs inégales, dans le galop de course comme dans le galop normal, il s'ensuit que les appuis de ces deux membres ne peuvent être simultanés. D'où il concluait qu'il devait y avoir nécessairement deux battues pour le bipède antérieur, et que si l'oreille ne les perçoit pas, à cause de leur extrême rapidité de succession, ce n'est pas une raison pour qu'elles n'existent point. Les foulées de la piste, réunies par des droites, représentent un trapèze et non pas un rectangle.

L'application de la méthode graphique pouvait seule trancher cette question. Le galop de course est-il réellement à trois temps, ou bien à deux temps, comme on le croit généralement, d'après la sensation auditive qu'il produit chez l'observateur? L'expérience a été faite, à Chantilly, par Marey. Le tracé qu'il a obtenu montre que non seulement les appuis des deux pieds antérieurs ne sont pas simultanés, mais encore qu'il en est de même pour les postérieurs. Les quatre courbes sont extrêmement rapprochées sur ce tracé, mais, néanmoins, point superposées pour aucun des bipèdes. Il en résulte donc que théoriquement le galop de course n'est ni à deux, ni à trois, mais bien à quatre temps, se succédant à des intervalles inégaux et extrêmement courts.

Aubin. — On remarque fréquemment l'allure vicieuse appelée aubin chez les chevaux faibles des lombes ou très fatigués, que l'on veut pousser au trot. Il arrive alors que ces chevaux exécutent avec les membres antérieurs les mouvements du trot, et avec les postérieurs ceux du galop, ou réciproquement. On dit vulgairement, en ce cas, qu'ils trottent du devant et galopent du derrière. Il serait difficile de dire d'où vient le nom adopté pour désigner le défaut de coordination des mouvements dont il s'agit.

5. — Hygiène de la locomotion.

Problème hygiénique. — D'après le sens étymologique, le but de l'hygiène d'une fonction est de conserver dans ses conditions les plus normales l'appareil qui l'exé-

cute, par conséquent d'éviter ses altérations ou ses avaries. Les plus importantes concernent ici un organe dont il n'a pas encore été parlé en détail et dont l'hygiène spéciale doit être réservée. Il s'agit du sabot, qui sera plus loin l'objet d'une étude particulière.

Les autres avaries de l'appareil locomoteur, intéressant les leviers osseux des membres, ou leurs articulations, ou les synoviales de glissement de leurs tendons, sont produites par des efforts excessifs relativement au degré de solidité de leur construction. Le problème hygiénique, dans le cas présent, consiste donc surtout à mesurer aussi exactement que possible les efforts exigés des puissances motrices, d'après la solidité des organes passifs de la locomotion.

Cette solidité, dans les conditions normales, est toujours suffisante pour résister aux efforts de déplacement du corps non chargé, et même bien au-delà. Autrement, on ne pourrait obtenir aucun travail utile de la machine animale, et, en conséquence, elle ne serait pas exploitable industriellement. La question est de ne point exiger, en sus des efforts dont nous avons indiqué la mesure nécessaire pour chacune des allures, un quantum qui dépasse la résistance des organes passifs.

La valeur de ce quantum, utilisé en travail effectif, ne peut être déterminée que par l'expérience. Ce dont nous avons à nous occuper jusqu'à présent, c'est seulement des moyens à l'aide desquels il est utilisé, en le ménageant le plus possible, de manière à ce que son effet utile atteigne le maximum. C'est aussi de ses modes d'application pour agir sur les charges à déplacer.

Celles-ci sont placées sur le dos de la machine locomotive, par l'intermédiaire du harnais, ou bien elles sont sur le sol ou dans le sol, ou sur des véhicules roulants, qu'il s'agit d'entraîner par une traction, à l'aide d'autres harnais. Il faut examiner tout cela, pour en déterminer les meilleures conditions de fonctionnement d'après les documents que fournissent sur le tirage des voitures et des instruments agricoles les ouvrages de mécanique pratique. Les harnais seuls concernent la zootechnie.

C'est, par conséquent, des appareils de harnachement que nous avons à nous occuper d'une façon exclusive.

Harnais d'attache et de conduite. — Ces harnais sont le licol, le collier, la longe, les chaînes d'attache, la bride, le bridon ou filet et le caveçon.

Le *licol* embrasse la tête de l'Équidé. Pourvu qu'il soit bien confectionné, de manière à n'en blesser aucune partie, il est, dans tous les cas, préférable à la courroie plus ou moins large qui entoure seulement le cou. Celle-ci, pour constituer un mode d'attache solide, doit être un peu serrée, et, dans ce cas, elle présente des chances d'accident qui vont parfois jusqu'à l'étranglement. En outre, pour les sujets un peu trop vifs ou indociles, c'est un moyen de conduite insuffisant pour les déplacements que l'on doit leur faire subir dans l'intérieur de l'écurie ou à l'entour.

L'attache se complète au moyen de la *longe*, qui va du licol ou du collier à la mangeoire. Elle est en corde, en cuir ou en chaîne. Elle doit glisser dans un anneau ou dans un trou de cette mangeoire, et être assez longue pour que l'animal puisse, étant couché, reposer sa tête sur le sol. Il en résulte souvent des accidents, qui sont évités en la faisant glisser, au moyen d'un anneau, sur une tige métallique verticale placée en avant de la mangeoire. Sa longueur doit être alors réduite à la distance qui sépare la mangeoire du râtelier.

Pour les bêtes bovines, il faut préférer les *chaînes à trois branches*, dont deux embrassent le col et se joignent au moyen d'une clavette et d'un anneau.

Il est, dans le harnachement des Équidés, une partie qui est commune à tous les modes d'après lesquels ils sont utilisés : c'est celle qui sert à les diriger et qui s'appelle la *bride*. Que le cheval, le mulet ou l'âne portent ou tirent, la bride est toujours nécessaire. C'est par son intermédiaire qu'on les conduit et les dirige.

Les écuyers sont, en général, et ont toujours été persuadés que la bride est avant et par-dessus tout un instrument de contrainte. Depuis l'antiquité, la partie

principale en est considérée comme un frein, et dans le style figuré le terme a été conservé.

Il est certain que si l'on considère seulement le résultat, la bride est bien évidemment pour le cheval un frein. C'est pour obéir à son action qu'il s'arrête. Mais si nous analysons ce résultat, si nous en cherchons les conditions, il n'est plus possible d'admettre que ce frein agisse en multipliant la puissance du bras de l'homme, à tel point qu'elle arrive jusqu'à annihiler l'impulsion mécanique de l'animal, en la contre-balançant.

Laissant de côté les parties accessoires de la bride, têteière, frontail, montants, œillères, rênes, dont les dispositions variables n'ont qu'un intérêt fort secondaire pour l'hygiène, nous nous occuperons uniquement de la partie essentielle, à ce point de vue, qui est le *mors*, pièce de fer s'appliquant, comme on sait, sur la mâchoire inférieure.

C'est le mors, en effet, qui est l'agent direct de l'effet qu'on attribue à la bride. Dans les idées les plus répandues, c'est le mors qui vaincrait, manié par la main de l'homme, les résistances purement physiques de l'animal. De là toutes les combinaisons ayant pour but d'en augmenter la puissance, en le rendant plus offensif, plus dur à la bouche dans laquelle il est placé, proportionnellement au défaut de sensibilité de celle-ci.

Nous avons depuis longtemps (1) démontré péremptoirement que tout cela s'appuie sur une erreur fondamentale. Il est bien évident que le cheval se soucierait fort peu, s'il le voulait, de l'action physique du mors, et il le montre parfois assez clairement lorsque, exaspéré par des attaques maladroites, il se départ de sa soumission purement volontaire à l'homme. Si donc il obéit aux impulsions qui lui sont communiquées par l'intermédiaire de la bride, c'est qu'il le trouve bon, non point qu'il ne puisse faire autrement.

Il en faut conclure que la bride, dans son ensemble, est

(1) Art. BOUCHE du *Nouveau Dictionnaire de Médecine, de Chirurgie et d'Hygiène vétérinaires*, t. II, 1856.

simplement un moyen à l'aide duquel nous nous mettons en communication avec l'animal sans l'intermédiaire de la parole, une sorte de truchement qui sert à lui transmettre nos désirs et nos volontés. Et la preuve, c'est qu'il est avant tout nécessaire de lui apprendre à connaître la signification de ces actions par ce qu'on appelle le dressage. Il ne les comprend pas du premier coup. S'il s'agissait seulement d'une influence mécanique, en serait-il ainsi? L'erreur vient de ce que l'on considère les animaux comme de simples automates, tandis qu'ils sont, en réalité, des êtres sensibles et pensants, souvent plus raisonnables que les hommes qui s'intitulent orgueilleusement leurs maîtres.

C'est donc sur l'intelligence de l'animal seulement que le mors peut agir. Il provoque, par des signes convenus, les déterminations de sa volonté, en les conformant à celle de l'homme qui le conduit. Les actions du mors constituent, en fait, une langue plus simple, plus rapide et plus facilement perceptible que la parole, qui la remplace, d'ailleurs, dans beaucoup de cas. Les impressions produites sur la bouche par le mors, agissant au moyen des rênes de la bride, sont comprises de l'animal. Il y obéit parce qu'il le veut bien, mais non parce qu'il ne peut faire autrement.

Ces considérations incontestables conduisent à conclure que, pour le dressage du jeune Équidé, le mors le plus doux est toujours le meilleur, et que, dans tous les cas, il faut agir sur la bouche avec une grande modération.

C'est ainsi que, pour triompher des résistances opposées par les individus indociles, au lieu d'avoir aussitôt recours à des mors d'une puissance physique de plus en plus grande, — ce qui ne manque jamais d'augmenter les défauts de leur caractère, — il est plus efficace d'agir sur leur intelligence par la douceur et les bons procédés, et de capter ainsi leur confiance et leur soumission. La cause première de l'indocilité est le plus souvent due, précisément, à la douleur maladroitement imposée au début par un mors trop dur sur des natures nerveuses et sen-

sibles, qui sont portées à réagir. Cette douleur répétée les exaspère et leur fait perdre la tête.

Le *bridon* ou *filet* est un diminutif de la bride, dont il diffère surtout par l'absence de gourmette et de branches ou leviers au mors, qui est, en outre, formé de deux parties articulées. Il est, pour ce motif, considéré avec raison comme plus doux que la bride. Son rôle est, d'ailleurs, le même.

Le *caveçon* est une bride où le mors est remplacé par une pièce de fer courbée qui se place sur le nez de l'animal. Elle porte, sur ses bords concentriques, des dents qui offensent la peau par la pression qu'on imprime au caveçon en tirant sur une longe fixée à sa partie moyenne au moyen d'un anneau. Le caveçon, qui s'emploie pour conduire les étalons, est, en somme, peu offensif.

Harnais de travail. — Les pièces du harnachement pour porter ou pour tirer, quelle que soit leur forme, doivent remplir une condition qui est la même pour tous et qu'il suffira d'indiquer, sans entrer dans les détails de leur confection, qui ne seraient pas ici à leur place.

Qu'il s'agisse de la *selle*, du *bât*, de la *sellette*, du *collier*, de la *bricole*, de l'*avaloire* ou des *traits*, ce qu'il faut avant tout, c'est qu'ils soient bien ajustés à l'animal qui doit les porter.

Un harnais est bien ajusté lorsqu'il ne gêne aucun mouvement et s'applique exactement sur les parties qui doivent le supporter, sans y produire de frottements et de façon à ce que la pression se répartisse également sur toutes ces parties. Ce ne peut, en outre, être celles dans lesquelles les os sont immédiatement sous-jacents à la peau, telles que le garrot et l'épine dorsale, par exemple.

L'ajustement exact s'oppose aux déplacements du harnais. La peau, lorsque celui-ci ne joue pas à sa surface, n'en subit que des pressions directes, d'ailleurs amorties, dans la plupart des cas, par des coussins élastiques formés de crin ou de bourre, ou encore par des coussins à air, à l'aide desquels le contact est établi d'une manière permanente.

La condition principale, dans la confection des harnais dont nous parlons, est donc qu'ils s'appliquent exactement sur les parties où ils doivent porter, pour recevoir l'impulsion qu'ils ont à transmettre, en laissant entièrement libres celles qui exécutent les mouvements dans la locomotion, qui présentent des saillies osseuses ou qui servent au passage de l'air se rendant à l'intérieur des poumons. Plus étendue est la surface sur laquelle se répartit la pression totale, moindre est cette même pression par unité de la surface.

La *selle*, la *sellette* ou le *bât* seront aussi légers que possible et évidés en regard de la tige vertébrale, surtout en avant, au niveau du garrot, et leurs panneaux se prolongeront vers la région de l'épaule, sans, toutefois, toucher celle-ci, de manière à ce qu'ils trouvent, dans le sillon qui longe l'extrémité supérieure et postérieure de l'omoplate, un point d'appui qui empêche le harnais de gagner en avant. Il importe, en outre, pour cela, que les sangles demeurent toujours suffisamment serrées ; et, à cette condition, la croupière devient un accessoire dont il est préférable, le plus souvent, de se passer, à moins que la conformation de l'animal soit vicieuse au point de le rendre absolument nécessaire. En tout cas, cet accessoire devient une cause presque certaine de gêne et de blessure, lorsqu'il agit constamment.

Quant au *collier*, il ne doit pas porter non plus sur le garrot, ni en bas sur la trachée. On obtient ce résultat en lui donnant des mamelles suffisamment renflées, se mouvant exactement sur la base de l'encolure, sans gêner les mouvements de l'épaule et de l'articulation scapulo-humérale.

Il convient qu'il soit, lui aussi, réduit au moindre poids, tout en lui donnant les proportions nécessaires à sa solidité et aux pressions qu'il doit supporter. Il règne, à cet égard, un préjugé préjudiciable aux animaux. C'est une sorte de luxe de donner aux colliers de gros traits des proportions énormes, par les dimensions de leurs attelles, et de les surcharger d'ornements, de housses et de grelots. On a cherché à en démontrer l'utilité par ce fait que

cela augmenterait la force de traction. L'animal qui tire, dit-on, entraîne la charge non seulement en raison de sa force musculaire, mais encore en raison de sa masse, qu'il projette en avant par le déplacement de son centre de gravité. C'est une erreur, ainsi qu'on l'a vu par le mécanisme de l'impulsion en avant. Les colliers lourds ne font que surcharger les moteurs en pure perte.

Le plus sage est de ne donner au collier que les proportions nécessaires pour assurer sa solidité, en n'y adaptant que des attelles suffisantes pour attacher les chaînettes et les traits qui viennent y aboutir. Cela est en même temps plus utile, plus commode et moins cher. Nous en donnons deux modèles (fig. 28 et 29).

Nous ne dirons qu'un mot de la *bricole*, usitée surtout pour les attelages de l'artillerie. Elle utilise mal l'effort, mais elle a des

avantages qui compensent ses défauts. Il faut la réserver pour les chevaux qui n'ont pas à dépenser toute la puissance dont ils disposent. Son avantage principal est dans sa grande légèreté.

L'*avaloire* des limoniers ne doit pas exercer sa pression en dehors de la partie la plus saillante des fesses.

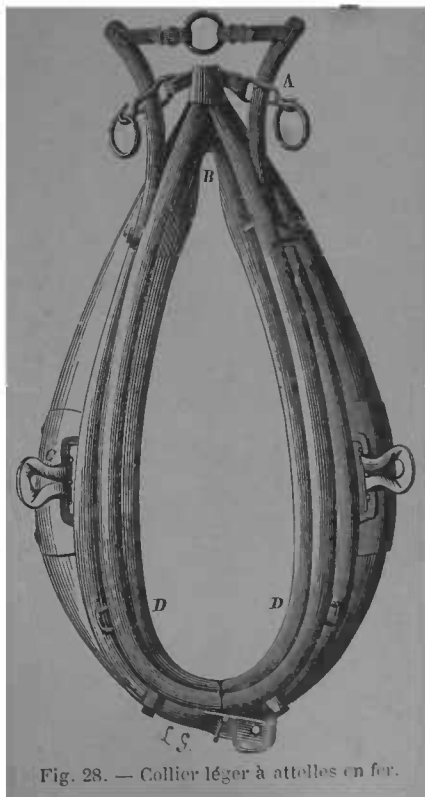


Fig. 28. — Collier léger à attelles en fer.

Les *traits* doivent toujours être disposés de manière à ne pas frotter le long du corps de l'animal, et attachés au collier de façon à ce que le tirage fasse également ap-

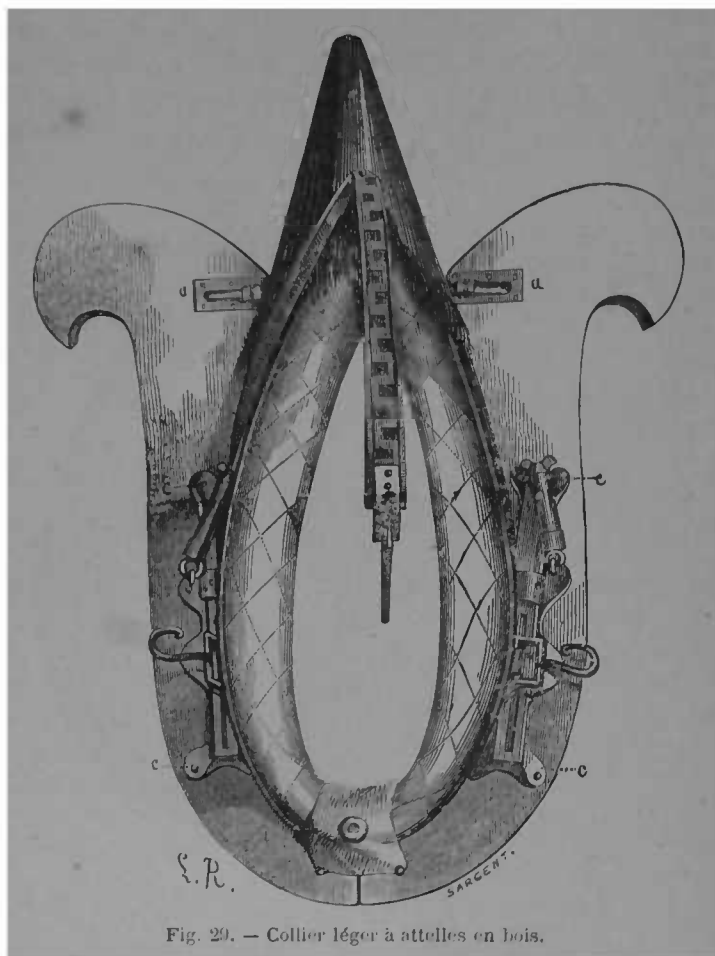


Fig. 29. — Collier léger à attelles en bois.

puyer ses mamelles sur tous les points qu'elles embrassent, autour de la base de l'encolure.

Des recherches, poursuivies en même temps en France par Marey, et en Allemagne par Führmann, ont établi que

l'effort transmis par les traits est beaucoup mieux utilisé quand ils sont élastiques. Il résulte de vérifications expérimentales exécutées à Halle, avec une sorte de ressort inventé par Führmann, que l'économie de traction s'élève en ce cas jusqu'à 20 p. 100. Des expériences analogues, exécutées à Grignon par Ringelmann, ont donné de 8,26 à 9,44 p. 100 d'économie. Celle-ci, dans les efforts de démarrage, a atteint jusqu'à 50,27 p. 100.

Il en a été de même au sujet de la suspension élastique des véhicules, jouant le rôle d'amortisseur. Divers modèles de ces véhicules, essayés également par Ringelmann, ont accusé des économies de traction allant de 16,26 à 30,51 p. 100, selon l'état de la voie, mais généralement maintenues au-dessus de 20 p. 100. L'effort de démarrage a été abaissé jusqu'à 54,50 p. 100.

On voit l'intérêt qu'il y a, pour l'hygiène des moteurs, à tenir compte de la considération sur laquelle l'attention est ici appelée.

Harnachement des Bovidés. — Le mode d'attelage le plus usité pour les Bovidés est celui qui les réunit par paire au moyen du *joug couplant*, auquel ont été données des formes très diverses.

On parle beaucoup de la gêne qu'il occasionne et des attitudes fatigantes qu'il nécessite. Pour faire ressortir ses inconvénients, on fait remarquer, en outre, qu'il exige une action constamment synergique des deux individus ainsi couplés, sans quoi la traction divergente annihile nécessairement une partie de la somme des efforts. Ceux-ci, n'étant plus parallèles, ne donnent que la résultante représentée par la diagonale du parallélogramme des forces.

Il peut y avoir du vrai dans ces reproches relatifs à l'attelage au joug couplant. Sans discuter la question, il faut faire remarquer seulement qu'elle est rendue oiseuse par ce qui sera plus tard établi au sujet du mode d'exploitation le plus économique de la force motrice des Bovidés.

L'hygiène de ceux-ci n'est, d'ailleurs, point intéressée dans la question.

CHAPITRE VI

APPAREIL DE LA DIGESTION

Organes. — Les organes de la digestion sont la *bouche*, les *dents*, les *glandes salivaires*, le *pharynx*, l'*œsophage*, l'*estomac*, les *intestins*, le *pancréas* et le *foie*.

1. — Bouche.

Définition. — La bouche est la cavité par laquelle commence le tube digestif et qui est située entre les deux mâchoires. Elle est limitée en avant par les lèvres; en arrière par le voile du palais et l'isthme du gosier; sur les côtés par les joues; en haut par le palais; enfin en bas par l'espace intermaxillaire dans lequel se trouve logée la langue.

Lèvres. — Au nombre de deux, l'une supérieure, l'autre inférieure, les lèvres sont réunies sur les côtés par des commissures. Elles sont constituées par des muscles recouverts de la peau. Le principal est commun aux deux lèvres : c'est l'*orbiculaire*, sorte de sphincter, dont l'action est de clore la bouche. Les autres relèvent ou abaissent celui-là. L'un d'eux, situé au-dessous de la lèvre inférieure, constitue la *houppette du menton*.

Très mobiles chez les Équidés, les Ovidés et les Suidés, elles sont rigides chez les Bovidés, où la supérieure est surmontée par le *muscle*. Chez les Ovidés, celle-ci montre une échancrure médiane. Chez les Suidés, la supérieure est confondue avec le *groin*, que soutient un petit os particulier, et l'inférieure est plus courte.

La face extérieure des lèvres, dépourvue, chez les Équidés, des poils qui recouvrent les autres parties du corps, en porte un certain nombre de longs et rigides, qui

sont de véritables organes de tact. La face interne, lisse, est recouverte par la muqueuse buccale tapissée par un épithélium pavimenteux percé de nombreuses ouvertures par lesquelles s'échappe sans cesse un liquide visqueux provenant des glandules labiales situées dans l'épaisseur de la muqueuse. Ce sont ces glandules qui laissent échapper les gouttelettes que l'on voit sourdre lorsqu'on soulève la lèvre supérieure, ou qu'on abaisse l'inférieure.

Joues. — Elles ont pour base, de chaque côté de la bouche, le muscle masséter, qui va de l'os zygomatique et de la crête ou de l'épine zygomatique du grand sus-maxillaire au bord refoulé ou tranchant de la mandibule, et le muscle ptérygo-maxillaire ou masséter interne, puis le muscle alvéolo-labial, allant de dessous le masséter à la commissure des lèvres. Leur face interne est tapissée par la muqueuse buccale, qui, dans tous les genres autres que celui des Bovidés, est lisse et revêtue d'un épithélium pavimenteux. Chez les derniers, elle est hérissée de prolongements coniques de consistance cornée.

Palais. — Il a pour base osseuse les parties dites palatines des grands sus-maxillaires et des os incisifs et aussi le palatin. Creusée de sillons transversaux en forme d'arc, sa muqueuse ressemble en tout point à celle des joues.

Isthme du gosier. — Ouverture postérieure de la bouche, bordée par les amygdales, glandes en grappes situées de chaque côté et revêtues par la muqueuse, et fermée par le voile du palais, repli muqueux qui descend jusqu'à la base de la langue chez les Équidés.

Langue. — Attachée à l'os hyoïde par sa base, au fond de la bouche, maintenue par des muscles dans la plus grande partie de son étendue, elle est libre pour le reste dans l'espace intermaxillaire. Elle est constituée par plusieurs muscles, dont les insertions sont inutiles à indiquer en détail. Ces muscles, dont l'un forme la substance propre de la langue, lui impriment les mouvements très variés qu'elle accomplit. La langue est plus longue, plus effilée et plus mobile chez les Bovidés que dans les autres genres.

Recouverte, comme tout le reste de la bouche, par la *muqueuse buccale*, celle-ci est revêtue d'un épithélium très épais, mamelonné et rugueux dans certaines de ses parties supérieures, et mince, au contraire, à la face inférieure de sa partie libre, surtout dans le point où la muqueuse se replie pour constituer ce qu'on appelle le *frein de la langue*.

Chez les Bovidés, toute sa surface supérieure est pourvue d'un épithélium corné plus mamelonné et plus rugueux, qui lui donne l'aspect d'une râpe.

Dentition. — En avant et de chaque côté de la bouche,

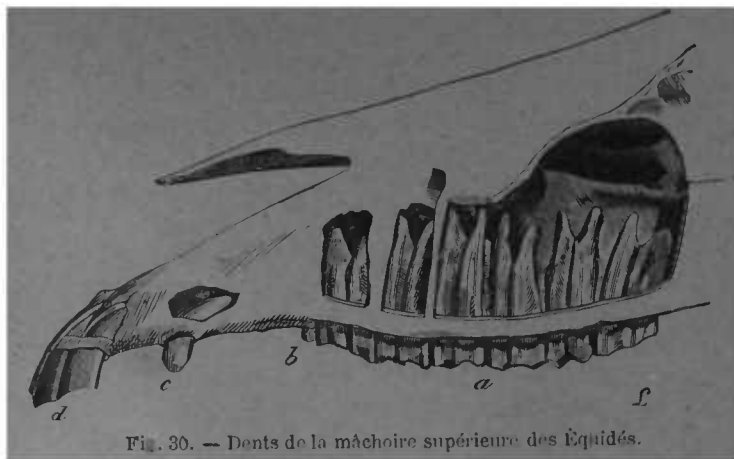


Fig. 30. — Dents de la mâchoire supérieure des Équidés.

on observe les *dents*. Nous devons nous y arrêter davantage, à cause de l'importance de ces organes au triple point de vue de la caractéristique zoologique, de la fonction digestive et du parti qui en a été tiré pour déterminer l'âge des animaux.

Les *dents*, logées dans les alvéoles des mâchoires, sont rangées les unes à côté des autres, en séries. On y distingue des *molaires* et des *incisives*.

Les molaires forment quatre rangées, dont chacune correspond à l'un des côtés de la mâchoire supérieure et de la mâchoire inférieure (*a*, *b*, fig. 30, 31 et 32).

Les incisives (*d*) forment une arcade unique à l'extré-

mité antérieure des deux mâchoires ou d'une seule. Elles sont disposées en segment de cercle. Elles sont paires et en nombre variable et ainsi désignées : les deux centrales sont les *pincées* ; celles qui viennent ensuite sont les *mitoyennes* ; les deux extrêmes s'appellent les *coins*.

Chez les mâles d'Équidés et de Suidés, il existe encore à chaque mâchoire deux dents pointues, dites *crochets* (*c*), situées vers le milieu de l'espace qui sépare la première molaire du coin. Chez les femelles, elles sont rudimentaires ou n'existent point du tout. Exceptionnellement, certaines juments ont cependant des crochets complètement développés. Elles sont vulgairement qualifiées de *brehaignes*, vieux mot français qui signifie stériles. Les bords tranchants des maxillaires situés entre le coin et la première molaire sont appelés *barres*.

Chez les Bovidés et les Ovidés, il n'y a des dents incisives qu'à la mâchoire inférieure, où elles sont au nombre de huit, dont deux paires de mitoyennes. Les supérieures sont remplacées par un bourrelet cartilagineux. Du reste, voici les formules dentaires de nos quatre genres d'animaux, à l'état adulte, c'est-à-dire pourvus de leur dentition persistante ou permanente complète : les incisives y sont désignées par I, les crochets par C et les molaires par M :

$$\text{Équidés mâles : } \frac{I 6 + C 2 + M 12}{I 6 + C 2 + M 12} \quad \text{Femelles : } \frac{I 6 + C 0 + M 12}{I 6 + C 0 + M 12}$$

$$\text{Bovidés et ovidés : } \frac{I 0 + M 12}{I 8 + M 12}$$

$$\text{Suidés : } \frac{I 6 + C 2 + M 14}{I 6 + C 2 + M 14}$$

Les jeunes animaux présentent une dentition particulière, composée de *dents caduques*, dites *dents de lait*, qui sont moins nombreuses et plus petites. Il n'y a, en effet, que trois molaires caduques, les trois premières de chaque rangée ; les incisives caduques, plus blanches et plus courtes que les permanentes, présentent, chez les Équidés, un rétrécissement ou collet.

De là une première et une seconde dentition, l'une dite caduque et l'autre permanente.

Structure des dents. — La structure des dents diffère, quant à la disposition des substances qui les constituent, suivant qu'on considère les molaires ou les incisives; mais elle est dans les deux cas essentiellement composée de trois substances distinctes qui sont: l'émail, l'ivoire ou dentine, et le ciment.

L'émail est une substance très dure, d'une couleur laiteuse, formée d'éléments prismatiques placés de champ et appelés *prismes de l'émail* (fig. 33, a a).

L'ivoire ou dentine est composée d'une substance fondamentale homogène et d'un grand nombre de filaments creux dits *tubes de la dentine* ou *canalicules dentaires* (b b). La couleur en est d'un blanc jaunâtre.

Le ciment est constitué par des éléments osseux.

La *pulpe dentaire* ou *papille* est la partie vivante ou sensible de la dent. Elle

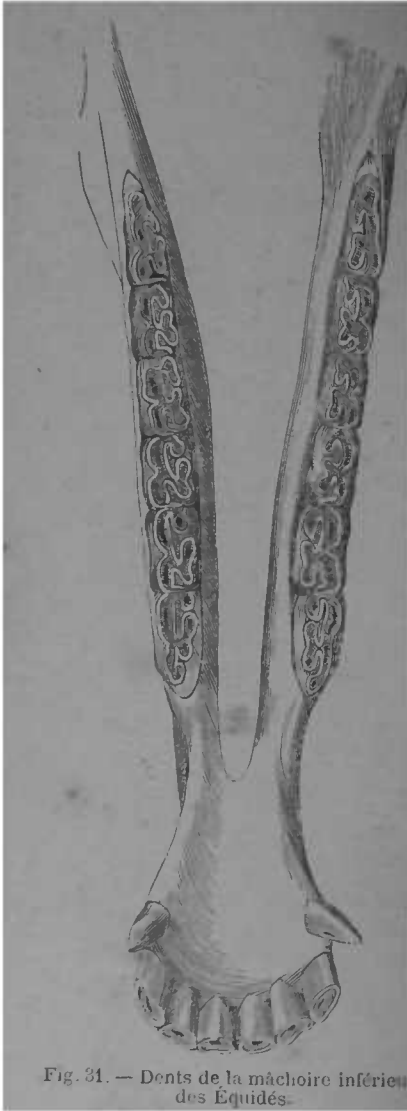


Fig. 31. — Dents de la mâchoire inférieure des Equidés.

est contenue dans la cavité intérieure de celle-ci. C'est une masse conjonctive, contenant des vaisseaux sanguins et des filets nerveux. Elle est enveloppée par une membrane fibreuse qui, après sa sortie par l'ouverture de la

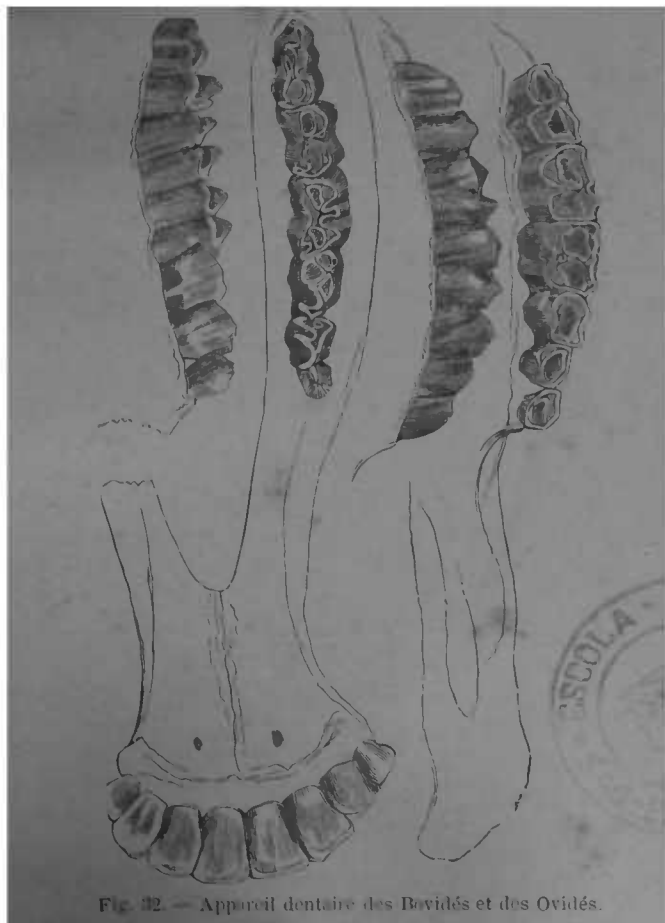


Fig. 32. — Appareil dentaire des Bovidés et des Ovidés.

racine dentaire, s'épanouit pour former le périoste de l'alvéole et se confondre ensuite avec la gencive.

Forme des dents. — Les dents *molaires* ont, chez les **Équidés**, la forme d'un parallépipède sensiblement rec-

tangle, excepté pour la première et la dernière de chaque rangée, qui sont des prismes à base triangulaire (fig. 30). Des saillies régulières et tranchantes, formées par des plis intérieurs de l'émail, se montrent à son sommet. En s'usant par le frottement, ces saillies font place à une surface plane, inclinée de dehors en dedans pour les mo-

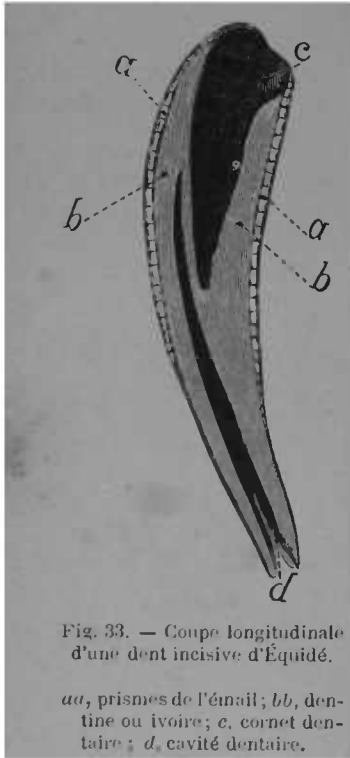


Fig. 33. — Coupe longitudinale d'une dent incisive d'Équidé.

aa, prismes de l'émail; *bb*, dentine ou ivoire; *c*, cornet dentaire; *d*, cavité dentaire.

laires supérieures, de dedans en dehors pour les inférieures, de manière à ce que les deux plans se correspondent exactement. Sur cette surface apparaissent les tranches des replis de l'émail, avec l'aspect de rubans onduleux (fig. 30 et 31), qui forment des sortes de nervures intérieures, répétées aux bords de la dent pour la couche extérieure qui enveloppe la couronne.

La figure de ces nervures est la même chez toutes les espèces d'Équidés, pour la même rangée de molaires. Elle diffère entre les supérieures et les inférieures. Les plis extérieurs de l'émail donnent aux surfaces des deux sortes de molaires des formes différentes.

Les molaires supérieures, sauf la première et la dernière, montrent, sur leur face externe, deux sillons longitudinaux profonds, séparés par une côte épaisse. Les inférieures n'en ont qu'un médian plus étroit.

Chaque molaire présente plusieurs cavités dentaires remplies par la pulpe.

Chaque molaire présente plusieurs cavités dentaires remplies par la pulpe.

Les molaires des Bovidés et des Ovidés (fig. 32) ont la forme d'un prisme à base de parallélogramme rectangle. Leurs sillons externes sont plus nombreux et plus pro-

fonds et leur table présente deux fortes échancrures séparées par des saillies tranchantes. Celles des Ovidés sont mamelonnées et entièrement recouvertes d'émail.

La forme générale des *incisives* d'Équidés est celle d'une pyramide renversée et incurvée, de telle sorte que lorsqu'elles occupent leurs alvéoles, la concavité soit du côté de l'intérieur de la bouche. L'incurvation est plus forte dans les incisives supérieures que dans les inférieures.

De la base au sommet de cette pyramide, la coupe ne présente pas à toutes les hauteurs la même figure. Assez régulièrement elliptique à la base, elle va insensiblement en se rapprochant du triangle, en passant nécessairement par le cercle. Le triangle, d'abord à peu près équilatéral, devient isocèle à mesure que la coupe se rapproche du sommet de la pyramide ou de l'extrémité de la racine de la dent.

L'incisive entière présente à sa base, dont les bords sont inégaux et tranchants, une cavité dite *cornet dentaire* (fig. 33, c), formée par un repli de l'émail qui s'infléchit de dehors en dedans. Ce cornet est dirigé obliquement d'avant en arrière et pénètre jusqu'à une certaine profondeur, plus grande dans l'incisive supérieure que dans l'inférieure. La *cavité dentaire* (d), contenant la pulpe, s'étend en avant, en sens inverse, et se termine comme lui en cul-de-sac.

A mesure que l'animal avance en âge, le cornet et la cavité dentaire se remplissent l'un de ciment et l'autre d'ivoire ou de dentine de nouvelle formation; dans la cavité dentaire, l'ivoire remplace l'extrémité de la papille, à

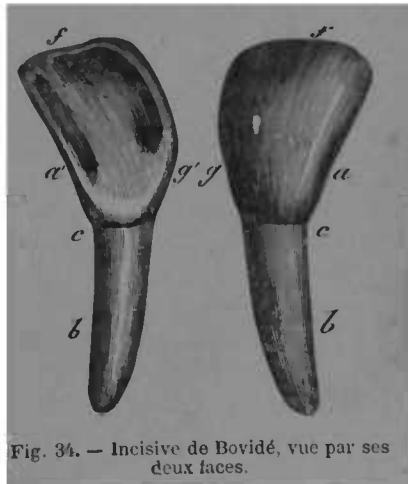


Fig. 34. — Incisive de Bovidé, vue par ses deux faces.

mesure que la dent est lentement chassée de son alvéole par le rétrécissement du maxillaire.

Les incisives de Bovidés et d'Ovidés ont la forme d'une palette entièrement recouverte d'émail (fig. 34). Elles ne diffèrent que par le volume. Chez les Suidés, les unes ressemblent à celles des Équidés, les autres à celles des rongeurs.

Le frottement des deux arcades d'incisives l'une sur l'autre ou de l'arcade unique sur le bourrelet cartilagineux use les bords tranchants des dents et nivelle leur base, qui présente alors distinctement, sur ce qu'on appelle la *table dentaire*, les trois substances constituantes de la dent : sur les bords, l'émail externe ; au centre, chez les Équidés, le ciment entouré d'un ruban d'émail interne, circonscrivant l'ancienne cavité du cornet ; enfin, entre celui-ci et l'émail externe, l'ivoire. Au milieu de l'ivoire dentaire apparaît, à un certain degré d'usure de la table, la dentine de nouvelle formation qui remplit le sommet de la cavité papillaire de la dent. Ce point central, de nuance plus claire, porte le nom d'*étoile dentaire*, qui lui a été donné par Girard.

Évolution des dents. — Les premiers éléments de formation des dents, appelés *follicules dentaires*, appartiennent aux épithéliums. Ils apparaissent successivement pour les deux dentitions, durant la vie intra-utérine, dans l'intérieur des maxillaires. Au moment de la naissance, toutes sont formées, à des états divers d'avancement. Un nombre variable de caduques sont quelquefois déjà sorties et occupent les alvéoles. Les autres, ainsi que les permanentes, sont à des profondeurs différentes entre les deux tables des maxillaires, pour en sortir à des moments déterminés. On croit généralement que l'avulsion des caduques hâte l'éruption des permanentes, en rendant la place libre, et, en conséquence, cette avulsion est pratiquée chez les jeunes chevaux dans l'intention de les faire paraître plus âgés qu'ils ne sont en réalité. Il n'y a rien de fondé dans une telle croyance.

Dans les conditions naturelles du développement des animaux, il y a une relation nécessaire entre l'évolution

de leur première et de leur seconde dentition et celle des os du squelette.

L'apparition successive des dents caduques et leur remplacement par les dents permanentes se font durant la *période de croissance* de ce même squelette, dite *période de jeunesse*. Cette première période de la vie se divise en deux phases, dont l'une, correspondant au temps qui s'écoule depuis la naissance jusqu'au moment où les mâchoires, pourvues de leur première dentition, vont commencer à se munir de la seconde dentition, est appelée *première jeunesse*; l'autre, celle de la *seconde jeunesse*, se termine lorsque la dentition permanente est complète. C'est durant cette dernière phase que s'achève, suivant un ordre déterminé, la soudure de toutes les épiphyses des grands os longs, à la suite de laquelle, la croissance de ceux-ci étant terminée, la taille de l'animal ne subira plus désormais aucun changement.

Alors est arrivé l'état ou l'*âge adulte*, caractérisé visiblement par la dentition permanente complète. Tous les tissus ont acquis leurs propriétés anatomiques et physiologiques entières.

L'évolution de l'appareil dentaire n'est pas pour cela terminée chez les Équidés. A mesure que le temps s'écoule, les dents sont incessamment chassées de leurs alvéoles par le rétrécissement du fond de celles-ci, de manière à ce que leur partie libre ou couronne fût de plus en plus longue, si rien n'intervenait pour la raccourcir. C'est ce qui arrive lorsqu'une des deux dents correspondantes a disparu, soit à la mâchoire supérieure, soit à l'inférieure, ou lorsque, étant déviées, elles ne se rencontrent point. Mais comme, normalement, les arcades dentaires frottent les unes sur les autres et s'usent, il en résulte que l'usure compense l'évolution et que les dents conservent, en général, jusqu'à la fin de la vie, une longueur de couronne ou de partie libre toujours sensiblement égale. Il n'en est pas ainsi dans les autres genres.

Nous savons qu'à toutes les hauteurs de la dent incisive de l'Équidé, la coupe ne s'en présente point avec des figures identiques. On conçoit donc qu'en observant les

figures qui se succèdent sur la table des incisives, résultant de leur usure, et en déterminant avec précision leur ordre de succession, ainsi que les temps qui séparent leurs apparitions, il ait été possible d'en tirer des indications justes sur l'âge des animaux adultes ; de même qu'en notant l'ordre et le moment d'évolution des dents caduques d'abord, puis des dents de remplacement, on a des données exactes sur le temps écoulé durant la période de la jeunesse.

L'évolution dentaire n'est pas toujours la même dans tous les genres d'animaux que nous considérons. Elle n'est pas non plus toujours la même ni dans chaque genre, ni dans chaque race, ni dans chaque variété. Rigoureusement, elle varie avec les individus. Il n'en est pas moins vrai qu'on peut tirer de son observation des indications assez précises pour les besoins de la pratique, en restant dans de certaines limites fournies par la théorie de cette évolution.

Les variations qu'elle présente, dans chaque genre, portent à peu près exclusivement sur le temps qu'exige le développement complet du squelette, par conséquent sur la durée de la période de croissance, pendant laquelle apparaît la dentition permanente. Cette durée est étroitement sous la dépendance de l'alimentation, qui est elle-même, on le comprend bien, relative aux temps et aux lieux. La fertilité naturelle du sol, la culture dont il est l'objet, le régime auquel les animaux sont soumis, suivant que l'homme se mêle plus ou moins à leur existence, influent considérablement sur leur alimentation.

Quand ils vivent en liberté, cherchant eux-mêmes leur nourriture, il y a toujours, sous tous les climats, une saison plus ou moins longue durant laquelle ils sont exposés à une disette relative. Le sol ne leur fournit alors qu'une alimentation à peine suffisante pour les entretenir en vie. Le développement se ralentit ou cesse tout à fait faute de matériaux de construction. Ici, c'est le froid qui arrête la végétation ; là, c'est la chaleur qui produit la sécheresse et se traduit de même pour les végétaux.

Dans l'état domestique, où les animaux sont hébergés

durant cette saison de disette naturelle dans les habitations, le développement de leur squelette est proportionnel à la quantité et à la qualité des aliments qu'ils y reçoivent, et dépend conséquemment des provisions qui en ont été faites. Celles-ci sont relatives à l'état de l'agriculture, qui a subi avec le temps de grands changements.

La durée de la période de croissance, ou le temps écoulé depuis la naissance jusqu'à l'achèvement de la soudure des épiphyses des os longs et de l'évolution de la dentition permanente, caractérisant l'état adulte, ne peut donc avoir rien de fixe. Cette durée ne peut pas être aujourd'hui ce qu'elle était il y a cinquante ans, cent ans et plus; elle ne peut pas être au nord ce qu'elle est au midi, à l'est ce qu'elle est à l'ouest; dans un système de culture avancé, ce qu'elle est dans un système arriéré.

Aussi, les auteurs qui prennent présentement pour base de leurs déterminations de l'âge des animaux les faits qui ont été constatés à des époques déjà anciennes, sans tenir compte des changements survenus dans ces diverses circonstances qui influent sur l'évolution du système dentaire, s'exposent-ils à commettre les plus graves erreurs. C'est le cas, par exemple, de Goubaux et Barrier (1), qui n'ont pas hésité à affirmer, contrairement aux faits constatés par tous les éleveurs d'animaux perfectionnés, qu'il n'y a point de races précoces et que l'évolution hâtive des dents ne se montre que sur quelques individus exceptionnels et sous des influences encore indéterminées.

Chronomètre dentaire. — Les premières recherches scientifiques sur le sujet remontent à l'année 1811 et sont dues à J. Girard (2). Un peu plus tard, en 1824, le fils de l'auteur, N.-F. Girard, les continua et en développa les résultats dans un mémoire remarquable (3), revu ensuite

(1) GOUBAUX et BARRIER, *De l'extérieur du cheval*, 2^e édit., p. 655. Paris, Asselin et Houzeau, 1890.

(2) J. GIRARD, *Annales de l'Agriculture française*, t. XLVI.

(3) N.-F. GIRARD, *Recueil de médecine vétérinaire*, année 1824, nos de janvier, février et mars.

et publié avec des additions considérables par Girard père, vers 1834 ou 1835 (1). Ce sont les faits exposés dans cet ouvrage qui servent encore le plus souvent de base à l'enseignement donné sur l'évolution du système dentaire.

Girard n'avait point manqué d'observer que cette évolution présente des variations subordonnées aux circonstances. « L'apparition des dents incisives hors des alvéoles, remarque-t-il (2), s'effectue, comme il a été dit ci-dessus, à des époques déterminées et assez bien connues; elle peut cependant avancer ou retarder de quelques mois, suivant l'état constitutionnel des animaux, et selon que ces animaux ont pris plus ou moins de corps. Chez les sujets poussés en nourriture, et dont la croissance est prompte, la dentition participe à ce développement; elle est plus hâtive, et les dents, étant plus tôt formées, se montrent plus tôt au dehors. Au contraire, les sujets débiles, malingres, rabougris, retardent toujours; et il en est de même pour les individus qui ont pâti, ont été excédés de travail, et ne se sont développés qu'imparfaitement.... »

Mais l'auteur s'est borné à cette observation générale; et malgré les études plus récentes de Simonds et d'autres sur l'évolution hâtive des dents chez les sujets courtes cornes, on n'en a pas moins continué de prendre pour règle, dans la détermination de l'âge par l'examen de la dentition, les indications de Girard, qui ne correspondent plus exactement à l'état actuel des choses dans le plus grand nombre des cas.

En outre de ce qu'elles sont en erreur en ce qui concerne les moments d'apparition des dents permanentes, par le fait des changements que les progrès agricoles ont amenés dans le régime alimentaire des animaux, ces indications, fort compliquées, portent le plus souvent sur des signes tout à fait inutiles. Ces signes manquent de précision.

(1) *Traité de l'âge du cheval*, par feu N.-F. GIRARD, 3^e édition, publiée avec des changements et augmentée de l'âge du bœuf, du mouton, du chien et du cochon, par J. GIRARD. Paris, Béchét jeune. Sans date.

(2) *Loc. cit.*, p. 103.

Dans l'état actuel de la science, ils peuvent être remplacés par d'autres beaucoup plus simples et plus faciles à retenir, leur signification étant plus scientifique.

Notre appréciation ne peut en rien diminuer le mérite de l'œuvre des Girard, hâtons-nous de l'ajouter. Le meilleur hommage qu'on puisse rendre à ceux qui ont ouvert une voie, c'est de la suivre et de chercher à perfectionner le travail qu'ils ont accompli.

Du reste, les bases fondamentales de l'étude dont il s'agit restent les mêmes. Les indications du temps écoulé depuis la naissance de l'animal se tirent toujours de l'apparition successive des dents caduques, de leur remplacement de même successif par les permanentes, et de l'usure progressive de la couronne de celles-ci, à mesure que se fait leur évolution, laquelle, chez les Équidés, ne se termine qu'avec la vie. Les rectifications qu'il y a lieu d'introduire dans les notions généralement admises portent principalement sur le temps fixe attribué pour l'éruption ou l'apparition de la dentition permanente et sur les signes fournis par son usure, durant la première période qui suit cette apparition complète. Il est possible, croyons-nous, d'arriver sur tous ces points à une simplicité et à une précision qui ne laissent rien à désirer.

D'après Girard, les dernières dents permanentes sont visibles, chez l'Équidé, à l'âge de cinq ans ou soixante mois; chez le Bovidé, il en est de même; chez l'Ovidé, c'est à quatre ans et demi; chez le Suidé, à trois ans. L'Équidé et le Bovidé ne seraient donc pourvus de leur dentition d'adulte qu'à cinq ans révolus; l'Ovidé l'aurait à quatre ans et demi, et le Suidé à trois ans. C'est ce qui est encore aujourd'hui généralement pris pour la règle. L'observation attentive montre au contraire que ces temps d'évolution doivent être considérés comme exceptionnels et comme représentant, actuellement, la limite extrême de durée de la période de croissance dans le sens du maximum.

Cette durée se réduit, ainsi que nous l'avons déjà dit, sous l'influence du mode d'alimentation et selon un processus physiologique dont nous exposerons plus tard la

théorie, quand nous en serons aux méthodes zootechniques. Sa réduction est variable ; mais elle a aussi une limite, pour chaque genre d'animaux, dans le sens du minimum.

L'expérience montre, par exemple, que pour les Équidés et les Bovidés, elle n'est pas jusqu'à présent descendue en-deçà de trente-six mois ou trois ans. On n'a pas vu encore, que nous sachions, un animal de ces genres pourvu de sa dentition permanente complète avant cet âge-là. Chez les Ovidés et les Suidés, elle peut se montrer dès vingt-six à trente-mois.

La première nécessité, pour supputer exactement le temps écoulé depuis la naissance d'un animal adulte, est donc de déterminer quelle a été, entre les deux limites posées, la durée réelle de sa période de croissance. La connaissance expérimentale de l'évolution du système dentaire nous donne le moyen de satisfaire à cette nécessité.

Le moment de l'apparition des premières incisives permanentes, des pinces, ne varie guère chez les grands animaux. Les écarts observés ne dépassent pas trois mois. C'est entre ce moment et celui de l'apparition des dernières ou des coins que se montrent les grandes variations. La différence peut être du simple au double. Il s'agit d'en mesurer l'étendue.

On sait que l'incisive inférieure, une fois sortie du maxillaire et ayant atteint, en dehors de l'alvéole, sa longueur normale, frotte sur une surface de contact, incisive supérieure ou bourrelet cartilagineux. Le frottement use son émail. Girard appelle cela « rasement ». C'est un terme auquel il convient de renoncer, parce qu'il a besoin d'être défini et qu'il manque d'ailleurs de précision. Tout le monde comprend, au contraire, immédiatement la signification de celui d'usure. L'usure de l'émail dentaire, sur la surface frottante, est nécessairement proportionnelle au temps écoulé. Son étendue dépend de la résistance que l'émail oppose pour sa destruction, et par conséquent de sa dureté, qui varie comme les individus, et aussi, chez les Bovidés, de la direction des dents, qui s'éloigne plus ou

moins de la verticale ; mais les variations se maintiennent entre des limites étroites.

Les incisives apparaissent par paires successives. Au moment où se montrent celles de la deuxième paire, les incisives de la première travaillent ou frottent, et conséquemment usent leur émail depuis un certain temps. Leur usure a une certaine étendue lorsque commence celle des dents voisines. Elle a sur celle-ci une avance qui se maintiendra désormais. De même pour la troisième paire à l'égard de la deuxième, et pour la quatrième, quand elle existe, à l'égard de la troisième.

On comprend sans effort que la mesure de la différence d'étendue entre l'usure de l'émail des dents voisines de chaque paire puisse donner celle du temps écoulé entre les moments où elles sont arrivées au contact de leur surface frottante, c'est-à-dire où elles ont commencé à travailler, étant connues les durées extrêmes, au maximum et au minimum, de leur évolution. Il est clair que plus cette différence sera petite, plus le temps aura été court ; plus elle sera grande, plus il aura été long, dans les limites indiquées.

L'expérience montre que chez les grands animaux, Équidés et Bovidés, l'étendue de l'usure de l'émail, pour une année de frottement, est au maximum de 3 à 4 millimètres. Chez les Bovidés, elle dépend toutefois du degré d'obliquité des dents, qui détermine l'étendue de la surface frottante. Plus cette obliquité est grande, plus la surface l'est elle-même. En certains cas, les dents redressées rencontrent le bourrelet seulement par leur bord tranchant. L'usure est alors réduite au minimum.

Si l'apparition des paires d'incisives se fait successivement d'année en année, ce qui est le cas lorsque la période de croissance, pour les Équidés, a une durée totale de cinq ans, les pinces auront déjà subi une usure de 3 à 4 millimètres lorsque les moyennes commenceront elles-mêmes à s'user. Lorsque celles-ci, à leur tour, se montreront usées de la même quantité, les coins commençant leur propre usure, celle des pinces aura atteint de 6 à 8 millimètres, ou le double de l'usure des mi-

toyennes, leur travail durant depuis un temps également double. Tant que vivra le sujet considéré dans ces conditions, les différences resteront ainsi du simple au double, des paires précédentes aux paires suivantes. L'avance acquise ne se perd plus.

L'apparition se faisant seulement à six mois d'intervalle, ou même à quatre mois, comme dans le cas du minimum de durée de la période de croissance, la différence d'usure sera encore du simple au double en fait, puisque les rapports de travail resteront les mêmes, mais les étendues absolues étant réduites à moitié au plus, les différences relatives paraîtront beaucoup moins grandes. Dans le cas du minimum de durée, elles seront à peine perceptibles à l'œil. L'usure de la première paire, comparée à celle de la dernière, donnera du reste la mesure exacte du temps écoulé durant l'évolution complète. Ce temps comptera autant d'années que l'usure des pinces montrera de fois 3 à 4 millimètres. La difficulté de saisir la différence entre les dents voisines augmentera comme la réduction du temps total. La mesure de celui-ci sera donnée par l'étendue de l'usure de la première paire apparue. Il arrive notamment que les deux dernières paires d'incisives sortent en même temps, ce qui, d'après Yvon (1), ne serait pas rare chez les chevaux de Normandie. En ce cas la différence d'usure entre ces deux paires de dents serait nécessairement nulle.

Cette manière entièrement nouvelle de déterminer la durée de la période de croissance et de distinguer les sujets qualifiés de précoces ou dont la dentition est en avance, comme on dit encore, défie toute contestation. Il est impossible d'arriver à des appréciations justes sur l'âge des individus adultes, à un moment quelconque, si l'on perd de vue les faits sur lesquels elle s'appuie.

Lecture du chronomètre dentaire. — La valeur des signes tirés de l'examen de la dentition, pour supputer le temps écoulé depuis la naissance, varie nécessairement selon le genre des animaux. Ni la forme des incisives, ni

(1) GOUBAUX et BARRIER, *loc. cit.*, p. 669.

la durée normale des intervalles qui séparent leur éruption, ne sont semblables pour tous. La méthode pratique à suivre pour rendre facile et commode la lecture du chronomètre dentaire n'est point la même dans tous les cas. Il faut donc envisager, sous ces divers rapports, chacun des genres en particulier. C'est le seul moyen d'arriver à des résultats d'une précision véritablement utile. On va voir, du reste, qu'en rompant avec la tradition, le problème en question se trouvera considérablement simplifié. Nous pourrons ainsi faire tenir en quelques pages ce qui, pour être exposé complètement, en exigeait auparavant de nombreuses.

Chronomètre des Équidés. — Pour ouvrir la bouche de l'Équidé, afin de mettre en évidence ou de rendre facilement accessible à l'œil l'état de la dentition, il convient d'abord de saisir d'une main, la gauche ou la droite, sa lèvre supérieure, de façon à ce qu'elle puisse être serrée entre les ongles des trois premiers doigts, d'une part, et de l'autre celui du pouce. La douleur que lui fait éprouver le contact du bord tranchant des ongles sur la peau assure ainsi sa docilité. Cela fait, on introduit dans la bouche, par la commissure des lèvres, l'index et le médius de l'autre main jusqu'à l'extrémité libre de la langue, en pressant celle-ci de façon à ce qu'elle soit maintenue fixe en arrière de l'arcade incisive et entre les deux branches du maxillaire ; puis, avec le pouce de la même main on écarte, en l'abaissant, la lèvre inférieure de la supérieure, en même temps qu'on écarte aussi les deux mâchoires l'une de l'autre. Certains auteurs recommandent de prendre la langue à pleine main et de tirer son extrémité libre en dehors de la bouche, sur le côté. Cette manière de procéder, beaucoup moins élégante et moins commode, plus gênante pour l'animal, a en outre l'inconvénient de salir davantage la main.

La bouche ouverte ainsi se montre ou tout à fait dépourvue, ou partiellement, ou complètement pourvue de ses dents. Le premier cas indique qu'il s'agit d'un jeune sujet né depuis moins de six jours. Chez les Équidés, en effet, aucune des dents caduques n'est, sauf de très rares

exceptions, sortie au moment de la naissance. Les incisives centrales ou pincées n'apparaissent que du sixième au dixième jour, ainsi que les trois molaires caduques de chaque rangée.

Si avec elles on constate la présence des mitoyennes, l'animal est âgé d'au moins trente à quarante jours. La présence des coins indique au minimum l'âge de six à huit mois. Ce minimum est caractérisé par l'état même des coins, dont les bords tranchants sont encore intacts. Leur usure plus ou moins avancée montre le temps écoulé depuis qu'ils sont sortis, et si le bord postérieur en est lui-même complètement usé, cela indique la fin de la première jeunesse. Le remplacement des dents de lait va commencer. L'animal est alors âgé de deux ans révolus (fig. 35).

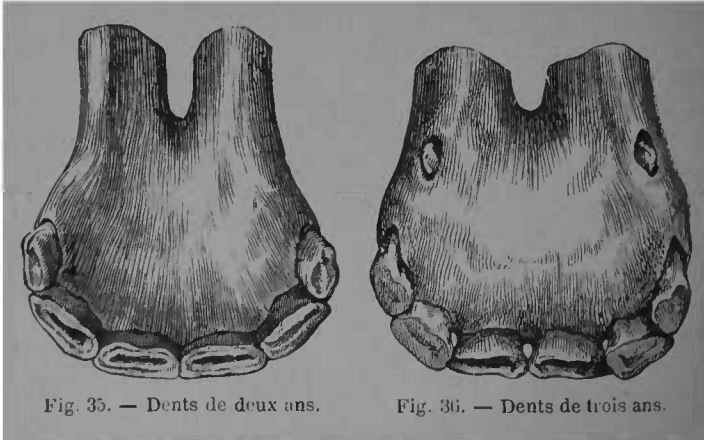


Fig. 35. — Dents de deux ans.

Fig. 36. — Dents de trois ans.

En même temps qu'apparaissent les coins caduques, ou peu après, il s'est produit dans l'évolution de la dentition permanente un phénomène intéressant, dû sans aucun doute à l'accroissement des mâchoires vers leur partie postérieure. Une molaire a fait éruption à chacune des rangées, en arrière de la troisième caduque. A ce moment, c'est-à-dire du huitième au dixième mois, le jeune animal est donc pourvu de seize dents molaires, dont douze caduques et quatre permanentes. Dès qu'on constate la présence de toutes les incisives de lait, il ne

fait donc pas manquer de porter son attention sur les rangées molaires. Il y a pour cela une raison pratique qui sera donnée ultérieurement et qui est indépendante de la considération d'âge.

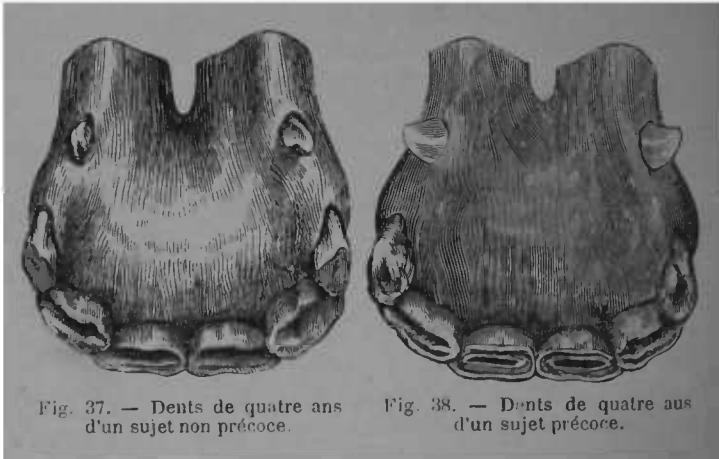
En présence de la dentition complète, surtout vers la fin de la période de première jeunesse, il est bon d'être mis en garde contre une méprise qui s'est souvent produite, et non pas seulement de la part des commençants. Par suite d'inattention, cette dentition est confondue avec la permanente. On prend alors le poulain pour un cheval adulte. La distinction est cependant facile. En outre de ce que les incisives de lait ont un moindre volume, elles montrent au niveau de la gencive un rétrécissement ou collet, et leur coloration est d'un blanc laiteux, tandis que celle des permanentes est toujours un peu jaunâtre.

L'arcade incisive inférieure (il n'y a pas lieu de s'occuper de la supérieure) peut être à la fois composée de dents caduques et de dents permanentes. En ce cas, il y a une paire de ces dernières, ou bien deux. Avec une seule, c'est normalement celle des incisives centrales ou pinces qui se montre. Classant les caduques, elles ont pris leur place. Ce phénomène d'évolution se produit entre l'âge de deux ans et celui de deux ans et demi, ou de vingt-quatre à trente mois. Le sujet qui ne montre que ces pinces permanentes est donc âgé de plus de deux ans. Il peut aussi être âgé de plus de trois. On en juge par le degré d'usure des bords. Si l'antérieur ne dépasse plus le niveau du postérieur, celui-ci restant intact, auquel cas l'émail du cône est seulement séparé de celui du bord antérieur de la dent, l'animal n'a que trois ans. Ses trois ans d'âge ne sont pas encore révolus si le bord antérieur dépasse le postérieur. Ils sont passés si celui-ci, ayant déjà frotté, montre des traces d'usure, et d'autant plus que ces traces sont plus accentuées. Mais, tant que les pinces restent seules, quelle que puisse être leur usure, il a pour sûr moins de quatre ans (fig. 36).

En même temps que ces phénomènes se sont accomplis, la première et la deuxième molaires caduques ont été remplacées à chaque rangée et la cinquième permanente a

fait elle aussi éruption. La soudure complète des épiphyses inférieures des tibias et supérieure des radius, inférieure des fémurs et inférieure des humérus, s'est achevée, coïncidant avec l'évolution dentaire.

Avec l'apparition des mitoyennes, ou en présence de deux paires d'incisives permanentes, ou bien, si l'on veut, quand il ne reste plus que les coins de lait, la lecture du chronomètre n'est plus un problème aussi simple. Le temps écoulé est, en effet, différent, selon qu'il s'agit d'un sujet commun ou d'un sujet précoce. La précocité chez les Équidés, chez les chevaux en particulier, a été contestée. Elle n'est cependant point contestable. Tous ceux qui ont



eu l'occasion d'observer, dans les conditions favorables, beaucoup de jeunes chevaux, en Normandie notamment, l'ont reconnue, et nous en avons pour notre compte, constaté de nombreux cas, dont quelques-uns ont été publiés (1). Toutefois, le chronomètre permet de trancher la question avec la plus grande facilité, d'après les bases qui ont été précédemment posées.

Dans le cas d'un sujet non précoce ou commun, alors que le bord antérieur des mitoyennes est encore intact ou

(1) A. SANSON, *Bulletin et Mémoires de la Société centrale de médecine vétérinaire*, 1896, p. 38 et suiv.

à peine atteint par l'usure, celui des pinces se montre déjà au niveau du postérieur. La table dentaire y est plane. Dans le cas contraire, il y a une différence de niveau, et d'autant plus grande que la précocité est plus forte. Le temps écoulé entre la sortie des deux paires de dents ayant été plus court, l'usure des pinces a été nécessairement moins intense. Avec ses seuls coins de lait l'animal peut donc n'être âgé que de trois ans, ou de trois ans et quelques mois, en un mot n'avoir pas encore quatre ans. Il peut aussi avoir quatre ans révolus et même se rapprocher de cinq ans. Cela dépend de son développement précoce ou non, reconnus aux signes qu'on vient d'indiquer, (fig. 37).

Il arrive que les coins caducs soient absents, bien qu'il n'y ait encore, à leur place, aucune apparence de la sortie des permanents qui auraient dû les chasser. C'est le résultat d'une fraude certaine, ayant pour but de faire paraître l'animal plus avancé qu'il ne l'est réellement, et qui a consisté à arracher ces coins de lait. Cette fraude ne peut tromper que des ignorants ou les gens trop inattentifs. Quand on connaît le mode normal d'évolution des dents, on sait que les caduques ne tombent que poussées par les permanentes, à moins que celles-ci ne sortent un peu en arrière des premières. Dans les deux cas, les permanentes sont toujours visibles au moins par leur bord antérieur tranchant. Ceux qui croient hâter la sortie des dents permanentes en arrachant les caduques correspondantes se trompent également. Cela ne change rien à leur évolution. Elles ne sortent du maxillaire qu'au moment où cette évolution est achevée. La présence de la caduque ne leur est pas du tout un obstacle.

C'est entre le moment de l'éruption des mitoyennes et celui de l'éruption des coins qu'apparaissent les crochets. Leur sortie n'a rien de fixe. Elle varie selon les individus.

Lorsque l'arcade incisive permanente est complète, la seconde jeunesse est terminée. Les mâchoires sont pourvues de toutes leurs dents, car en même temps que se montraient les coins, la troisième caduque a été remplacée et la sixième et dernière permanente de chaque rangée est

déjà sortie elle aussi. Les dernières épiphyses des os longs ont achevé de se souder. Le sujet est adulte, il ne peut plus grandir. Mais pour déterminer son âge réel il faudra supputer le temps écoulé depuis que cet état adulte a été atteint. Les signes en seront désormais fournis uniquement par l'aspect de la table, indiquant l'usure subie par les dents, sous l'influence du frottement.

Avant tout examen de cette table il importe de se mettre en garde encore contre une cause d'erreur relative à la longueur de la partie visible des incisives, depuis les gencives jusqu'au bord antérieur de la table. Cette longueur est normalement de quinze à seize millimètres. Quand elle n'est pas atteinte, c'est que les dents se sont usées outre mesure, leur émail étant insuffisamment résistant. Si elle est dépassée, ce qui dépend au contraire d'une résistance excessive, l'usure a été insuffisante. Sachant que dans les conditions normales les dents s'usent de trois à quatre millimètres par année, ainsi que nous l'avons déjà dit, il sera facile, dans les deux cas, de rectifier ensuite les indications, en ajoutant ou en retranchant à ces indications le temps correspondant aux différences de longueur en dessous ou en dessus de quinze à seize millimètres.

Cela constaté, l'attention devra ensuite se porter sur les cornets dentaires auxquels Girard a donné le nom d'*émail central*, dont la figure et la situation, par rapport à celle de la couche externe d'émail, varie, comme on sait, selon que l'usure est plus ou moins avancée. En comparant les cornets des paires voisines, on sera renseigné sur la durée de la période de croissance ou d'éruption successive des dents permanentes. Ils passent, dans chaque dent, de la figure de l'ellipse à celle du cercle, en diminuant progressivement de diamètre, à mesure que l'usure s'accroît. Moins la différence de dimensions et de figure sera grande entre le cornet de la pince et celui de la mitoyenne, par exemple, ou entre ce dernier et celui du coin, moins facile d'ailleurs à observer, plus la précocité aura été grande. En fait, chez les Équidés, on peut admettre comme règle une durée de quatre ans pour les précoces, et une de cinq pour ceux qui ne l'ont pas été.

Étant fixé sur ce point, il ne reste plus qu'à déterminer le temps écoulé depuis que le sujet a atteint l'âge adulte. En ajoutant ce temps à celui des deux périodes de jeunesse, on aura l'âge actuel. C'est l'aspect donné par l'usure de la table dentaire qui en fournit les signes, dont la lecture est devenue, par les progrès de la science, d'une simplicité merveilleuse, comme on va le voir.

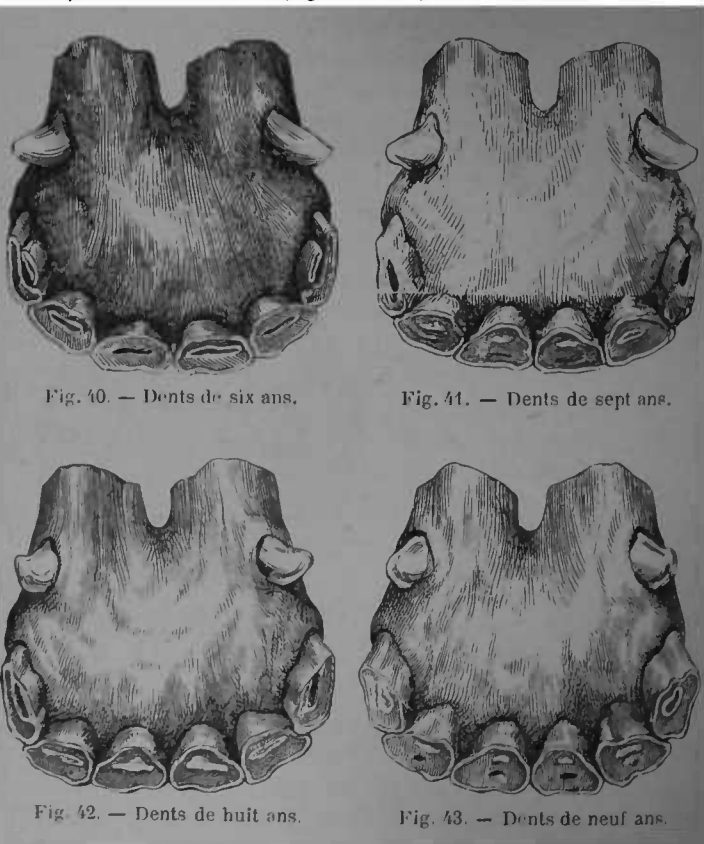
Laissant d'abord de côté les deux autres paires de dents, il faut s'attacher exclusivement à l'examen des coins, ou même d'un seul. Si les bords en sont intacts, sans aucune trace d'usure, ce qui indique leur sortie tout à fait récente, le sujet est âgé de quatre ou de cinq ans, selon qu'il a été précoce ou non (fig. 38 et 39). Tant que l'usure du bord antérieur ne lui a pas fait atteindre le niveau du postérieur, il ne s'est pas encore écoulé une année depuis sa sortie. Le sujet n'a donc cinq ou six ans révolus qu'à dater du moment où le niveau est égal pour les deux bords antérieur et postérieur.

A partir de ce moment, le bord postérieur du coin, arrivé au contact avec la dent supérieure, frotte et s'use lui aussi, et l'usure finit bientôt par isoler de ce côté le cornet dentaire comme il l'était déjà du côté opposé. Les deux bords usés indiquent donc au moins une année en sus de cinq ou de six ans, mais ils peuvent indiquer davantage. Pour connaître leur signification exacte, il faut avoir recours à un autre signe dont la lecture, à son apparition, exige, il est vrai, la plus grande attention. Ce signe est celui que Girard a appelé l'*étoile dentaire* et qui apparaît aux pinces une année après que le bord postérieur du coin a commencé son usure. Si l'étoile n'est pas visible aux pinces, si peu que ce soit, le sujet n'est âgé que de



Fig. 39. — Dents de cinq ans d'un sujet non précoce.

six ou sept ans ; étant présente, il a sûrement au moins sept ou huit ans. Mais il faut, pour que sa présence ait la signification que nous venons de lui donner, qu'elle se montre seulement aux pinces. Visible aussi aux mitoyennes, elle indique une année de plus, soit huit ou neuf ans ; aux coins, neuf ou dix ans (fig. 40 à 43).



En constatant dès l'abord l'étoile dentaire sur les coins, on peut donc être certain de se trouver en face d'un Équidé de neuf ans au minimum. Mais encore ici le signe ne peut plus suffire tout seul pour assigner l'âge certain, puisque l'étoile, une fois apparue, ne disparaît plus. Ses dimensions peuvent bien, ainsi que sa situation de plus

en plus rapprochée du centre de figure de la table dentaire, fournir une indication approximative. Toutefois, il y a un autre signe beaucoup plus précis qui va maintenant remplacer celui dont la signification est épuisée; il est fourni par le cornet dentaire, dont le fond persiste encore sur les pinces sous forme d'une petite masse d'émail,

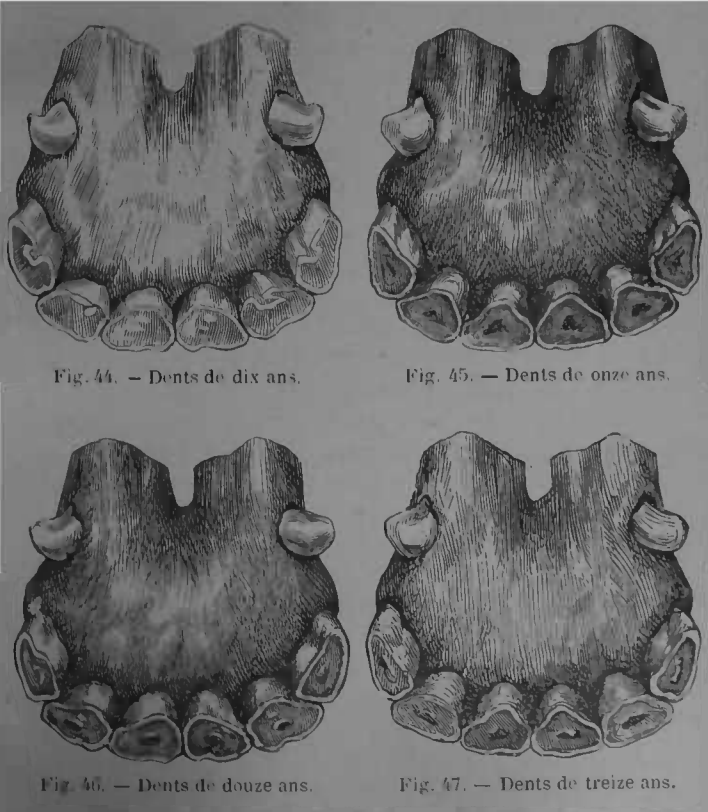


Fig. 44. — Dents de dix ans.

Fig. 45. — Dents de onze ans.

Fig. 46. — Dents de douze ans.

Fig. 47. — Dents de treize ans.

lorsque l'âge de neuf ou de dix ans n'est pas dépassé. A dix ou onze ans il a disparu, laissant toute seule l'étoile dentaire plus large et plus centrale. A onze ans ou douze ans, les mitoyennes présentent à leur tour le même aspect; à douze ou treize ans, il n'y a plus nulle part trace de cornet dentaire (fig. 44 à 47).

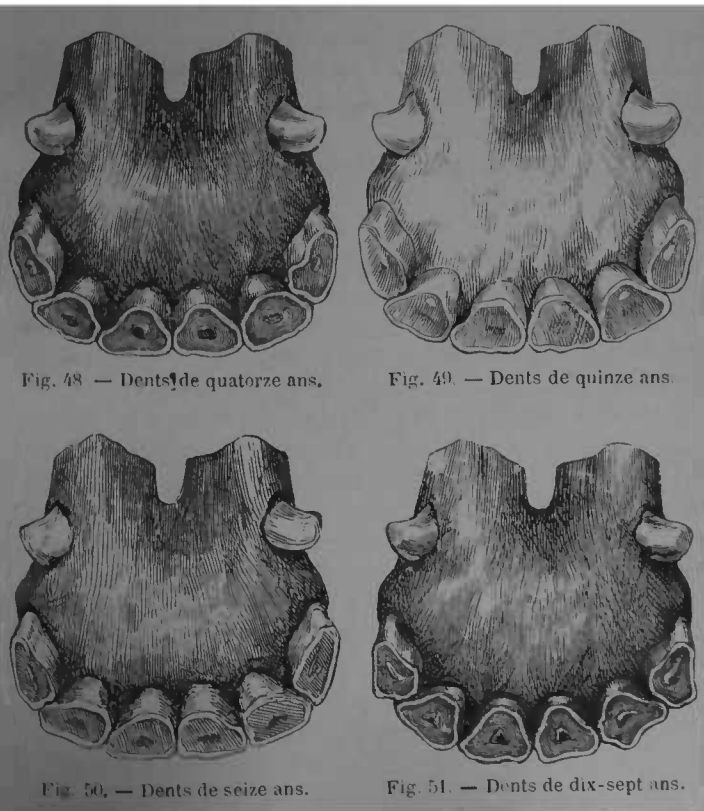
Remarquons que ces dernières indications ne valent que pour la très grande généralité des chevaux ; elles ne sont applicables ni aux ânes ni à la plupart des mulets. Chez les Asiniens et leurs dérivés, le cornet dentaire s'étend beaucoup plus profondément, l'usure ne l'efface donc que beaucoup plus tard, quand même elle va jusqu'à l'effacer ; souvent il persiste jusqu'à la fin de la vie. Le cas se présente aussi exceptionnellement chez les chevaux, qui sont alors qualifiés de *faux bégus* dans le langage vulgaire. La qualification de *bégus* est réservée pour ceux dont les dents ont une longueur excessive.

Certains maquignons de bas étage, en vue de rajeunir les chevaux qui ont perdu les cornets dentaires et qui, dans leur langage, « ne marquent plus, » pratiquent alors une fraude grossière consistant à simuler ces cornets par la gravure en creux de la dentine. Ceux qui se laisseraient prendre à une telle supercherie, si facile à reconnaître, ne seraient vraiment pas à plaindre. Il y a un degré d'ignorance ou d'inattention qui frise la culpabilité. Cela n'excuse toutefois pas les malhonnêtes gens qui en abusent.

Ceci dit, reprenons notre lecture, qui n'offrira plus désormais autant d'intérêt, car nous entrons dans la période de vieillesse, où une année de plus ou de moins n'a évidemment pas la même valeur pratique. Les signes fournis par l'examen des dents ne perdent cependant pas de leur précision ; on les trouvera seulement dans la figure des tables dentaires qui, à mesure que se sont produits les phénomènes passés jusqu'à présent en revue, a présenté successivement l'ellipse, puis l'ovale, puis le cercle, dans l'ordre de l'évolution des dents.

Au moment où nous sommes arrivés, à l'âge de douze ou de treize ans, pour que l'absence de toute trace de cornet aux coins marque la fin seulement de la période d'âge mûr, il faut que la table de toutes les incisives présente la figure plus ou moins régulièrement circulaire. Si celle des pinces est en triangle équilatéral, elle marque treize ou quatorze ans, et c'est précisément cette figure coexistant avec la persistance du cornet dentaire qui caractérise les sujets faux bégus. Les mitoyennes ainsi triangu-

laïres avec les pinces marquent quatorze ou quinze ans. Toutes les dents en triangle équilatéral marquent quinze ou seize ans (fig. 48 à 50). C'est ce que Girard a nommé la période de *triangularité*, et qui va être suivie d'une autre à laquelle il a assigné une désignation moins admissible en l'appelant *biangularité*. La figure à laquelle s'ap-



plique cette désignation est en effet un triangle, tout comme l'autre, seulement le triangle, au lieu d'être équilatéral, devient isocèle, sa base étant représentée par le bord antérieur de la dent. C'est la figure que prend la coupe de celle-ci à mesure qu'elle se rapproche de l'extrémité de sa racine. De plus, comme la direction des dents

s'incline de plus en plus à mesure que l'âge avance, la surface de frottement s'allonge nécessairement, et la base du triangle isocèle devient ainsi de plus en plus étroite par rapport aux autres côtés.

Les pinces seules en triangle isocèle indiquent seize ou dix-sept ans ; les pinces et les mitoyennes, dix-sept ou dix-huit ans ; toutes les dents, dix-huit ans au moins (fig. 54). On ne peut plus juger des âges plus avancés que par l'étroitesse relative de la base du triangle ; mais il n'y a guère d'intérêt pratique à aller plus loin. Le rétrécissement de cette base se montre, bien entendu, dans l'ordre que nous avons toujours suivi pour les autres signes.

En résumé, l'on voit que la lecture du chronomètre dentaire des Équidés présentée ici se réduit à la considération d'un signe unique et précis, scientifiquement fondé sur l'évolution normale de la dentition, pour chacune des périodes de la vie. Cette lecture devient donc ainsi plus simple et plus facile, et nous osons dire plus exacte que celle qui a été exposée par nos devanciers. Ces signes sont, dans leur ordre de succession : 1^o l'apparition des dents caduques ; 2^o l'apparition des dents permanentes qui les remplacent ; 3^o l'usure des bords tranchants de ces dernières dents ; 4^o l'apparition de l'étoile dentaire ; 5^o la disparition du cornet dentaire ; 6^o l'apparition de la table en triangle équilatéral ; 7^o l'apparition de la table en triangle isocèle ; 8^o enfin, le rétrécissement de la base de ce triangle.

Chronomètre des Bovidés. — La durée pratique de la vie des Bovidés, exploités surtout en leur qualité d'animaux comestibles, étant généralement beaucoup moins longue que celle des Équidés, le chronomètre est ici encore plus simple. Il y a en outre une autre différence, tenant non seulement à celle de la forme des dents, mais encore à ce que la situation de leur racine dans l'alvéole ne change point. Elle n'est pas, comme chez l'Équidé, chassée au dehors à mesure que la couronne s'use par le frottement. Celle-ci va donc diminuant de longueur, et aussi de largeur, avec le temps.

Pour lire aisément le chronomètre dentaire du Bovidé, on introduira d'une main le pouce dans l'une des narines et les deux premiers doigts dans l'autre, afin de saisir ou de pincer la cloison nasale, par laquelle l'animal se laisse aisément maîtriser. C'est chose facile avec les tout jeunes, mais non pas toujours avec les autres, qui doivent être au préalable arrêtés par les cornes avec une certaine adresse. La cloison nasale solidement saisie, on attirera l'extrémité libre de la tête vers l'épaule, en l'élevant le plus possible par la flexion et la torsion de l'encolure, ce qui met l'animal sans défense. En même temps on prendra pour son propre corps un point d'appui sur cette même épaule, en s'arc-boutant par l'écartement de ses jambes. La posture ainsi prise est commode, aisée et sans fatigue. Elle permet de porter la bouche de l'animal à la hauteur voulue pour que les dents soient tout juste à la distance de la vue distincte. Il ne reste plus, après cela, qu'à ouvrir, avec la main restée libre, la bouche, en abaissant la lèvre inférieure.

Chez les Bovidés, quel que soit leur âge, on trouve à peu près toujours des dents à la mâchoire inférieure. Ils naissent ordinairement avec les pinces et les premières mitoyennes caduques. Quand il n'y a ainsi que quatre dents de lait, le sujet est toutefois pour sûr âgé de moins de dix jours; après dix jours il a ses secondes mitoyennes, et après vingt ses coins, ainsi que ses douze molaires caduques. La dentition de lait complète indique donc l'âge d'au moins trois semaines. Tant qu'elle reste seule, le jeune animal est assurément âgé de moins de six mois, et ses dents changent peu d'aspect; c'est à peine si elles s'écartent les unes des autres et se raccourcissent par leur frottement sur le bourrelet.

Si, en arrière de la troisième molaire caduque, à l'une ou à l'autre des rangées, apparaît une molaire permanente, elle indique au minimum cinq mois; entièrement sortie à chacune des quatre rangées, ce qui donne à l'animal vingt-quatre dents en tout, dont seize molaires et huit incisives, il a au moins six mois et au plus quatorze. Il se rapproche d'autant plus de ce dernier terme que ses

incisives se montrent plus écartées et plus courtes. Avec une molaire de plus à chaque rangée, la cinquième, il a quinze mois. Alors les incisives sont presque complètement réduites à leur racine. Très écartées les unes des autres, elles sont brânlantes.

Si la première molaire caduque a été chassée par l'éruption de la permanente aux quatre rangées, l'âge de dix-huit mois est arrivé ; le remplacement des incisives va dans certains cas commencer. Dans d'autres il sera retardé plus ou moins, mais presque jamais au-delà de six mois.

La présence de l'une ou des deux pinces permanentes en voie d'éruption n'indique pas en effet un âge précis ; cette éruption subit de fréquentes variations entre dix-huit et vingt-quatre mois. Il est permis d'en inférer seulement que le sujet est âgé de plus de dix-huit mois. Quand elles sont toutes deux complètement sorties et bien en place, sans trace d'usure encore toutefois, on en peut conclure qu'il n'a pas plus de deux ans. Plus elles se rapprochent de la direction verticale, par rapport au plan de la bouche, plus il y a de chances pour que l'âge soit au-dessous de deux ans. Leur évolution coïncide avec la soudure complète des premières épiphyses des grands os longs. Du reste, les variations en question, que nous avons souvent observées, sont purement individuelles et ne préjugent rien à l'égard de la précocité. C'est toutefois la règle que chez les individus appartenant à des variétés héréditairement douées de l'aptitude au développement précoce, la sortie des pinces permanentes soit plutôt hâtive.

Deux paires d'incisives permanentes ou quatre dents, les pinces et les premières mitoyennes, permettent déjà de décider si l'évolution est précoce ou non, car le temps écoulé peut se mesurer à l'usure des pinces, comparative-ment avec celle de leurs voisines, en tenant compte toutefois de la direction des dents. On comprendra sans peine que la surface frottante ait une étendue proportionnelle à l'inclinaison de la table dentaire. Plus celle-ci se rapproche de la verticale, plus elle échappe au contact ; il y a des

cas dans lesquels ce contact s'établit seulement par le bord tranchant de l'émail ; d'autres où presque toute la table émaillée frotte, et beaucoup de cas intermédiaires. Ceux-ci sont les plus communs.

Quoi qu'il en soit, l'étendue proportionnelle de l'usure donnant la mesure du temps écoulé entre la sortie complète des pinces et celle des mitoyennes, si l'émail des premières est à peine attaqué, ne laissant encore rien voir de la dentine qu'il recouvre, c'est le maximum de la précocité, le sujet a tout au plus vingt-huit mois ; si l'on voit sur le bord antérieur des pinces, en arrière de son émail, une étroite bande d'ivoire mise à découvert par l'usure de l'émail de la table, la présence des premières mitoyennes intactes accuse de trente à trente-deux mois. Une usure des mitoyennes égale à celle que nous venons de voir ou d'environ deux millimètres, auquel cas elle a doublé sur les pinces, indique au moins trente-six mois. Dans tous ces cas, la sortie des cinquièmes molaires, et quelquefois des sixièmes, le remplacement des deuxièmes molaires caduques et des soudures d'épiphyses se sont produites en même temps.

Trois paires d'incisives permanentes, ou si l'on veut la seule persistance des coins de lait, réduits alors au minimum de volume, avec les signes de précocité indiqués plus haut et qui sont les mêmes entre les premières et les secondes mitoyennes, accusent trente-deux mois au plus. Lorsque la différence d'usure entre les paires voisines est du simple au double, les six dents marquent de quarante-six à quarante-huit mois ; mais cela ne se voit plus que dans des cas bien exceptionnels et dans les pays de culture arriérée. La règle est que les secondes mitoyennes soient sorties au plus tard à quarante-deux mois ; les cas dans lesquels on les voit à trente-huit mois deviennent de plus en plus fréquents. On juge de tout cela, encore une fois, aux différences d'usure : plus elles sont réduites, plus le temps a été court.

L'arcade incisive complète, ce qu'on appelle vulgairement la bouche faite, est chez les sujets les plus précoces le signe de l'âge de trente-six à trente-huit mois ; de celui

de quarante à quarante-deux mois chez ceux qui ne le sont que moyennement; de quarante-huit mois ou de quatre ans pour l'ordinaire; et enfin, de cinquante-quatre à soixante mois ou cinq ans chez les tardifs (fig. 52 et 53). Alors toutes les molaires sont sorties, toutes les épiphyses sont soudées, la période de croissance est achevée, l'état adulte est arrivé. Mais, bien entendu, c'est à la condition, quant à l'âge, que les coins se montrent encore sans aucune trace d'usure, ou autrement dit fraîchement sortis.

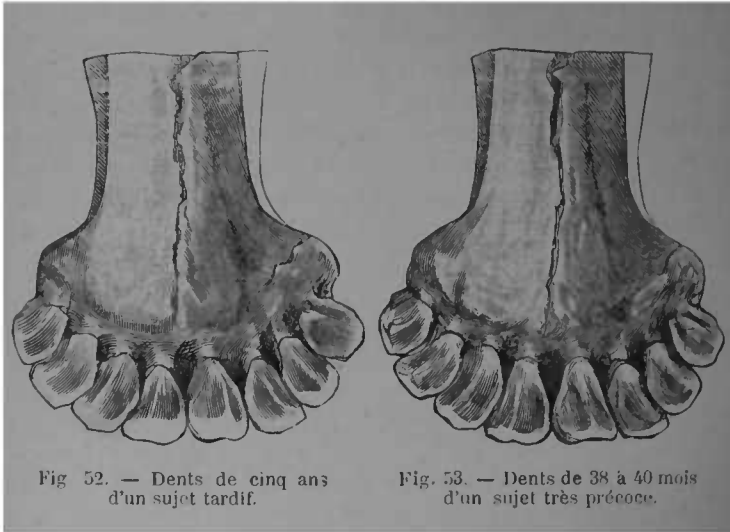


Fig. 52. — Dents de cinq ans d'un sujet tardif.

Fig. 53. — Dents de 38 à 40 mois d'un sujet très précoce.

C'est pourquoi, dès qu'on a constaté la présence de toute la dentition permanente et examiné si elle montre ou non les signes de la précocité, il faut d'abord concentrer toute son attention sur ces dents du coin, qui, seules, permettront de supputer exactement le temps écoulé depuis que l'animal est adulte. En raison de leur situation et de l'étendue relative de leur surface frottante, l'usure, pour le même temps, n'y est jamais aussi forte que pour les autres dents; elle ne dépasse guère deux millimètres par année, dans les conditions les plus favorables. Le plus souvent elle se maintient aux environs d'un millimètre. Il se sera donc écoulé autant de fois une

année que l'usure de l'émail des coins aura d'un à deux millimètres en largeur.

De la sorte, les coins frais, sans usure aucune, marquent de trente-huit à quarante-deux mois chez les précoces ; quarante-huit mois ou quatre ans chez les ordinaires, et cinq ans chez les tardifs. Usés d'un à deux millimètres, ils marquent, dans ces divers cas, quatre ans, cinq ans ou six ans ; de deux à quatre : cinq ans, six ans ou sept ans ; de trois à six : six ans, sept ans ou huit ans ; de quatre à huit : sept ans, huit ans ou neuf ans ; de cinq à dix : huit ans, neuf ans ou dix ans. Alors, pour l'ordinaire, l'émail de la table des pinces et des premières mitoyennes a complètement disparu, à moins que ces dents ne soient presque tout à fait verticales ; l'ivoire même en a été usé et se montre creusé par le frottement du bourrelet. En tout cas, ces dents sont raccourcies, et leur bord antérieur est devenu étroit.

On ne trouve plus guère, dans la pratique, d'occasions d'appliquer le chronomètre dentaire au-delà de cette limite, si ce n'est sur quelques vieilles vaches ne méritant point d'intérêt. Le progrès zootechnique exige d'ailleurs que les Bovidés en général soient abattus pour la boucherie dès qu'ils ont atteint, au plus tard, l'âge de six ans.

Chronomètre des Ovidés. — Pour lire le chronomètre dentaire de l'Ovidé, il suffit, après avoir arrêté celui-ci en le saisissant d'une main par le jarret, de lui appliquer le cou sur l'une des cuisses de l'opérateur et de l'y maintenir avec la même main devenue libre ; dans cette posture, il ne cherche plus à s'échapper. De l'autre main, dont la paume est appliquée sous le menton, on élève avec le pouce la lèvre supérieure, et avec l'index on abaisse l'inférieure en écartant les mâchoires de façon à ce que l'arcade incisive devienne facilement visible. Cela s'obtient sans grand effort et sans que l'animal ait la moindre velléité de résistance, quand on s'y prend adroitement.

Chez les agneaux, l'absence de toute dent indique qu'il ne s'est pas encore écoulé une semaine depuis la nais-

sance ; la dentition caduque complète, dont la formule est la même que celle des Bovidés, est présente du vingtième au vingt-cinquième jour, et elle reste seule jusqu'à trois mois au moins. Quand on constate la sortie de la première molaire permanente, occupant comme toujours la quatrième place dans chaque rangée, l'agneau est âgé de trois à cinq mois au plus. Son évolution varie entre ces limites. La présence de cinq molaires, dont deux permanentes de chaque côté par conséquent, indique l'âge de neuf mois si, bien entendu, rien n'a changé à l'arcade incisive.

L'existence des pinces permanentes en voie de sortie ou à leur place normale a une signification très variable, car dans l'état actuel des choses on la constate en réalité depuis l'âge de douze mois jusqu'à celui de dix-huit. On ne peut l'interpréter exactement qu'en tenant compte des habitudes connues dans la variété dont il s'agit. Les plus précoces ont leurs pinces dès le douzième ou le treizième mois après la naissance. Les tardives ne les ont qu'à dix-huit mois ; mais aussitôt qu'on constate avec elles la présence des premières mitoyennes, la question peut être tranchée par le moyen que nous avons déjà vu. Le degré d'usure des pinces, à côté de mitoyennes encore intactes ou à peine atteintes, fixe tout de suite. L'usure des pinces presque imperceptible indique sûrement la précocité, conséquemment le sujet les a eues vers douze mois, et alors il n'est pas âgé de plus de quinze à dix-huit mois. Une usure accentuée accuse de deux ans à trente mois. Dans les deux cas, les premières et les deuxième molaires caduques ont été remplacées, et les cinquièmes permanentes sont sorties. Les premières épiphyses des grands os se sont complètement soudées.

Avec les secondes mitoyennes, l'âge est de vingt-deux à vingt-quatre mois dans le cas de précocité, de trente à trente-six dans le cas contraire. Les troisièmes molaires caduques sont remplacées.

Avec les coins ou la bouche faite, si ces coins sont encore exempts de traces de frottement, il est de vingt-six à trente mois, ou de trente-six à quarante-deux mois. Il va jusqu'à quatre ans et au-delà chez les tardifs, qui

deviennent de plus en plus rares. Encore ici les sixièmes et dernières molaires sont sorties, la dentition permanente est complète et toutes les épiphyses sont soudées.

A partir de ce moment, c'est l'usure des coins qui, comme chez les Bovidés, fournira seule les indications ; mais comme il n'y a plus aucun intérêt à exploiter les Ovidés une fois qu'ils ont passé l'âge adulte, nous devons nous arrêter là.

Chronomètre des Suidés. — Ce n'est pas chose facile de lire le chronomètre dentaire des cochons, animaux peu dociles. Il faut les coucher et leur ouvrir violemment la gueule avec un bâton qui sert de levier pour écarter les mâchoires. Heureusement la chose offre peu d'intérêt pratique, en dehors du contrôle des déclarations faites pour les animaux qui figurent dans les concours. La vie utile de ces animaux-là dure d'ailleurs si peu de temps qu'on pourrait sans grand inconvénient négliger de s'en occuper. C'est chez eux que se montrent les plus grands écarts dans la durée de la période de croissance.

Le jeune goret naît avec huit incisives caduques, dont quatre à chaque mâchoire, les coins et les crochets ; peu de jours après il a ses douze molaires caduques.

Entre deux et trois semaines il a ses incisives centrales à la mâchoire inférieure ; de cinq à six semaines, elles sont visibles à la supérieure et les mitoyennes sont sorties à l'inférieure. De deux à quatre mois paraissent les mitoyennes supérieures. La dentition de lait est alors complète. Elle est accompagnée de la première molaire permanente de chaque rangée, qui, chez les sujets très tardifs, ne sort cependant que vers cinq mois.

De trois à six mois, les coins caducs sont remplacés par les permanents ; les premières épiphyses se soudent.

De sept à huit mois, les crochets sont remplacés, et les deuxièmes molaires sont sorties chez les sujets précoces ; cela ne se montre que de neuf mois à un an chez les ordinaires et les tardifs.

De douze à seize mois, chute et remplacement des trois prémolaires, et de seize à vingt-un mois, remplacement des incisives mitoyennes. De dix-sept à vingt-quatre mois

remplacement des incisives centrales et sortie des dernières molaires. Toutes les épiphyses sont soudées. La croissance est achevée.

On voit que chez les Suidés l'évolution des dents suit un ordre tout à fait différent de celui qui s'observe chez nos trois autres genres d'animaux.

2. — Glandes salivaires.

Structure. — Les glandes de la bouche ou salivaires appartiennent à la catégorie des *glandes en grappe*, ainsi nommées parce qu'elles sont composées de lobules formés de grains glandulaires agglomérés. Chaque grain est situé à l'extrémité d'une sorte de pédoncule comme celui de la grappe du raisin. Les pédoncules sont des tubes aboutissant finalement à un collecteur qui est le *conduit excréteur* de la glande.

Le grain glandulaire n'est qu'un cul-de-sac situé à l'extrémité de chacune des dernières ramifications microscopiques du système de tubes ou de conduits dont le collecteur est le tronc. Les parois du cul-de-sac, formées de travées conjonctives, contiennent un réseau de capillaires sanguins. A son intérieur, ce cul-de-sac est pourvu de cellules épithéliales polyédriques, dont la fonction est d'extraire du sang les éléments du produit de la glande.

Les grains agglomérés forment un lobule ; les lobules sont unis par du tissu conjonctif plus ou moins lâche, et le tout forme une masse de dimensions et de configuration différente, suivant la glande considérée. Celle-ci est en somme constituée par un système de tubes ramifiés en divisions dichotomiques et terminés par des culs-de-sac pourvus d'épithéliums sélecteurs, tapissant leur intérieur ; par les divisions des vaisseaux sanguins qui entrent dans la glande et qui en sortent, et par celles des nerfs qui l'animent ; enfin par le tissu conjonctif qui unit le tout.

Les glandes salivaires sont au nombre de cinq, dont deux parotides, deux maxillaires et une sublinguale.

Parotides. — Ces glandes, de forme triangulaire, sont

situées de chaque côté, en arrière du bord refoulé du maxillaire, depuis la base de l'oreille jusqu'au niveau de l'arrière-bouche, où se trouve le sommet du triangle. Elles sont aplaties et comme moulées dans la gorge qui existe là, entre le maxillaire, l'occipital et l'atlas.

Le conduit excréteur, appelé *canal parotidien* ou *canal de Stenon*, s'en détache vers ce sommet, gagne la face interne de la branche ascendante du maxillaire, le long de laquelle il chemine jusqu'au point où commence la branche descendante. Là il contourne celle-ci obliquement pour se diriger vers sa face externe et monte verticalement, le long du muscle masséter, jusqu'à la hauteur de la couronne de la troisième molaire, où il traverse la joue pour s'ouvrir dans l'intérieur de la bouche.

Maxillaires. — Plus petites que les parotides, les glandes maxillaires, de forme allongée, sont situées à la face interne de la partie la plus élargie de la branche ascendante du maxillaire, de chaque côté.

Le conduit excréteur, dit *canal de Warton*, part de l'extrémité antérieure, se dirige le long des muscles de la langue, sous la muqueuse, et vient traverser celle-ci près du frein de la langue, au sommet d'un petit mamelon, c'est-à-dire en dessous de la partie libre de la langue.

Sublinguale. — Encore moins volumineuse et plus allongée que les maxillaires, la sublinguale est une sorte de ruban glandulaire mince, placé de champ sous la langue, entre celle-ci et les branches descendantes du maxillaire. Elle se termine par deux branches effilées, dont l'une s'étend jusqu'à l'angle de jonction des deux moitiés du maxillaire.

La glande sublinguale a de nombreux conduits qui viennent s'ouvrir le long d'une crête qui continue le frein de la langue.

Molaires. — Ce sont des petites masses glandulaires peu volumineuses, mais nombreuses, situées sous la muqueuse des joues et disposées en ligne, en regard des arcades molaires. De là leur nom. C'est comme une seule glande dont les lobules seraient disséminés de chaque côté de la bouche, au niveau de l'appareil de mastication.

Le conduit de chacun de ces petits lobules perce la muqueuse de façon à ce que les ouvertures soient rangées en lignes.

Salives. — La fonction de chacune des glandes qui viennent d'être décrites est d'élaborer ou de sécréter un produit liquide appelé salive. Sous l'influence d'une excitation particulière, périphérique ou centrale, l'appareil sélecteur entre en jeu et extrait du sang les éléments de ce liquide. Elles ne fonctionnent activement que durant la mastication des aliments, et à la fois seulement celles du côté où cette mastication s'opère.

La salive de chaque glande a des propriétés spéciales. Celle des parotides est très-fluide; celles des maxillaires et de la sublinguale sont visqueuses et filantes. Les quantités produites varient beaucoup, selon les circonstances.

La réunion des diverses salives qui s'écoulent dans la bouche forme la *salive mixte*, dont seule la composition nous intéresse, parce que de cette composition dérive sa fonction.

La *salive mixte* ou complète est un liquide transparent ou légèrement opalin, visqueux, inodore, et de réaction alcaline, qui contient environ 99 p. 100 d'eau. Traitée par l'alcool, après qu'on a laissé déposer par le repos le mucus et les débris d'épithélium pavimenteux qu'elle contient en suspension, elle précipite une matière azotée soluble dans l'eau. Cette matière, isolée d'abord par Berzélius, qui lui a donné le nom de *ptyaline*, puis par Mialhe, qui l'a appelée *diastase salivaire*, est un ferment soluble, tout à fait analogue, sinon identique, à celui qui se développe dans les graines en germination et qui est connu sous le nom de diastase. Comme lui, en effet, il jouit de la propriété de transformer l'amidon en glycose.

La présence de ce ferment diastasique caractérise la *salive*. En outre, on trouve dans la composition chimique de celle-ci des chlorures de sodium et de potassium, le phosphate de soude tribasique, les phosphates de chaux et de magnésie, les carbonates de soude, de potasse et de chaux, et des traces de sulfocyanure de potassium et de sodium.

Ces éléments minéraux se rencontrent dans tous les liquides de l'économie animale, comme nous le verrons. Seule, la ptyaline ou diastase est donc le principe actif de la salive, dont nous étudierons plus loin les fonctions dérivant de ses propriétés.

3. — Pharynx.

Définition et situation. — Le pharynx, encore appelé arrière-bouche, est une cavité membraneuse située sous la gorge, qui se continue avec la bouche, dont elle est séparée seulement par le voile du palais.

Rapports et structure. — Le pharynx est commun aux voies digestives et aux voies aériennes. C'est dans son intérieur que s'ouvrent les cavités nasales. Au centre de sa paroi inférieure existe l'orifice du larynx.

Fixé au pourtour des ouvertures gutturales des fosses nasales et en dessous de la base de la langue, il est entièrement membraneux et constitué par des couches minces de faisceaux musculaires striés, que tapisse intérieurement la muqueuse digestive pourvue d'un épithélium pavimenteux.

Sur chacun des côtés on remarque, dans son intérieur, une ouverture en forme de fente reconvertie par une sorte de soupape cartilagineuse. Ces deux ouvertures, situées immédiatement en regard de celles des fosses nasales, sont les orifices pharyngiens des *trompes d'Eustache*, qui établissent une communication avec l'oreille interne.

En avant encore et en bas, le pharynx communique avec la bouche par l'isthme du gosier, et en arrière avec l'œsophage par une ouverture en forme d'entonnoir.

4. — Œsophage.

Définition. — Conduit tubulaire, cylindrique, qui fait communiquer le pharynx avec l'estomac, l'œsophage est formé d'une couche extérieure musculaire striée, et d'une muqueuse interne ordinairement plissée dans le sens longitudinal et pourvue d'un épithélium pavimenteux.

La couche musculaire et la muqueuse sont unies par du tissu conjonctif lâche, abondant, qui leur permet de glisser facilement l'une sur l'autre et rend possible la dilatation du conduit lorsqu'il est traversé par des corps volumineux.

Situation et direction. — Il est placé d'abord, dans sa portion supérieure, au-dessous de la partie cervicale de la tige rachidienne. Vers le milieu du cou, il se dévie pour se placer du côté gauche. Il pénètre ainsi dans la cavité thoracique, en passant à côté de la première côte gauche, reprend bientôt sa situation médiane et gagne l'ouverture qui existe dans le pilier droit du diaphragme. Après avoir franchi cette ouverture, l'œsophage s'insère à l'estomac d'une façon que nous indiquerons en décrivant ce dernier organe.

Chez les Équidés seulement, la portion thoracique de l'œsophage est plus volumineuse, et ses faisceaux musculaires sont plus épais et plus serrés que ceux de la portion cervicale. Chez les autres animaux, dans toute son étendue il est extrêmement dilatable.

5. — Estomac.

Définition et situation. — *L'estomac* est le plus important de tous les organes digestifs. Il est situé dans la cavité abdominale, dont les parois latérales et inférieures sont formées par des muscles, la supérieure ou le plafond étant constituée par la portion lombaire de la tige vertébrale. Il est immédiatement continu à l'œsophage, et présente des différences essentielles dans ses dispositions, suivant qu'on le considère chez les divers genres d'animaux qui nous intéressent.

Formes et structure. — Chez les Équidés et les Suidés, dits monogastriques, l'estomac est un sac allongé (fig. 54), placé transversalement au grand axe du corps, en rapport antérieurement avec le diaphragme et le foie, postérieurement avec le gros intestin. Ce sac est constitué par des faisceaux de fibres musculaires lisses étalés, dont deux principaux, en forme d'anses, viennent,

chez l'Équidé, s'enrouler comme des cravates autour de l'œsophage à son entrée dans l'estomac. C'est ce qu'on appelle le *cardia* (A). Il n'y a rien de semblable dans l'estomac de Suidé.

Le cardia est constamment fermé, à moins que des ali-



Fig. 54. — Estomac des monogastriques.

ments, venant par l'œsophage, n'aient à passer, auquel cas il se dilate ; mais dans l'état normal, le retour ne peut avoir lieu, le cardia se fermant d'autant plus énergiquement que l'estomac est plus rempli, ce qui fait qu'après avoir, sur le cadavre, détaché celui-ci de ses adhérences,

on peut l'insuffler par son ouverture intestinale sans prendre soin de lier l'œsophage.

Cette constriction du cardia est due à la contraction des *cravates œsophagiennes*. C'est pourquoi, chez les Équidés, le vomissement ne peut s'effectuer qu'après leur paralysie. Il est, au contraire, facile chez les Suidés, où l'orifice est constamment béant.

A l'intérieur, l'estomac de monogastrique présente deux parties bien distinctes par l'aspect différent de la muqueuse qui le tapisse. Autant vaudrait dire deux cavités, bien qu'il n'y ait point de cloison de séparation. Aussi a-t-on coutume d'admettre fictivement dans l'estomac des Équidés deux sacs, séparés exactement au point qui correspond à l'étranglement visible à l'extérieur, sur sa grande courbure.

Le sac gauche (fig. 55, A), dans lequel s'ouvre l'œso-

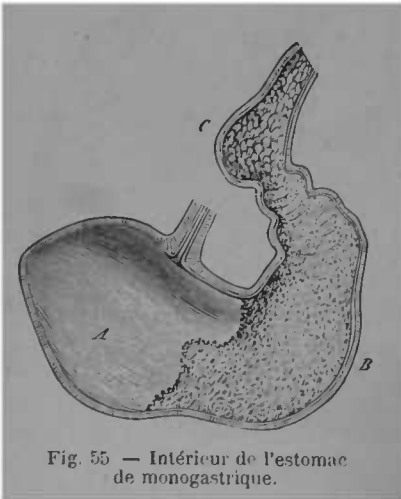


Fig. 55 — Intérieur de l'estomac de monogastrique.

phage, semble n'être que la continuation et l'épanouissement de ce conduit. Son intérieur est tapissé par la même muqueuse revêtue d'une couche épaisse d'épithélium pavimenteux, ce qui lui donne un aspect blanchâtre. Cet épithélium s'arrête brusquement à une crête saillante et plus ou moins sinueuse, qui marque le point de séparation des deux sacs.

Le droit (B), le véritable estomac, est revêtu d'une muqueuse épaisse, ridée, très vasculaire, d'une teinte rouge violacée. Cette muqueuse est revêtue d'une couche très mince d'épithélium cylindrique. Elle est comme criblée d'orifices glandulaires, dont les uns sont ceux de follicules muqueux et les autres ceux des glandes à

pepsine. Ces glandes à pepsine paraissent plus nombreuses et plus étendues chez les Équidés, et particulièrement chez les ânes, que chez les autres animaux mammifères.

Chez les Suidés, le sac gauche n'est marqué que par une couche d'épithélium pavimenteux entourant l'orifice œsophagien.

Le sac droit se termine par une ouverture qui établit sa communication avec l'intestin. Là est le *pylore* (B, fig. 54) faisceau musculaire en forme d'anneau, qui l'entoure et l'étrangle un peu.

C'est dans le sac droit que se produit le suc gastrique. La composition de ce suc est fort controversée, au sujet des acides qu'on y a rencontrés, l'acide chlorhydrique et l'acide lactique. Il est caractérisé par la présence du ferment spécial appelé *pepsine*, secrété par les glandes plus haut nommées et qui est soluble comme la diastase salivaire.

L'estomac des polygastriques, Bovidés et Ovidés, forme dans son ensemble une masse considérable, qui remplit à elle seule la plus grande partie de la cavité abdominale. Il est composé de quatre compartiments distincts (fig. 56) désignés par les noms suivants : 1^o le *rumen* AA et BB ; 2^o le *réseau* D ; 3^o le *feuillet* E ; 4^o la *caillette* FF.

1^o Le *rumen*, vaste réservoir vulgairement appelé *panse*, et formant à lui seul la plus forte part de l'organe, puisqu'il occupe au moins les trois quarts de la cavité abdominale, présente à l'extérieur des traces d'une division en deux sacs (A et B) par une scissure surtout sensible à ses deux extrémités. Il repose par sa face inférieure sur la paroi abdominale, et son bord gauche se prolonge jusqu'à la partie la plus élevée du flanc correspondant. Sa face supérieure, formant un plan incliné de gauche à droite, supporte la masse des intestins, et chez la femelle en état de gestation, la matrice contenant le fœtus.

C'est l'intérieur du rumen qui mérite surtout de fixer l'attention.

On y remarque d'abord des cloisons incomplètes, opposées aux scissures extérieures et établissant la division en deux sacs. Ces cloisons, au nombre de deux, ont pour base

de gros piliers correspondant au fond de chacune des échancrures remarquées à l'extérieur. Elles envoient des prolongements dans les deux sacs, de façon à les diviser eux-mêmes en plusieurs compartiments incomplets. Elles sont formées de faisceaux musculaires épais.

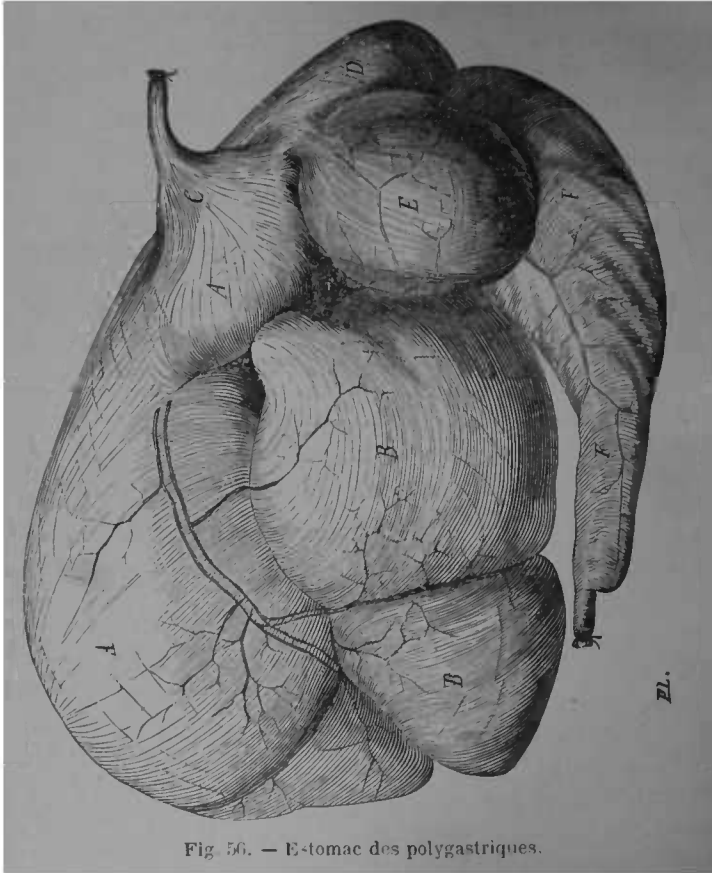


Fig. 56. — Estomac des polygastriques.

La muqueuse qui tapisse l'intérieur du rumen porte une multitude de prolongements cornés, de forme en général foliacée ou tuberculeuse. Ces prolongements, qui ont pour effet de rendre très-obtuse la sensibilité de l'organe, sont surtout abondants au fond du sac droit.

Le rumen est en communication, par l'extrémité antérieure de son sac gauche, d'abord avec l'œsophage (C), par une ouverture largement dilatée en forme d'entonnoir ; puis, avec le réseau (D), par une autre ouverture située en regard de la précédente. Cette ouverture, très-large, est circonscrite en bas et sur les côtés par le bord libre d'une cloison semi-lunaire, résultant de l'adossement des parois du rumen avec celles du réseau.

2° Le *réseau* (D), deuxième réservoir, encore connu sous le nom de *bonnet*, semble n'être qu'une sorte de prolongement du rumen, ce que les anatomistes appellent un *diverticulum*. C'est le moins volumineux des quatre compartiments. Il est situé transversalement en avant de l'extrémité antérieure du sac gauche.

La surface intérieure de sa cavité est réticulée. Des lames de la muqueuse la divisent en alvéoles ayant de l'analogie avec celles d'un gâteau de ruche. Ces sortes d'alvéoles sont surtout larges et profondes au fond du réseau ; elles en contiennent d'autres incluses les unes dans les autres, et par conséquent de moins en moins spacieuses.

Le réseau, qui doit son nom à cette disposition cellulaire de sa muqueuse, communique avec le rumen par l'ouverture que nous avons déjà mentionnée, et avec le feuillet par un orifice particulier, beaucoup moins grand que le précédent. Cet orifice se trouve relié à l'ouverture de l'œsophage au moyen de la prétendue *gouttière œsophagienne*.

Celle-ci est formée par deux gros faisceaux de fibres musculaires, reliés entre eux par des fibres transversales de même nature. Elle s'étend le long de la petite courbure du réseau, depuis l'ouverture de l'œsophage jusqu'à celle du feuillet. Elle met donc en communication l'ouverture œsophagienne avec celle du feuillet. A ses extrémités, les faisceaux musculaires se rejoignent en formant des anses.

3° Le *feuillet* (E) porte les noms de *livret* ou de *psautier*, justifiés par les dispositions que nous allons voir.

Plus grand que le réseau, chez les *Bovidés*, il est plus petit chez les *Ovidés*. Il est placé au-dessus du cul-de-sac du réseau et de l'extrémité antérieure du sac droit du

rumen. Sa forme est ovoïde, il se continue, d'une part, avec le rumen, et de l'autre avec la caillette.

Sa cavité est remplie de lames muqueuses inégalement développées et dirigées dans le sens de sa longueur. Ces lames ont leur bord adhérent du côté de la plus grande courbure et vers les extrémités de l'organe, et leur bord libre concave dirigé du côté du rumen. Elles commencent vers l'orifice de communication avec le réseau, par des sortes de crêtes denticulées, entre lesquelles règnent des rigoles qui se prolongent à la base des lames jusqu'à l'ouverture du feuillet dans la caillette. Vers ce dernier orifice, les lames cessent, après s'être rapidement abaissées. Sur leurs deux faces, elles sont parsemées de mamelons cornés très durs. Entre elles on trouve toujours des matières alimentaires plus ou moins sèches, qui semblent avoir été pressées. Cela fait l'effet de matières humides qui auraient été mises entre des feuilles de papier Joseph pour les dessécher.

L'orifice qui établit la communication entre le rumen et le feuillet est beaucoup moins grand que celui de son extrémité droite, par lequel il s'ouvre dans la caillette.

4^o La *caillette* (F) est, après la panse, le plus volumineux des renflements gastriques, et au demeurant le véritable estomac. Elle se rapproche, par sa forme extérieure, de l'estomac des carnassiers. Elle est située, à la suite du feuillet, au-dessus du sac droit du rumen, et communique avec la première portion de l'intestin.

La cavité intérieure de la caillette est entièrement tapissée par une muqueuse molle et spongieuse, rougeâtre, présentant une grande étendue par les nombreux plis qui s'y font remarquer. C'est tout à fait l'analogue du sac droit de l'estomac des monogastriques.

6. — Intestins.

Définition. Formes et structure. — Après l'estomac, l'appareil digestif se continue par un long tube replié un grand nombre de fois sur lui-même et qui se termine à l'anus. Des différences de volume et de forme très-accusées

et bien délimitées ont fait diviser ce tube intestinal en deux parties distinctes, qui sont l'*intestin grêle* et le *gros intestin*.

1^o L'*intestin grêle* est un tube cylindrique incurvé, disposé en circonvolutions. Chez l'Équidé de taille ordinaire, il a en moyenne 22 mètres de longueur sur 3 à 4 centimètres de diamètre ; chez le Bovidé, sa longueur atteint 45 mètres, mais son diamètre est moindre.

A son origine au pylore il présente une petite amponne appelée *duodénum* (fig. 55, c), suivie d'une courte partie droite, dite *jejunum*, qui est fixe. Le reste est flottant dans l'abomen, diversement enroulé, et principalement du côté du flanc gauche. La portion terminale, d'un plus petit diamètre et à parois plus épaisses, se dégage des circonvolutions pour se diriger vers la droite, où elle aboutit à la partie du gros intestin nommé *cæcum*.

Sa paroi musculaire est formée de faisceaux de fibres lisses étalés et disposés les uns dans le sens de la longueur, les autres circulaires. L'intérieur de l'intestin grêle est tapissé par une muqueuse fine, et formant de nombreux plis longitudinaux qui s'effacent par la distension, excepté vers l'origine du conduit. On observe à sa surface une multitude de villosités qui lui donnent l'aspect du velours, dont l'effet est de multiplier les surfaces. Par places, il y existe de petites glandes ou follicules, dits follicules agminés (glandes de Peyer) et follicules solitaires (glandes de Brunner).

Ces glandes, constituées par des rangées rayonnantes de cellules épithélioies, sécrètent le suc intestinal, contenant un ferment comme le suc gastrique, mais dont la réaction, chez les herbivores, est alcaline.

A quelques centimètres de l'orifice pylorique, dans le *duodénum*, existent les ouvertures des canaux du foie et du pancréas. Le tube se termine, dans l'intérieur du *cæcum*, à la façon d'un robinet dans un tonneau.

2^o Le *gros intestin* est divisé en trois portions. La première, dont il vient d'être parlé, est le *cæcum*. C'est, chez les Équidés, une sorte de sac allongé, qui occupe le côté droit de la cavité abdominale. Il est de forme conique,

long d'un mètre environ, et incurvé à concavité intérieure. Sa base est placée vers le flanc droit, et c'est dans la partie concave de cette base que vient se terminer l'intestin grêle. La pointe se dirige en bas vers le sternum ; mais, étant libre et flottante, elle se déplace souvent. La surface extérieure du cœcum présente des étranglements transverses, retenus par des bandes musculaires longitudinales. A ces étranglements correspondent, à l'intérieur, des saillies également transverses. On remarque dans sa concavité, un peu en avant de la partie renflée, deux orifices situés l'un au-dessus de l'autre : l'inférieur est celui de l'intestin grêle ; l'autre, froncé à son pourtour, établit la communication du cœcum avec la portion suivante.

Le cœcum des Bovidés et des Ovidés est cylindrique et sans bosselures, et il se continue sans transition par la portion suivante du gros intestin. Celui des Suidés, cylindrique aussi, est, au contraire, bosselé.

Le *Côlon* faisant suite au cœcum est divisé en deux parties.

Chez les Équidés, la première portion est le *gros côlon* ou *côlon replié*, qui prend son origine au cœcum, et qui se termine par un rétrécissement brusque, auquel le *petit côlon* ou *côlon flottant*, deuxième portion de l'organe, fait suite.

Le *côlon replié* des Équidés représente un énorme tube d'une longueur moyenne de 3 à 4 mètres, bosselé par des renflements entrecoupés de scissures maintenues, comme celles du cœcum, par des bandes musculaires longitudinales. Il est replié en deux, de manière à ce que sa courbure soit antérieure. Les deux portions de l'anse sont d'égale longueur et accolées l'une à l'autre : elles se replient ensemble sur elles-mêmes pour reporter en arrière le premier pli.

La plus grande partie de la masse du gros côlon repose sur la paroi inférieure de l'abdomen ; sa portion rétrécie remonte vers la région sous-lombaire, au niveau des reins à peu près, où elle se continue par le côlon flottant.

La surface intérieure du côlon replié ne diffère en rien

de celle du cœcum. La muqueuse qui la revêt est dépourvue de glandes.

Le *colon flottant*, long de 3 mètres environ, conserve le même volume dans toute son étendue et représente une suite de bosselures dans lesquelles se moulent les crottins. Ces bosselures, comme toutes celles que nous avons déjà vues dans les autres portions du gros intestin, sont maintenues par des bandes musculaires longitudinales.

Parti d'un point qui est à gauche du cœcum, il se dirige tout de suite vers le flanc gauche, où il forme des circonvolutions mêlées à celles de l'intestin grêle. Sa surface intérieure offre des replis circulaires analogues à ceux du cœcum et du gros colon.

Chez les trois autres genres, le colon n'est point replié. Il va diminuant de diamètre en formant des circonvolutions comme celles de l'intestin grêle.

Le petit colon se termine au niveau de l'entrée du bassin, et là commence le *rectum*, partie droite, ainsi que l'indique son nom, du tube digestif; c'en est aussi la partie terminale. Le rectum aboutit à l'anus. Il ne diffère du colon flottant que par sa direction et sa situation. Il est cependant dénué de bosselures; ses parois sont plus épaisses, riches en faisceaux de fibres lisses, et il est susceptible de subir une forte dilatation sous l'influence des excréments qui s'y accumulent avant leur expulsion.

Le rectum est situé le long de la voûte du bassin.

Son extrémité postérieure est munie d'un sphincter qui est l'agent de la fermeture de l'anus.

Le *sphincter de l'anus* est un muscle orbiculaire à fibres striées, se contractant et se relâchant à volonté.

7. — Péritoine.

Définition. — Le péritoine est une membrane séreuse qui tapisse les parois de la cavité abdominale, et en même temps la surface des viscères contenus dans l'intérieur de cette cavité. C'est cette membrane qui forme les *mésentères* et les *épiploons*.

Disposition. — Considéré idéalement, en supposant

qu'il pût être isolé de la cavité qu'il tapisse, le péritoine se présente comme un vaste sac clos de toutes parts, et dans lequel on admet deux feuilletts : l'un dit pariétal, parce que c'est lui qui tapisse les parois de la cavité, l'autre viscéral, qui se replie sur la surface extérieure des viscères, de manière à les envelopper entièrement, tout en les laissant en dehors de son sac, et en se doublant dans les mésentères et les épiploons.

C'est lui qui forme la séreuse extérieure de l'estomac et des intestins. Il s'arrête à l'entrée du bassin ; le rectum en est par conséquent dépourvu.

Fonction. — Comme toutes les membranes séreuses, le péritoine sécrète un liquide appelé sérosité qui lubrifie sa surface, et qui a pour effet de faciliter les glissements des viscères abdominaux. Il les unit au moyen des épiploons et suspend les intestins au plafond de la cavité abdominale par les mésentères.

8. — Pancréas.

Structure, situation et forme. — Le pancréas offre, avec les glandes salivaires, la plus grande ressemblance. Sa structure et ses propriétés physiques sont les mêmes. Il est situé dans la région sous-lombaire de la cavité abdominale, en travers de la tige vertébrale, en arrière de l'estomac.

Aplati de dessus en dessous, le pancréas présente une agglomération assez régulière de lobules glandulaires. Il a deux canaux excréteurs, un principal et l'autre accessoire, qui viennent s'ouvrir dans le duodénum, l'un au même point que celui du foie, et l'autre isolément, en regard de ce même point. Ces canaux versent dans le tube digestif le *suc pancréatique*, produit de la glande.

Il y a, chez les divers genres d'animaux, quelques différences de situation du pancréas et de disposition du conduit, qui est ordinairement simple partout ailleurs que chez les Équidés ; mais ces différences n'offrent pour nous aucun intérêt.

Suc pancréatique. — Le suc pancréatique est un

liquide incolore, filant, ayant la consistance du sirop. Il est alcalin comme la salive, et il en a aussi la composition. Comme elle, il transforme la fécule en sucre ; mais de plus, il a la propriété d'émulsionner les corps gras en les hydratant (Cl. Bernard), et d'agir en outre sur les matières albuminoïdes à la façon du suc gastrique (L. Corvisart).

Il contient donc deux diastases distinctes.

9. — Foie.

Situation. — Le foie est situé dans la cavité abdominale, à droite de sa paroi antérieure. C'est une masse de forme irrégulière, à bords minces creusés de scissures plus ou moins profondes, d'une couleur brun chocolat plus ou moins foncé.

Par sa face antérieure, il est en rapport avec le diaphragme ; par la postérieure, il confine à l'estomac, à la première portion de l'intestin grêle et à la courbure antérieure du colon replié des Équidés.

A cette face postérieure se trouve, chez les Bovidés, les Ovidés et les Suidés, un réservoir appelé *vésicule biliaire* ou *vésicule du fiel*, qui communique avec le duodénum par l'intermédiaire du conduit qui porte le nom de *canal cholédoque*, et avec le foie par le conduit cystique. Chez les Équidés, la vésicule fait défaut ; le canal cholédoque sort directement du foie.

Structure. — Le canal cholédoque, chez les Équidés, le canal cystique, chez les autres genres, est divisé, à son entrée dans le foie, en *canaux biliaires*, qui se subdivisent dans l'intérieur du parenchyme en canalicules de plus en plus fins. Ceux-ci aboutissent à des lacunes entourées de *cellules hépatiques*, ordinairement incolores et polyédriques, renfermant un noyau avec une matière granuleuse. Ces cellules sont disposées par rangées et groupées en *acini*. Chaque acinus présente une veine dite centrale et des cellules rayonnant autour d'elle, puis des veines périphériques. La veine centrale est une des racines des veines

qui sortent du foie. Les périphériques sont des divisions de celle qui entre dans l'organe (1).

L'ensemble des acini formant la masse de la glande est contenu dans une enveloppe conjonctive fibreuse solide désignée sous le nom de *capsule de Glisson*.

Fonction. — Les acini extraient du sang la bile, qui s'écoule par les canaux biliaires, se rassemble dans la vésicule, quand elle existe, ou se déverse directement dans l'intestin par le canal cholédoque.

En outre de cette fonction, Claude Bernard a attribué au foie celle de produire le glycogène, qui se transforme ensuite en sucre sous l'influence d'un ferment particulier. Mais il a été démontré (2), et il est aujourd'hui unanimement reconnu que cette matière, contenue dans le foie, se trouve de même dans tous les autres tissus et même dans les cellules de l'embryon, et qu'elle n'est pas autre qu'une sorte d'amidon soluble provenant des aliments. Elle est seulement plus abondante dans le foie que partout ailleurs, en raison de ce que les divisions de la veine aorte l'y accumulent.

Bile. — La bile est un liquide alcalin, brun verdâtre, d'une saveur à la fois douce et amère. La proportion d'eau contenue dans la bile du bœuf, qui a été le plus souvent analysée, est d'environ 90 p. 100. Les autres substances sont des matières organiques et des sels minéraux dont les principaux sont des chlorures, des phosphates et des carbonates alcalins et terreux.

La bile est caractérisée par deux sels organiques à base de soude, dont les acides sont l'acide *cholique* et l'acide *cholérique* ; par une matière grasse neutre cristallisable, la *cholestérine* ; et par une matière colorante azotée, la *bili-*

(1) BRISSAUD et SABOURIN, *Comptes-rendus hebdomadaires des séances de la Société de biologie*, 17 novembre 1888, 8^e série, t. V, p. 757.

(2) A. SANSON, *De l'origine du sucre dans l'économie animale*, in *Journal de la physiologie de l'homme et des animaux* de BROWN-SÉQUARD, t. I, p. 244, 1858, et RANVIER, *Traité technique d'histologie*. Paris, Savy.

verdine, qui a la propriété de devenir bleue sous l'influence de l'acide azotique.

Colin a constaté que la sécrétion de la bile est peu abondante par rapport au volume du foie, et qu'elle n'augmente point pendant la digestion. La bile est essentiellement un liquide excrémentiel, dont la matière colorante surtout se retrouve complètement, à l'état solide, dans les résidus de la digestion. L'arrêt de son excrétion met la vie en danger par la rétention, dans la masse du sang, de ses matériaux constitutifs, produisant ce qui est connu en pathologie sous les noms d'ictère ou de jaunisse.

Toutefois, bien qu'il soit surtout excrémentiel ou dépuratoire, le liquide biliaire contribue, par sa propriété alcaline, à la digestion. Il rend les graisses diffusibles partiellement, en les saponifiant.

10. — Fonction digestive.

Objet. — La fonction digestive a pour objet de faire passer dans le sang, par osmose, les matières organiques ou principes immédiats et les matières minérales nutritives.

Parmi ces matières, les unes, qui sont cristallisables et solubles, sont osmosées à leur état naturel par le tube intestinal ; les autres, fournies par les aliments sous une forme qui ne leur permet pas de traverser les membranes organiques, doivent subir des modifications qui les rendent diffusibles. L'objet essentiel de la digestion est de leur imposer ces modifications.

Celles-ci résultent de l'accomplissement de deux sortes de phénomènes, les uns préparatoires, les autres essentiels. Les premiers, purement mécaniques, ont pour but de diviser les aliments et de les faire pénétrer dans l'estomac, où commence leur digestion. Les seconds, de l'ordre exclusivement chimique, s'accomplissent par l'intervention des ferments sécrétés par l'appareil digestif, à mesure que les matières alimentaires cheminent dans le tube intestinal sous l'impulsion que leur impriment les contractions de ses éléments musculaires lisses.

Avant de passer en revue ces divers phénomènes, il est nécessaire de faire bien connaître les matières sur lesquelles ils s'exercent. L'étude de la fonction digestive ne peut être faite d'une façon claire et précise qu'à la condition qu'elle soit précédée de celle de ces matières.

Aliments. — Les aliments, dans le véritable sens du mot, sont les matières susceptibles d'entrer dans la constitution des tissus ou des humeurs de l'être vivant. En ce sens, tout ce qui n'est point poison est aliment. Ils sont solides, liquides ou gazeux. Seuls, les solides sont réputés tels et ainsi désignés. Les liquides sont appelés boissons.

Les aliments solides sont empruntés aux règnes organiques. Certains animaux se nourrissent exclusivement de matières végétales, d'autres de matières animales, et d'autres enfin indifféremment des unes ou des autres, ou des unes et des autres à la fois.

Pour ces motifs, on a nommé les premiers *herbivores*, les seconds *carnivores* ou *carnassiers*, enfin les autres *omnivores*. Le cheval, l'âne, le mullet, le bœuf, le mouton, la chèvre, sont des herbivores ; le chien et le chat sont dans l'état naturel des carnassiers ; le porc est un omnivore.

Quelle que soit leur origine, animale ou végétale, les aliments contiennent, en proportions diverses, les mêmes éléments fondamentaux. Ils diffèrent moins par leur composition élémentaire que par leur constitution immédiate.

C'est donc surtout cette constitution immédiate qu'il importe d'étudier, pour se rendre compte des propriétés nutritives des divers aliments, dont on ne peut point se faire une juste idée par leur seul aspect. Souvent l'observation empirique a conduit sur ce point à des conclusions absolument fausses. Cependant l'analyse chimique toute seule eût été impuissante à nous faire connaître ces propriétés. Il a fallu que l'expérimentation physiologique vint nous les révéler. Commencée en France par Boussingault, elle a été poursuivie avec une grande persévérance et un remarquable outillage, en Allemagne surtout, d'après un programme nouveau.

L'ensemble des résultats auxquels cette expérimentation a conduit, prouve d'abord que seuls les végétaux peuvent vivre et se développer avec des aliments tirés directement du règne minéral. Leur fonction paraît être, dans l'économie naturelle, de préparer l'alimentation des animaux herbivores, qui transforment à leur tour les principes immédiats créés par les végétaux, de façon à les approprier pour les carnassiers.

Sans doute ceux-ci peuvent vivre d'aliments végétaux, lorsqu'ils y ont été habitués par des artifices, dans l'état domestique; mais en ce cas leur nutrition n'est jamais complète, et ils perdent une partie de leurs attributs.

Avec des matières cristalloïdes que leurs racines absorbent par l'intermédiaire de l'eau, et avec l'acide carbonique répandu dans l'atmosphère, les végétaux élaborent tous leurs principes immédiats, qu'ils livrent ensuite aux animaux herbivores, dont nous avons seulement à nous occuper ici.

Il va sans dire que le premier soin à prendre pour apprécier la valeur nutritive probable d'un aliment, est de déterminer la proportion de matière sèche qu'il contient.

Parmi les principes immédiats constituants de cette matière sèche, les uns sont essentiellement constitués par quatre éléments: le carbone, l'hydrogène, l'azote et l'oxygène. Ceux qui contiennent ces quatre éléments sont dits *quaternaires* ou *azotés*. On les appelle encore *albuminates*, *éléments albuminoïdes*, *éléments protéiques*, ou simplement *protéine*. On admet qu'ils contiennent en moyenne 16 p. 100 d'azote, comme l'albumine. Les autres sont nommés *ternaires* ou *non azotés*, ou encore *hydrates de carbone*. Ils comprennent l'amidon, le glycogène, les sucres, les matières pectiques, etc. On les appelle *extractifs non azotés*. Il y a en outre les matières solubles dans l'éther, dites improprement matières grasses, et la cellulose à l'état de fibres ou de *ligneux*.

A ces principes immédiats il faut joindre les éléments minéraux, dits *sels nutritifs*, dont les plus essentiels sont constitués par la potasse, la soude, la chaux, la magnésie, l'oxyde de fer et l'acide phosphorique.

Dans ces trois ordres d'éléments : principes immédiats azotés et non azotés et matières minérales, l'économie animale rencontre tous les matériaux nécessaires pour la constitution des tissus qui la composent et pour le fonctionnement de ses organes. Ils lui sont tous également indispensables. L'absence suffisamment prolongée d'un seul dans l'alimentation est incompatible avec la continuation de la vie, bien que quelques-uns de ceux appartenant au même ordre puissent se suppléer durant un certain temps.

Mais il n'y a point d'aliment complet sans la présence d'une matière azotée ou albuminoïde, d'une matière grasse, d'un hydrate de carbone et d'un phosphate assimilable à base de potasse, de chaux, de magnésie, de fer. La suppression de l'un des quatre produit à coup sûr l'inanition au bout d'un certain temps.

L'expérimentation physiologique a déterminé le rôle nutritif de chacun d'eux, de telle sorte qu'il est absolument nécessaire, pour avoir une idée assez exacte de la valeur d'un aliment, de les considérer à part dans l'analyse qui en est faite, non seulement qualitative, mais encore quantitative.

La connaissance de cette valeur implique donc avant tout celle de la composition immédiate de la substance alimentaire. Dans l'état actuel de la science, les méthodes d'analyse chimique dont nous disposons laissent encore beaucoup à désirer. Pour déterminer la richesse d'un aliment en protéine, par exemple, nous sommes obligés de nous contenter du dosage de l'azote de sa matière sèche et de multiplier le nombre obtenu par le coefficient 6.25, représentant le quotient de 100 par 16. Cela suppose que tout l'azote de cette matière est sous forme d'albumine, en contenant 16 p. 100, alors que nous savons fort bien, cependant, qu'il n'en est pas ainsi. Les aliments végétaux contiennent souvent une proportion plus ou moins forte d'amides, sans valeur nutritive aucune pour la plupart, et dont l'azote est dosé avec celui des albuminoïdes.

Il doit conséquemment être entendu que ce terme de protéine, dont nous nous servons pour désigner le groupe

des matières azotées, n'a qu'une valeur de convention. Il ne correspond point à un principe immédiat défini, mais bien à un groupe de principes azotés. Du reste, l'expérimentation a montré que la valeur nutritive des divers albuminoïdes paraît peu différer ; ceux d'origine animale semblent cependant plus assimilables que ceux d'origine végétale.

Parmi les matières que la substance sèche alimentaire abandonne à l'éther, et qui, dans leur ensemble, sont qualifiées de *matières grasses*, plusieurs ne méritent nullement une telle qualification. La plupart de celles-ci n'ont point de propriétés nutritives. C'est le cas, par exemple, des résines et d'autres carbures d'hydrogène analogues. L'étude plus approfondie des aliments exigerait aussi qu'on en fit la distinction,

Les extractifs non azotés, dosés par différence, après qu'on a isolé la cellulose, inattaquable par la solution bouillante de potasse et par les acides étendus, forment, eux aussi, un groupe très complexe d'éléments nutritifs. Il n'y a toutefois pas d'intérêt physiologique réel à doser séparément, comme certains chimistes français l'ont fait avec plus ou moins d'exactitude, l'anidon et ce qu'ils ont appelé matières pectiques, le rôle nutritif des deux sortes de principes immédiats étant exactement le même.

Il ne faut donc pas s'exagérer l'importance des notions que, sur le sujet, la science met actuellement à notre disposition. Elles comportent de nombreux compléments. Mais telles qu'elles sont, et en les comparant à ce que nous possédions avant qu'elles fussent acquises, il n'est pas douteux qu'elles ont réalisé un très grand progrès, dont la pratique de l'alimentation a pu faire son profit dans de nombreuses occasions.

Les purs chimistes aux recherches desquels ces notions sont dues, ceux de l'Allemagne surtout, leur ont souvent accordé une valeur absolue qu'elles n'ont point. Il y a ordinairement, entre les faits recueillis par les patientes investigations des chercheurs allemands et les théories qu'ils édifient sur ces faits, des écarts qui frappent l'esprit logique des Français. Le vieil idéalisme d'outre-Rhin n'est

pas facilement curable. Les faits bien constatés n'en demeurent pas moins, et notre reconnaissance n'en est pas moins due à ceux qui nous les fournissent. Tels qu'ils sont, ces faits nous permettent dès à présent de nous faire, sur la valeur nutritive probable des aliments, des idées dont l'approximation est suffisante pour qu'elles rendent encore de grands services à la pratique de l'alimentation.

D'après leur composition immédiate, les substances alimentaires des herbivores peuvent être classées en deux groupes. Le premier comprend les *aliments concentrés*, et le second les *aliments bruts* ou *grossiers*.

Les aliments concentrés sont ceux qui se montrent pauvres en cellulose brute, et riches en protéine. Leur richesse en cellulose n'atteint pas ordinairement 20 p. 100. Ces aliments sont fournis surtout par les semences ou graines céréales, légumineuses ou oléagineuses, et par les résidus de leurs traitements industriels. Ils se subdivisent en aliments faiblement concentrés et aliments fortement concentrés.

Les *aliments faiblement concentrés* sont ceux qui ne contiennent pas au-dessus de 12 p. 100 de protéine.

Les *aliments fortement concentrés* en contiennent au-dessus de 12 et souvent au-dessus de 20 p. 100.

L'avoine est le type des aliments faiblement concentrés; la féverole et les tourteaux oléagineux sont des types d'aliments fortement concentrés.

Les *aliments bruts* ou *grossiers* sont très riches en cellulose brute et le plus souvent relativement pauvres en protéine. Ils contiennent au moins 30 p. 100 de fibres ligneuses.

Le foin de pré, celui de trèfle, sont des types d'aliments bruts.

Pour les classer ainsi et pour raisonner sur la valeur nutritive probable de chacun, il est indispensable de posséder les renseignements analytiques qui ont été recueillis par les chimistes sur leur composition. Il faut donc insérer ici des tables de cette composition, au sujet desquelles quelques remarques préalables sont nécessaires.

Disons d'abord que les nombres qui, dans ces tables, sont accompagnés d'un astérisque (*), à la colonne des cendres, ne se rapportent pas à 100 parties de matière sèche, dans le sens chimique, comme il en est pour les autres, mais à 100 parties de l'aliment desséché à l'air.

Il convient de signaler ensuite le danger qu'il y aurait à prendre au sens absolu, dans les cas particuliers, la composition moyenne indiquée pour chaque aliment. On ne doit la considérer que comme fournissant des points de repère ou des premières approximations que le tâtonnement doit ensuite corriger, d'après l'observation des effets nutritifs obtenus. Elle doit être remplacée par l'analyse des aliments à mettre en œuvre, toutes les fois que cette analyse est possible; et c'est pourquoi il est désirable que les laboratoires publics se multiplient de façon à être mis partout à la portée des agriculteurs et des industriels qui ont à nourrir des animaux pour les exploiter. Si attentif qu'on puisse être, en effet, aux circonstances qui font varier la richesse des matières alimentaires en la rapprochant soit du maximum, soit du minimum, soit de la moyenne, on ne saurait se flatter de ne point se tromper dans l'estimation de cette richesse par simple analogie ou par induction. C'est là une méthode dont on ne doit se servir que quand on n'en a pas de meilleure à sa disposition. Les faits constatés valent toujours mieux.

Qu'il soit donc bien entendu que les tables ci-après ne sont données ici que pour servir à défaut de pouvoir faire analyser les aliments d'après la méthode qui a été suivie pour arriver à les dresser. On y trouvera, dans chaque classe, les aliments rangés par ordre alphabétique.

Elles ont été dressées d'après les analyses exécutées par un grand nombre de chimistes étrangers et français, parmi lesquels nous voulons signaler seulement en particulier celui auquel est due la composition des feuilles d'arbres, qui peut avoir, en certains cas, pour l'alimentation, un grand intérêt (1).

(1) A.-Ch. Girard, *Emploi des feuilles d'arbres dans l'alimentation du bétail. Ann. agronomiques. Déc. 1892.*

| DÉSIGNATION des ALIMENTS. | MATIÈRE SÈCHE totale. | | | PROTEINE BRUTE. | | | MATIÈRES SOLUBLES dans l'éther. | | |
|---------------------------------|--------------------------|----------|----------|-----------------|----------|----------|------------------------------------|----------|----------|
| | Minimum. | Maximum. | Moyenne. | Minimum. | Maximum. | Moyenne. | Minimum. | Maximum. | Moyenne. |
| ALIMENTS CONCENTRÉS | | | | | | | | | |
| f. Semences ou graines. | | | | | | | | | |
| Avoine | 83,6 | 90,5 | 86,3 | 6,3 | 21,4 | 12,0 | 3,9 | 7,3 | 6,0 |
| Châtaignes | — | — | 50,8 | — | — | 6,4 | — | — | 1,4 |
| Chênevis | — | — | 87,8 | — | — | 16,3 | 32,37 | — | 33,6 |
| Épeautre | — | — | 85,2 | — | — | 10,0 | — | — | 1,5 |
| aine | — | — | 82,0 | — | — | — | 23,0 | — | 24,0 |
| Féverole..... | 85,2 | 87,3 | 85,9 | 22,8 | 27,1 | 25,1 | 1,2 | 2,0 | 1,6 |
| Froment | 81,3 | 89,2 | 85,7 | 8,7 | 21,1 | 13,2 | 1,0 | 2,7 | 1,6 |
| Gesse | — | — | 93,8 | — | — | 23,2 | — | 51,51 | 41,2 |
| Glands frais | 44,0 | 45,4 | 44,5 | 2,0 | 2,1 | 2,0 | 1,5 | 2,3 | 1,9 |
| — secs | — | — | 85,7 | — | — | 5,2 | — | — | 4,0 |
| — décortiqués .. | 80,8 | 85,7 | 83,3 | 5,0 | 6,3 | 5,7 | 3,6 | 5,4 | 4,4 |
| Lentille | — | — | 85,5 | — | — | 23,3 | — | — | 2,6 |
| Lin | 87,7 | 92,5 | 88,2 | 20,0 | 21,1 | 21,7 | 31,4 | 39,0 | 37,0 |
| Lupin jaune | 82,4 | 91,6 | 87,2 | 28,3 | 39,2 | 35,4 | 1,0 | 7,9 | 5,3 |
| — bleu | 78,0 | 87,1 | 85,0 | 21,7 | 35,9 | 28,0 | 4,6 | 8,8 | 5,3 |
| Madia | 91,6 | 93,7 | 92,6 | 18,4 | 22,9 | 20,6 | 36,5 | 41,0 | 38,8 |
| Mais | 85,6 | 91,8 | 87,3 | 8,7 | 11,6 | 10,6 | 3,5 | 9,2 | 6,8 |
| Millet | — | — | 86,9 | — | — | 14,5 | — | — | 3,0 |
| Moutarde..... | — | — | 88,0 | — | — | — | — | — | 29,0 |
| Navette | 88,0 | 92,9 | 88,2 | 17,4 | 27,4 | 19,4 | 36,8 | 55,0 | 45,0 |
| Orge de printemps... | 89,9 | 89,2 | 85,7 | 2,6 | 27,1 | 10,0 | 1,4 | 2,6 | 2,3 |
| — d'hiver..... | — | — | 85,7 | — | — | 9,0 | — | — | 2,5 |
| Palme (amande)..... | — | — | 92,4 | — | — | 8,4 | — | — | 43,2 |
| Pavot (œillette)..... | — | — | 85,3 | — | — | 17,5 | 40,07 | — | 41,0 |
| Pois | 83,1 | 91,1 | 86,8 | 20,1 | 21,2 | 22,4 | 0,8 | 5,3 | 3,0 |
| — plat..... | — | — | 86,0 | — | — | 25,6 | — | — | 1,9 |
| Sarrasin | — | — | 90,4 | — | — | 10,7 | — | — | 1,5 |
| Seigle | 81,7 | 88,2 | 85,7 | 8,8 | 22,9 | 11,0 | 0,9 | 2,8 | 2,0 |

| EXTRACTIFS non azotés. | | | CELLULOSE BRUTE. | | | MATIÈRES MINÉRALES. | | | | | | |
|---------------------------|----------|----------|------------------|----------|----------|---------------------|----------|---------|--------|-----------|---------------|-------------------------|
| Minimum. | Maximum. | Moyenne. | Minimum. | Maximum. | Moyenne. | Carb. totales. | Potasse. | Soufre. | Chaux. | Magnésie. | Oxyde de fer. | Vale phos- phorique. |
| 50,2 | 71,8 | 56,6 | 4,1 | — | 9,0 | 1,14 | 0,514 | 0,070 | 0,117 | 0,222 | 0,021 | 0,72 |
| — | — | 38,9 | — | — | 2,9 | 2,76 | 1,303 | — | 0,274 | 0,012 | — | 0,52 |
| — | — | 21,0 | — | — | 12,1 | 5,57 | 1,969 | 0,041 | 1,216 | 0,300 | 0,050 | 1,92 |
| — | — | 51,0 | — | — | 16,5 | 1,29 | 0,037 | 0,013 | 0,112 | 0,277 | 0,063 | 0,88 |
| — | — | — | — | — | — | 2,54 | 0,578 | 0,253 | 0,021 | 0,295 | 0,064 | 0,92 |
| 43,5 | 45,3 | 44,5 | 11,3 | 12,6 | 11,7 | 3,0* | 1,20 | 0,04 | 0,15 | 0,20 | — | 1,16 |
| 60,2 | 74,5 | 66,2 | 0,7 | 8,3 | 3,0 | 1,97 | 0,614 | 0,044 | 0,065 | 0,276 | 0,026 | 0,92 |
| — | — | 7,2 | — | — | 13,9 | 3,2 | — | — | — | — | — | — |
| 34,2 | 36,5 | 35,2 | 4,3 | 4,5 | 4,4 | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 62,1 | — | — | 12,2 | 2,18 | 1,398 | 0,014 | 0,151 | 0,415 | 0,022 | 0,921 |
| 61,8 | 60,9 | 66,4 | 4,6 | 5,9 | 5,1 | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 49,2 | — | — | 6,9 | 1,8* | 0,77 | 0,18 | 0,09 | 0,04 | — | 0,52 |
| 9,0 | 19,0 | 17,5 | 3,2 | 18,0 | 8,0 | 3,69 | 1,130 | 0,076 | 0,299 | 0,527 | 0,041 | 0,53 |
| 20,2 | 36,4 | 29,2 | 12,2 | 17,5 | 13,8 | 3,95 | 1,179 | 0,015 | 0,352 | 0,160 | 0,015 | 1,65 |
| 20,7 | 13,8 | 36,6 | 8,9 | 13,9 | 11,9 | 3,95 | 1,179 | 0,05 | 0,352 | 0,400 | 0,015 | 1,65 |
| 5,0 | 7,5 | 6,2 | 18,0 | 27,1 | 22,5 | 4,5* | 0,44 | 0,52 | 0,36 | 0,82 | — | 2,58 |
| 52,4 | 71,6 | 61,0 | 3,9 | 20,4 | 7,6 | 1,51 | 0,422 | 0,028 | 0,034 | 0,225 | 0,019 | 0,67 |
| — | — | 61,8 | — | — | 6,4 | 3,43 | 0,391 | 0,014 | 0,022 | 0,330 | 0,057 | 0,67 |
| — | — | — | — | — | — | 4,20 | 0,678 | 0,224 | 0,808 | 0,421 | 0,042 | 1,67 |
| 7,4 | 12,4 | 9,9 | 5,3 | 11,6 | 10,0 | 1,44 | 1,088 | 0,022 | 0,640 | 0,521 | 0,049 | 1,88 |
| 55,8 | 76,3 | 64,1 | 2,5 | — | 7,1 | 2,60 | 0,521 | 0,036 | 0,068 | 0,244 | 0,05 | 0,90 |
| — | — | 63,4 | — | 14,1 | 8,5 | 1,99 | 0,325 | 0,082 | 0,015 | 0,249 | 0,014 | 0,64 |
| — | — | 26,8 | — | — | 6,0 | 1,8 | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 15,5 | — | — | 6,1 | 6,04 | 0,823 | 0,02 | 2,136 | 0,573 | 0,026 | 1,84 |
| 45,7 | 59,6 | 52,6 | 3,6 | 9,2 | 6,4 | 2,73 | 1,141 | 0,026 | 0,136 | 0,217 | 0,016 | 0,99 |
| — | — | 49,9 | — | — | 5,4 | 3,2 | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 61,5 | — | — | 15,5 | 2,74* | — | — | — | — | — | — |
| 59,1 | 69,0 | 67,2 | 1,8 | 10,1 | 3,7 | 2,09 | 0,658 | 0,036 | 0,055 | 0,241 | 0,034 | 0,98 |

| DÉSIGNATION des ALIMENTS. | MATIÈRE SÈCHE totale. | | | PROTÉINE BRUTE. | | | MATIÈRES SOLUBLES dans l'éther. | | |
|---|--------------------------|----------|-------------|-----------------|----------|-------------|------------------------------------|----------|-------------|
| | Minimum. | Maximum. | Moyenne. | Minimum. | Maximum. | Moyenne. | Minimum. | Maximum. | Moyenne. |
| Serradelle | 86,95 | 92,64 | 90,0 | 18,44 | 25,38 | 22,3 | 5,0 | 7,86 | 6,0 |
| Sésame | — | — | 95,4 | — | — | 18,9 | — | 40,31 | 37,0 |
| Soja | — | — | 90,0 | — | — | 33,4 | — | — | 17,6 |
| Soleil..... | 80,3 | 93,8 | 92,0 | 12,7 | 13,3 | 13,0 | 21,0 | 34,7 | 23,6 |
| Sorgho | — | — | 86,0 | — | — | 11,0 | — | — | — |
| Spergule..... | — | — | 91,3 | — | — | 18,0 | — | — | 11,5 |
| Vesce ordinaire..... | — | — | 87,1 | — | — | 27,5 | — | — | 1,9 |
| — blanche | — | — | 86,3 | — | — | 27,8 | — | — | 4,8 |
| — grise..... | — | — | 85,6 | — | — | 29,1 | — | — | 4,6 |
| II. Produits et rési- dus d'industrie. | | | | | | | | | |
| Caroube | 85,9 | 87,4 | 86,5 | 5,9 | 7,7 | 6,8 | 0,96 | 1,1 | 1,0 |
| Drèche de brasserie... | 20,5 | 30,0 | 23,3 | 3,2 | 6,3 | 4,8 | 1,1 | 2,5 | 1,6 |
| Eaux de féculerie | — | — | 5,0 | 0,9 | 1,3 | 1,0 | 0,1 | 0,2 | 0,2 |
| Farine d'avoine..... | 87,7 | 88,3 | 88,0 | 16,1 | 19,5 | 17,7 | 5,7 | 6,3 | 6,0 |
| — de froment | 84,5 | 87,4 | 86,4 | 10,9 | 13,8 | 12,0 | 1,0 | 1,2 | 1,1 |
| — de lin épuisée..... | — | — | 90,3 | — | — | 35,1 | — | — | 6,2 |
| — de maïs | — | — | 90,0 | — | — | 15,2 | — | — | 3,8 |
| — d'orge non blutée.. | — | — | 88,0 | — | — | 14,8 | — | — | 2,9 |
| — de navette épuisée. | 91,0 | 92,8 | 92,1 | 27,1 | 36,8 | 32,3 | 2,0 | 3,8 | 2,7 |
| — de palme épuisée.. | 90,3 | 93,4 | 91,0 | 13,1 | 21,2 | 18,5 | 1,2 | 5,5 | 4,0 |
| — riz non décortiqué. | 90,8 | 92,9 | 88,1 | 9,9 | 10,7 | 10,3 | 9,3 | 11,9 | 10,6 |
| — — décortiqué..... | 88,46 | 91,42 | 90,0 | 9,31 | 15,56 | 12,0 | 7,31 | 15,36 | 10,8 |
| — de sarrasin..... | 84,6 | 81,8 | 84,7 | 8,6 | 9,9 | 9,2 | 1,6 | 2,0 | 1,8 |
| — de seigle | 85,4 | 86,0 | 85,8 | 10,5 | 13,2 | 11,7 | 1,6 | 2,5 | 2,0 |
| Germes de malt, touraillons | 79,5 | 96,8 | 89,2 | 13,7 | 25,0 | 23,7 | 1,7 | 4,0 | 2,9 |
| Lait de vache écrémé. | 9,7 | 11,5 | 10,2 | 2,5 | 4,9 | 3,2 | 0,6 | 1,4 | 0,9 |
| — de beurre..... | 9,2 | 10,3 | 9,9 | 2,5 | 3,8 | 3,2 | 0,2 | 1,5 | 1,0 |
| Malt frais av. ses germes | — | — | 52,5 | — | — | 6,5 | — | — | 1,5 |
| — touraillé, sans germ. | 90,0 | 95,8 | 92,5 | 8,8 | 10,0 | 9,4 | 2,2 | 2,5 | 2,4 |
| Marc amidonnerie frais | 26,0 | 32,5 | 27,9 | 6,1 | 6,6 | 6,3 | 2,5 | 2,6 | 2,6 |

| EXTRACTIFS non azotés. | | | CELLULOSE BRUTE. | | | MATIÈRES MINÉRALES. | | | | | | |
|---------------------------|----------|----------|------------------|----------|----------|---------------------|----------|--------|--------|-----------|---------------|--------------------------|
| Minimum. | Maximum. | Moyenne. | Minimum. | Maximum. | Moyenne. | Cendres totales. | Potasse. | Soude. | Chaux. | Magnésie. | Oxyde de fer. | et le phos- phorique. |
| 31,1 | 40,28 | 37,2 | 16,41 | 20,37 | 21,0 | 3,5* | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 19,1 | — | — | 11,7 | 8,7* | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 29,2 | — | — | 4,8 | 5,0 | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 23,9 | — | — | 28,5 | 3,0* | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 63,0 | — | — | — | 1,86 | 0,378 | 0,061 | 0,023 | 0,276 | 0,035 | 0,947 |
| — | — | 53,7 | — | — | 5,7 | 2,56* | 0,523 | — | 0,144 | 0,292 | — | 1,200 |
| — | — | 47,8 | — | — | 7,2 | 4,60* | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 48,3 | — | — | 6,9 | 3,61* | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 46,7 | — | — | 6,2 | 3,64* | — | — | — | — | — | — |
| 70,4 | 71,5 | 70,9 | 3,9 | 7,1 | 5,5 | 2,3* | — | — | — | — | — | — |
| 0,7 | 11,8 | 9,5 | 2,8 | 9,5 | 6,2 | 5,03 | 0,223 | 0,055 | 0,367 | 0,436 | — | 1,781 |
| 2,6 | 2,9 | 2,8 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 9,46 | 4,237 | 0,725 | 0,492 | 0,806 | 0,165 | 1,811 |
| 63,1 | 64,8 | 63,9 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 70,2 | 73,4 | 72,3 | 0,2 | 0,7 | 0,5 | 0,47 | 0,169 | 0,004 | 0,013 | 0,039 | — | 0,217 |
| — | — | 35,3 | — | — | 6,7 | 7,0* | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 70,5 | — | — | — | 0,68 | 0,196 | 0,021 | 0,043 | 0,101 | 0,027 | 0,306 |
| — | — | 46,8 | — | — | 19,4 | 2,43* | 0,631 | 0,045 | 0,067 | 0,317 | 0,033 | 1,247 |
| 26,9 | 38,8 | 34,1 | 12,8 | 18,1 | 14,9 | 8,1 | — | — | — | — | — | — |
| 22,4 | 40,2 | 36,4 | 16,9 | 37,4 | 28,6 | 3,5 | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 47,6 | — | — | 14,1 | 9,5* | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 46,5 | 2,56 | 18,30 | 9,9 | 10,76* | 1,16 | 0,46 | 0,18 | 1,85 | 0,35 | 4,57 |
| 59,8 | 62,6 | 61,3 | 8,6 | 11,3 | 10,0 | 0,91 | — | — | — | — | — | — |
| 32,9 | 62,0 | 48,6 | 9,0 | 28,5 | 15,0 | 8,22 | 2,219 | 0,109 | 0,285 | 1,300 | 0,216 | 3,931 |
| 18,5 | 45,3 | 36,2 | 12,0 | 32,1 | 20,0 | 7,35 | 2,265 | 0,130 | 0,210 | 0,203 | 0,115 | 1,962 |
| 4,8 | 6,1 | 5,3 | — | — | — | 0,8 | — | — | — | — | — | — |
| 5,0 | 6,0 | 5,3 | — | — | — | 0,6 | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 38,5 | — | — | 4,3 | 1,5* | 0,25 | — | 0,05 | 0,12 | — | 0,58 |
| 63,7 | 73,7 | 60,7 | 8,0 | 9,5 | 8,7 | 2,78 | 0,180 | — | 0,106 | 0,233 | 0,022 | 1,015 |
| 43,1 | 18,0 | 15,5 | 2,7 | 3,0 | 2,8 | 0,7* | — | — | — | — | — | — |

| DÉSIGNATION des ALIMENTS. | MATIÈRE SÈCHE totale. | | | PROTÉINE BRUTE. | | | MATIÈRES SOLUBLES dans l'éther. | | |
|---------------------------------|--------------------------|----------|----------|-----------------|----------|----------|------------------------------------|----------|----------|
| | Minimum. | Maximum. | Moyenne. | Minimum. | Maximum. | Moyenne. | Minimum. | Maximum. | Moyenne. |
| Pain d'avoine..... | — | — | 91,4 | — | — | 8,9 | — | — | 10,0 |
| — de froment. | — | — | 54,5 | — | — | 4,9 | — | — | 1,0 |
| — noir..... | — | — | 63,7 | — | — | 8,5 | — | — | 1,3 |
| — d'orge..... | — | — | 80,2 | — | — | 5,6 | — | — | 0,5 |
| — de seigle..... | — | — | 57,0 | — | — | 4,5 | — | — | 0,8 |
| Résidus d'amidonnerie. | — | — | 30,0 | — | — | 4,6 | — | — | 0,5 |
| — de distillerie de maïs | 7,8 | 11,0 | 9,4 | 1,9 | 2,0 | 2,0 | 0,8 | 1,2 | 1,0 |
| — — de seigle | 7,9 | 12,3 | 10,3 | 1,9 | 2,1 | 2,0 | 0,3 | 0,9 | 0,6 |
| Sang desséché..... | — | — | 88,0 | — | — | 80,8 | — | — | 0,5 |
| Son de froment..... | 84,8 | 87,4 | 86,6 | 10,1 | 27,0 | 14,0 | 2,5 | 5,5 | 3,8 |
| — de maïs..... | — | — | 88,0 | — | — | 8,0 | — | — | 4,0 |
| — d'orge..... | — | — | 88,0 | — | — | 14,4 | — | — | 4,1 |
| — de sarrasin..... | — | — | 79,1 | — | — | 11,6 | — | — | 2,8 |
| — de seigle..... | 81,6 | 89,9 | 87,5 | 10,1 | 18,1 | 13,7 | 1,9 | 4,7 | 3,1 |
| Tourteau d'arachide... | — | — | 92,2 | — | — | 29,2 | — | — | 11,2 |
| — — décortiqué | — | — | 90,0 | — | — | 47,5 | — | — | 7,8 |
| — de cameline..... | — | — | 85,0 | — | — | 28,5 | — | — | 8,5 |
| — de chènevis..... | 85,5 | 91,2 | 87,0 | 27,0 | 34,4 | 29,6 | 6,2 | 10,2 | 7,5 |
| — de coco (coprah) ... | 83,2 | 88,6 | 88,4 | 19,3 | 37,2 | 23,4 | 6,9 | 18,2 | 9,8 |
| — de colza..... | 80,8 | 96,5 | 85,0 | 20,8 | 41,8 | 28,3 | 4,4 | 18,8 | 9,5 |
| — de coton..... | 85,8 | 93,4 | 90,0 | 18,2 | 28,3 | 23,5 | 5,1 | 9,8 | 6,6 |
| — — décortiqué.. | 89,6 | 92,3 | 90,0 | 34,3 | 43,8 | 40,9 | 10,9 | 19,7 | 16,4 |
| — de faine..... | 83,1 | 90,0 | 88,3 | 23,1 | 24,0 | 23,7 | 0,4 | 7,5 | 6,1 |
| — de lin..... | 81,1 | 92,9 | 88,5 | 20,6 | 37,8 | 28,3 | 6,0 | 18,2 | 10,0 |
| — de madia..... | — | — | 88,8 | — | — | 31,6 | — | — | 15,0 |
| — de maïs..... | — | — | 89,9 | 13,68 | — | 15,4 | 9,62 | — | 10,3 |
| — de noix..... | — | — | 86,3 | — | — | 34,6 | — | — | 12,5 |
| — d'œillette..... | 81,7 | 95,7 | 90,2 | 27,0 | 34,3 | 32,5 | 7,3 | 17,0 | 10,1 |
| — de palme (palmiste) | 89,7 | 92,6 | 91,5 | 10,7 | 27,2 | 16,4 | 7,9 | 20,3 | 13,5 |
| — de sésame..... | 86,3 | 89,8 | 88,5 | 31,9 | 42,3 | 34,5 | 9,8 | 12,8 | 11,7 |
| — de soja..... | — | — | 86,6 | — | — | 40,3 | — | — | 7,5 |

| EXTRACTIFS non azotés | | | CELLULOSE BRUTE. | | | MATIÈRES MINÉRALES. | | | | | | |
|--------------------------|----------|----------|------------------|----------|----------|---------------------|----------|--------|--------|-----------|---------------|--------------------------|
| Extrait. | Maximum. | Moyenne. | Minimum. | Maximum. | Moyenne. | Cendres totales. | Potasse. | Soude. | Chaux. | Magnésie. | Oxyde de fer. | Acide phos- phorique. |
| — | — | 72,4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 48,5 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 49,5 | — | — | 3,5 | 1,4* | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 82,1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 67,0 | 73,5 | 69,3 | 4,0 | 4,5 | 1,2 | 1,97 | 0,757 | 0,034 | 0,020 | 0,157 | 0,050 | 0,951 |
| — | — | 24,4 | — | — | 0,1 | 3,24 | 0,276 | 0,048 | 0,675 | 0,331 | 0,219 | 1,052 |
| 3,8 | 6,0 | 4,9 | 0,6 | 1,3 | 1,0 | 0,5 | — | — | 0,01 | — | — | 2,24 |
| — | — | 32,1 | — | — | 35,1 | 5,08 | 0,26 | 0,05 | 0,08 | 0,01 | 0,07 | 0,46 |
| — | — | 2,6 | — | — | — | 4,1 | — | — | — | — | — | — |
| 28,5 | 61,5 | 45,0 | 4,1 | 34,6 | 18,3 | 6,19 | 1,643 | 0,028 | 0,114 | 0,014 | 0,079 | 3,158 |
| — | — | 61,0 | — | — | 12,7 | 2,3* | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 45,6 | — | — | 19,4 | 4,1 | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 33,8 | — | — | 28,3 | 2,6* | — | — | — | — | — | — |
| 3,9 | 7,0 | 5,6 | 1,3 | 1,6 | 1,5 | 0,6* | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 25,7 | — | — | 21,1 | 5,0* | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 24,9 | — | — | 5,2 | 4,6 | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 28,6 | — | — | 12,5 | 6,9* | — | — | 0,75 | — | — | 1,8 |
| 12,2 | 30,3 | 22,3 | 16,0 | 21,6 | 19,6 | 8,0* | — | — | 0,90 | — | — | 1,35 |
| 28,4 | 47,4 | 32,9 | — | — | 17,2 | 6,26 | 2,54 | 0,144 | 0,295 | 0,185 | 0,222 | 1,68 |
| 17,7 | 40,9 | 24,3 | 8,3 | 28,4 | 15,8 | 6,42 | 1,462 | 0,213 | 0,790 | 0,822 | 0,213 | 2,254 |
| 26,5 | 36,7 | 32,0 | 17,0 | 27,0 | 21,1 | 6,60 | 1,633 | — | 1,322 | 1,007 | 0,123 | 3,178 |
| 10,5 | 27,4 | 15,8 | 6,7 | 11,4 | 9,0 | 7,9* | — | — | — | — | — | — |
| 18,0 | 23,8 | 21,0 | 6,1 | 12,9 | 9,5 | 4,81* | 0,721 | 0,513 | 1,471 | 0,336 | 0,030 | 1,079 |
| 19,7 | 41,3 | 31,5 | 5,1 | 16,8 | 11,0 | 5,84 | 1,421 | 0,085 | 0,491 | 0,925 | 0,152 | 1,815 |
| — | — | 9,8 | — | — | 25,7 | 6,7* | — | — | 0,56 | — | — | 2,45 |
| — | 49,46 | 45,6 | 7,34 | — | 10,3 | 7,2 | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 27,8 | — | — | 6,4 | 5,35 | 1,770 | — | 0,362 | 0,650 | 0,016 | 2,340 |
| 21,7 | 20,6 | 26,7 | 11,4 | 13,7 | 12,5 | 8,74 | 0,258 | 0,264 | 3,063 | 0,639 | 0,090 | 3,384 |
| 17,5 | 18,3 | 36,5 | 9,9 | 21,9 | 21,5 | 2,90 | 0,754 | 0,026 | 0,347 | 0,504 | 0,103 | 1,223 |
| 18,0 | 23,8 | 21,0 | 6,1 | 12,9 | 9,5 | 11,8* | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 28,1 | — | — | 5,5 | 5,2 | — | — | — | — | — | — |

| DÉSIGNATION des ALIMENTS. | MATIÈRE SÈCHE totale. | | | PROTÉINE BRUTE. | | | MATIÈRES SOLUBLES dans l'éther. | | |
|---------------------------------|--------------------------|----------|----------|-----------------|----------|----------|------------------------------------|----------|----------|
| | Minimum. | Maximum. | Moyenne. | Minimum. | Maximum. | Moyenne. | Minimum. | Maximum. | Moyenne. |
| Tourteau de soleil.... | 88,0 | 92,0 | 90,0 | 31,8 | 36,5 | 34,2 | 10,5 | 13,8 | 12,2 |
| Viande en farine . . . | — | — | 89,2 | — | — | 71,0 | — | — | 13,1 |
| ALIMENTS GROSSIERS | | | | | | | | | |
| I. Fourrages verts. | | | | | | | | | |
| Ajonc..... | — | — | 42,6 | — | — | 4,5 | — | — | 1,1 |
| Avo ne..... | 14,5 | 23,0 | 18,2 | 1,8 | 3,1 | 2,4 | 0,5 | 0,6 | 0,6 |
| Carotte..... | 17,8 | 23,5 | 19,3 | 3,2 | 3,8 | 3,5 | 0,6 | 1,0 | 0,8 |
| Chardon..... | — | — | 13,3 | — | — | 2,9 | — | — | 0,9 |
| Colza..... | 13,0 | 15,0 | 14,0 | 2,7 | 3,1 | 2,9 | — | — | 0,6 |
| Feuilles d'acacia..... | — | — | 25,43 | — | — | 6,56 | — | — | 0,55 |
| — de better. champ. | 8,0 | 10,0 | 9,3 | 1,4 | 2,8 | 2,0 | 0,3 | 0,5 | 0,4 |
| — — à sucre . . . | — | — | 11,0 | — | — | 2,2 | — | — | 0,1 |
| — — fermentées. | — | — | 39,6 | — | — | 4,9 | — | — | 1,5 |
| — de chou fourrage.. | 5,5 | 14,5 | 10,9 | 0,9 | 2,8 | 1,7 | — | — | 0,4 |
| — de choux-raves . . | 13,3 | 15,0 | 14,3 | 2,4 | 2,8 | 2,6 | — | — | 0,8 |
| — d'érable..... | — | — | 36,84 | — | — | 5,48 | — | — | 2,0 |
| — de frêne..... | — | — | 65,0 | — | — | 5,18 | — | — | 1,19 |
| — de hêtre..... | — | — | 40,0 | — | — | 4,2 | — | — | 1,73 |
| — de mûrier..... | 28,0 | 36,0 | 35,0 | 5,8 | 7,7 | 6,5 | — | — | — |
| — de noisetier..... | — | — | 40,0 | — | — | 5,8 | — | — | 1,29 |
| — d'orme..... | — | — | 40,0 | — | — | 6,75 | — | — | 1,22 |
| — de peuplier..... | — | — | 40,46 | — | — | 6,15 | — | — | 1,87 |
| — de saule..... | — | — | 35,49 | — | — | 8,05 | — | — | 1,57 |
| — de vigne française. | — | — | 31,19 | — | — | 4,21 | — | — | 1,96 |
| — — américaine. | — | — | 35,0 | — | — | 4,48 | — | — | 2,15 |
| — — greffée..... | — | — | 31,76 | — | — | 3,94 | — | — | 2,33 |
| Féverole non fleurie... | — | — | 12,7 | — | — | 2,8 | — | — | 0,3 |
| Genêt..... | — | — | 48,5 | — | — | 4,5 | — | — | 2,0 |
| Herbes de prairie..... | 12,4 | 48,1 | 28,1 | 1,6 | 6,0 | 3,1 | 0,3 | 1,5 | 0,8 |
| Houblon..... | — | — | 44,0 | — | — | 4,7 | — | — | 1,3 |
| Lupin..... | 10,6 | 16,1 | 13,1 | 2,4 | 3,4 | 2,8 | 0,2 | 0,4 | 0,3 |

| EXTRACTIFS non azotés. | | | CELLULOSE BRUTE. | | | MATIÈRES MINÉRALES. | | | | | | |
|---------------------------|----------|----------|------------------|----------|----------|---------------------|----------|--------|--------|-----------|---------------|--------------------------|
| Minimum. | Maximum. | Moyenne. | Minimum. | Maximum. | Moyenne. | Cendres totales. | Potasse. | Soude. | Chaux. | Magnésie. | Oxyde de fer. | Acide phos- phorique. |
| 20,3 | 23,0 | 22,1 | 9,2 | 12,6 | 10,9 | 10,6* | — | — | 0,76 | — | — | 1,76 |
| — | — | 0,5 | — | — | — | 4,6 | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 15,2 | — | — | 19,8 | 2,0* | — | — | — | — | — | — |
| 5,4 | 8,8 | 7,0 | 4,6 | 7,0 | 6,5 | 8,42 | 3,354 | 0,289 | 0,532 | 0,248 | 0,057 | 0,688 |
| 7,0 | 12,9 | 9,2 | 3,0 | 3,4 | 3,2 | 43,53 | 1,524 | 2,683 | 4,431 | 0,458 | 0,34 | 0,508 |
| — | — | 8,8 | — | — | 29,0 | 4,0 | — | — | — | — | — | — |
| 3,5 | 3,9 | 3,7 | 3,6 | 15,0 | 4,2 | 8,40 | 2,688 | 0,269 | 1,282 | 0,322 | 0,15 | 0,109 |
| — | — | 12,99 | — | — | 3,48 | 1,85 | — | — | — | — | — | — |
| 2,9 | 5,4 | 4,1 | 0,9 | 2,4 | 1,5 | 15,18 | 4,662 | 3,080 | 1,685 | 1,444 | 0,220 | 0,829 |
| — | — | 4,6 | — | — | 1,9 | 17,58 | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 16,8 | — | — | 12,8 | 3,6* | — | — | — | — | — | — |
| 4,4 | 9,9 | 6,0 | 0,5 | 2,7 | 1,6 | 1,2* | — | — | — | — | — | — |
| 8,3 | 9,0 | 8,4 | 0,8 | 1,4 | 1,1 | 16,88 | 2,431 | 0,655 | 5,621 | 0,672 | 1,021 | 1,74 |
| — | — | 15,38 | — | — | 4,83 | 4,45 | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 30,14 | — | — | 4,57 | 3,92 | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 24,5 | — | — | 9,5 | 1,8* | 0,10 | 0,01 | 0,90 | 0,42 | — | 0,08 |
| 18,7 | 26,2 | 23,5 | — | — | 2,91 | 3,8* | — | 0,74 | 0,89 | 0,48 | 0,04 | 0,33 |
| — | — | 26,3 | — | — | 5,8 | 2,1* | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 24,6 | — | — | 3,67 | 4,57 | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 23,18 | — | — | 5,13 | 4,07 | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 19,63 | — | — | 2,82 | 3,42 | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 18,91 | — | — | 2,57 | 3,54 | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 21,71 | — | — | 3,05 | 3,61 | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 18,25 | — | — | 3,26 | 3,98 | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 5,1 | — | — | 5,5 | 1,0* | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 8,8 | — | — | 29,0 | 4,0* | — | — | — | — | — | — |
| 3,7 | 22,8 | 12,1 | 3,12 | 17,0 | 10,0 | 6,02 | 1,538 | 0,265 | 1,007 | 0,380 | 0,075 | 0,48 |
| — | — | 14,7 | — | — | 9,2 | 4,1* | — | — | — | — | — | — |
| 4,0 | 7,3 | 6,2 | 1,4 | 4,0 | 2,8 | 1,0* | — | — | — | — | — | — |

| DÉSIGNATION des ALIMENTS. | MATIÈRE SÈCHE totale. | | | PROTÉINE BRUTE. | | | MATIÈRES SÉCHÉES dans l'éther. | | |
|--|--------------------------|----------|-------------|-----------------|----------|------------|-----------------------------------|----------|------------|
| | Minimum. | Maximum. | Moyenne. | Minimum. | Maximum. | Moyenne. | Minimum. | Maximum. | Moyenne. |
| Lupuline | — | — | 20,0 | — | — | 3,5 | — | — | 0,8 |
| Luzerne | 16,5 | 30,1 | 24,7 | 2,8 | 7,2 | 4,5 | 0,5 | 0,9 | 0,7 |
| Mais | 11,3 | 23,2 | 17,8 | 0,9 | 2,0 | 1,5 | 0,4 | 0,7 | 0,6 |
| Moha en fleurs | 19,0 | 37,1 | 32,0 | 4,0 | 5,9 | 5,4 | — | — | 1,5 |
| Moutarde blan. he. | — | — | 12,6 | — | — | 3,3 | — | — | — |
| Pois | 13,3 | 23,9 | 18,5 | 3,2 | 3,9 | 3,5 | — | — | 0,6 |
| Ray-grass d'Italie. . . | 24,9 | 28,3 | 26,6 | 2,6 | 4,6 | 3,6 | — | — | 1,0 |
| Sainfoin | 20,0 | 23,4 | 21,5 | 3,2 | 4,3 | 3,5 | 0,6 | 0,9 | 0,7 |
| Sarrasin | 12,5 | 17,5 | 15,0 | 1,5 | 3,2 | 2,4 | 0,5 | 0,8 | 0,6 |
| Seigle | 20,4 | 33,5 | 24,0 | 3,1 | 3,6 | 3,3 | 0,6 | 0,9 | 0,8 |
| Serradelle | 11,2 | 20,0 | 18,0 | 2,6 | 3,6 | 3,1 | — | — | 0,4 |
| Sorgho sucré | 15,9 | 21,0 | 23,8 | 1,7 | 3,1 | 2,5 | 1,4 | 1,5 | 1,5 |
| Spergule | 10,2 | 24,6 | 19,1 | 0,9 | 4,3 | 2,3 | 0,5 | 0,8 | 0,7 |
| Thymoty | — | — | 31,9 | — | — | 2,0 | — | — | 0,4 |
| Topinambour, tig. et fl ^{le} .. | — | — | 84,0 | — | — | 7,6 | — | — | 1,9 |
| Trèfle blanc | 16,4 | 20,3 | 19,8 | 3,5 | 4,5 | 4,0 | 0,8 | 0,9 | 0,9 |
| — élégant | — | — | 17,0 | — | — | 2,8 | — | — | 0,4 |
| — hybride | 13,0 | 23,3 | 18,0 | 2,4 | 5,7 | 3,3 | 0,6 | 0,7 | 0,7 |
| — incarnat | 17,4 | 18,5 | 18,0 | 2,7 | 3,0 | 2,8 | 0,6 | 0,9 | 0,7 |
| — rouge | 14,7 | 28,7 | 20,7 | 2,2 | 6,2 | 3,7 | 0,7 | 0,8 | 0,8 |
| Trognons de choux | — | — | 18,0 | — | — | 1,1 | — | — | 0,8 |
| Vesce | 15,7 | 19,4 | 18,0 | 2,7 | 4,7 | 3,7 | — | — | 0,6 |
| II. Racines et tuber- cules. | | | | | | | | | |
| Betterave champêtre .. | 7,7 | 24,6 | 12,0 | 0,6 | 2,6 | 1,1 | 0,08 | 0,6 | 0,1 |
| — globe jeune | 31,6 | 36,4 | 34,0 | 2,6 | 4,6 | 3,6 | 0,2 | 0,4 | 0,3 |
| — blanche | 7,1 | 13,9 | 8,5 | 0,8 | 1,8 | 1,0 | 0,1 | 0,2 | 0,2 |
| — à sucre | 10,2 | 21,8 | 18,5 | 0,6 | 2,8 | 1,0 | — | 0,3 | 0,1 |
| Carotte jaune ou rouge. | — | — | 15,0 | — | — | 1,4 | — | — | 0,2 |
| — blanche à collet vert | 10,1 | 20,8 | 14,1 | 0,5 | 2,4 | 1,3 | 0,2 | 0,8 | 0,3 |
| Colrave | — | — | 13,3 | — | — | 2,7 | — | — | — |

| EXTRACTIFS non azotés. | | | CELLULOSE BRUTE. | | | MATIÈRES MINÉRALES. | | | | | | |
|---------------------------|----------|-------------|------------------|----------|-------------|---------------------|----------|--------|--------|-----------|---------------|--------------------------|
| Minimum. | Maximum. | Moyenne. | Minimum. | Maximum. | Moyenne. | Capéres totales. | Potasse. | Soude. | Chaux. | Magnésie. | Oxyde de fer. | Acide phos- phorique. |
| — | — | 8,2 | — | — | 6,0 | 1,5* | — | — | — | — | — | — |
| 6,0 | 14,4 | 8,4 | 3,5 | 13,4 | 9,3 | 7,46 | 1,834 | 0,153 | 3,146 | 0,393 | 0,103 | 0,657 |
| 6,4 | 15,3 | 10,3 | 3,0 | 5,9 | 4,7 | 6,0 | 2,100 | 0,260 | 0,807 | 0,646 | 0,163 | 0,632 |
| — | — | 13,5 | 4,6 | 11,6 | 9,2 | 6,95 | 2,518 | 0,409 | 0,720 | 0,640 | 0,063 | 0,405 |
| — | — | 3,5 | — | — | 3,8 | 2,0* | — | — | — | — | — | — |
| 4,6 | 10,5 | 7,6 | 8,0 | 7,7 | 5,4 | 7,40 | 2,785 | 0,276 | 1,876 | 0,761 | 0,064 | 0,82 |
| 11,3 | 12,0 | 12,1 | 4,8 | 9,4 | 7,1 | 2,8* | — | — | — | — | — | — |
| 8,2 | 10,8 | 8,5 | 1,8 | 12,9 | 7,6 | 5,50 | 1,566 | 0,180 | 2,016 | 0,357 | 0,063 | 0,547 |
| 5,1 | 7,1 | 6,3 | 4,2 | 4,4 | 4,3 | 1,4* | — | — | — | — | — | — |
| 6,7 | 14,0 | 10,4 | 7,3 | 8,6 | 7,9 | 1,6 | 0,63 | 0,01 | 0,12 | 0,05 | — | 0,24 |
| 5,1 | 7,0 | 6,6 | 5,0 | 8,1 | 6,6 | 1,3* | — | — | — | — | — | — |
| 10,4 | 14,2 | 12,2 | 5,4 | 8,5 | 6,8 | 6,70 | 1,871 | 0,887 | 0,612 | 0,269 | 0,064 | 0,388 |
| 4,3 | 10,4 | 8,2 | 3,8 | 8,6 | 5,6 | 6,76 | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 13,0 | — | — | 10,9 | 7,24 | 2,380 | 0,171 | 0,521 | 0,224 | 0,061 | 0,845 |
| — | — | 36,7 | — | — | 22,1 | 11,9* | — | — | — | — | — | — |
| 7,2 | 9,8 | 8,0 | 5,2 | 6,0 | 5,6 | 7,16 | 1,207 | 0,338 | 2,313 | 0,715 | 0,173 | 1,007 |
| — | — | 7,2 | — | — | 5,3 | 6,60 | 1,130 | 0,151 | 3,904 | 0,267 | 0,068 | 0,511 |
| 5,5 | 8,4 | 6,5 | 3,6 | 16,4 | 6,5 | 4,76 | 1,317 | 0,145 | 1,619 | 0,595 | 0,018 | 0,484 |
| 6,1 | 7,4 | 6,7 | 3,8 | 7,5 | 6,2 | 6,08 | 1,403 | 0,517 | 1,921 | 0,370 | 0,120 | 0,42 |
| 4,2 | 15,1 | 8,3 | 3,7 | 11,0 | 6,5 | 6,83 | 2,136 | 0,139 | 2,446 | 0,714 | 0,072 | 0,674 |
| — | — | 12,1 | — | — | 2,8 | 1,2* | 0,51 | 0,06 | 0,13 | 0,05 | — | 0,24 |
| 4,5 | 7,3 | 6,1 | 3,9 | 8,3 | 6,0 | 10,5 | 3,393 | 0,677 | 2,736 | 0,642 | 0,096 | 1,282 |
| 3,0 | 13,4 | 9,0 | 0,7 | 4,5 | 1,0 | 6,44 | 3,479 | 1,024 | 0,265 | 0,292 | 0,053 | 0,544 |
| 24,7 | 30,4 | 27,6 | 0,5 | 1,5 | 1,0 | 1,5* | — | — | — | — | — | — |
| 3,7 | 10,9 | 5,8 | 0,3 | 1,0 | 0,7 | 0,6* | 0,31 | 0,02 | 0,08 | 0,01 | — | 0,11 |
| 10,1 | 17,9 | 15,3 | 1,0 | 3,4 | 1,3 | 3,86 | 2,127 | 0,386 | 0,207 | 0,291 | 0,636 | 0,425 |
| — | — | 10,8 | — | — | 1,7 | 0,9* | — | — | — | — | — | — |
| 5,9 | 15,5 | 9,6 | 0,7 | 3,4 | 1,4 | 5,58 | 1,905 | 1,282 | 0,637 | 0,264 | 0,058 | 0,49 |
| — | — | 8,6 | — | — | 0,8 | 7,26 | 2,931 | 0,740 | 0,825 | 1,191 | 0,031 | 1,088 |

| DÉSIGNATION des ALIMENTS. | MATIÈRE SÈCHE totale. | | | PROTÉINE BRUTE. | | | MATIÈRES SOLUBLES dans l'éther. | | | |
|--|-----------------------------|----------|----------|-----------------|----------|----------|------------------------------------|----------|----------|-----|
| | Minimum. | Maximum. | Moyenne. | Minimum. | Maximum. | Moyenne. | Minimum. | Maximum. | Moyenne. | |
| Navet | — | — | 8,5 | — | — | 0,9 | — | — | 0,1 | |
| Panais | — | — | 11,7 | — | — | 1,6 | — | — | 0,2 | |
| Patate douce | — | — | 17,0 | — | — | 1,1 | — | — | 0,3 | |
| Pomme de terre | 20,1 | 20,3 | 25,0 | 1,0 | 4,4 | 2,0 | 0,04 | 0,8 | 0,3 | |
| Rutabaga | — | — | 13,0 | — | — | 1,3 | — | — | 0,1 | |
| Topinambour | 10,5 | 20,0 | 20,0 | 1,8 | 2,2 | 2,0 | — | — | 0,5 | |
| Turneps | — | — | 8,0 | — | — | 1,1 | — | — | 0,1 | |
| III. Produits et résidus d'industrie. | | | | | | | | | | |
| Fourrages conservés en silos. | Feuilles de betterave | — | — | 20,0 | — | — | 3,0 | — | — | 1,2 |
| | Herbe de prairie | — | — | 19,4 | — | — | 2,0 | — | — | 0,8 |
| | Lupin | — | — | 15,6 | — | — | 3,1 | — | — | 2,1 |
| | Luzerne | — | — | 17,1 | — | — | 3,8 | — | — | 1,5 |
| | Mais | — | — | 16,9 | — | — | 1,2 | — | — | 0,7 |
| | Noutarde | — | — | 15,1 | — | — | 2,5 | — | — | 0,4 |
| | Seigle | — | — | 13,1 | — | — | 1,6 | — | — | 0,5 |
| | Serradelle | — | — | 21,7 | — | — | 3,9 | — | — | 0,9 |
| | Trèfle hybride | — | — | 24,6 | — | — | 3,3 | — | — | 1,8 |
| | — rouge | — | — | 20,8 | — | — | 4,2 | — | — | 2,2 |
| Marc d'olives (grignons) | — | — | 86,2 | — | — | 6,0 | — | — | 13,2 | |
| — de pommes | — | — | 25,7 | — | — | 1,4 | — | — | 1,3 | |
| — de raisins | — | — | 50,0 | — | — | 7,3 | — | — | 3,0 | |
| Pulpes de betterave | Petit lait | 5,4 | 8,6 | 7,0 | 0,5 | 0,8 | 0,7 | 0,5 | 1,0 | 0,7 |
| | de diffusion fraîches | 4,0 | 13,8 | 10,2 | 0,7 | 1,3 | 0,9 | 0,1 | 0,2 | 0,2 |
| | — ensilées | — | — | 11,5 | — | — | 0,9 | — | — | 0,2 |
| | de distillerie | — | — | 7,4 | — | — | 0,8 | — | — | 0,1 |
| | de presse fraîches | 23,0 | 34,4 | 29,7 | 1,0 | 3,0 | 1,9 | 0,1 | 0,25 | 0,2 |
| | — ensilées | — | — | 25,6 | — | — | 1,4 | — | — | 0,3 |
| | turbines | 15,0 | 18,0 | 16,0 | 0,8 | 1,0 | 0,9 | — | — | 0,1 |
| Pulpe p. de terre fraîche | — | — | 17,5 | — | — | 0,8 | — | — | 0,1 | |
| | — — pressée | — | — | 46,5 | — | — | 2,3 | — | — | 0,3 |

| EXTRACTIFS non azotés. | | | CELLULOSE BRUTE. | | | MATIÈRES MINÉRALES. | | | | | | |
|---------------------------|----------|----------|------------------|----------|----------|---------------------|----------|--------|--------|-----------|---------------|--------------------------|
| Minimum. | Maximum. | Moyenne. | Minimum. | Maximum. | Moyenne. | Cendres totales. | Potasse. | Soude. | Chaux. | Magnésie. | Oxyde de fer. | Acide phos- phorique. |
| — | — | 6.0 | — | — | 0.8 | 0,7* | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 8.2 | — | — | 1.0 | 0,7* | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 13.8 | — | — | 0.7 | 1,1* | — | — | — | — | — | — |
| 46.3 | 26.1 | 20.7 | 0.31 | 2.7 | 1.1 | 3,77 | 2,276 | 0,099 | 0,197 | 0,177 | 0,045 | 0,655 |
| — | — | 9.5 | — | — | 1.1 | 1,6* | — | — | — | — | — | — |
| 11.0 | 15.0 | 14.9 | 1.3 | 2.7 | 1.6 | 4,88 | 2,330 | 0,496 | 0,160 | 0,113 | 0,183 | 0,688 |
| — | — | 5.0 | — | — | 1.0 | 8,01 | 3,037 | 0,788 | 0,849 | 0,296 | 0,065 | 0,018 |
| — | — | 9.0 | — | — | 2.7 | 4,1 | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 8.1 | — | — | 6.5 | 2,0* | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 4.4 | — | — | 4.9 | 1,1* | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 4.7 | — | — | 5.0 | 2,1* | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 5.9 | — | — | 6.1 | 2,0* | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 6.1 | — | — | 3.8 | 2,3* | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 5.7 | — | — | 4.4 | 0,9* | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 9.2 | — | — | 5.8 | 1,9* | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 10.6 | — | — | 6.7 | 2,1* | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 6.4 | — | — | 5.9 | 2,1* | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 26.8 | — | — | 33.4 | 6,8* | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 11.2 | — | — | 10.5 | 1,3* | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | 1,6* | 0,86 | 0,01 | 0,25 | 0,05 | — | 0,25 |
| 4.0 | 6.1 | 5.0 | — | — | — | 0,6* | — | — | — | — | — | — |
| 4.6 | 6.9 | 5.7 | 2.1 | 3.1 | 2.6 | 6,87 | 0,107 | 0,243 | 2,070 | 0,450 | 0,170 | 0,338 |
| — | — | 7.2 | — | 2.3 | 2.03 | 0,9 | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 4.7 | — | — | 1.7 | 0,1* | 0,15 | 0,05 | 0,11 | 0,05 | — | 0,01 |
| 10.9 | 19.5 | 18.3 | — | — | 6.03 | 3,70 | 1,278 | 0,295 | 0,827 | 0,241 | 0,113 | 0,377 |
| — | — | 14.5 | — | — | 4.5 | 2,9 | — | — | — | — | — | — |
| 4.3 | 12.4 | 10.7 | 2.6 | 3.9 | 3.1 | 1,2* | 0,26 | 0,05 | 0,14 | — | — | 0,07 |
| — | — | 15.0 | — | — | 1.3 | 0,72 | 0,115 | — | 0,354 | 0,056 | 0,007 | 0,177 |
| — | — | 36.4 | — | — | 5.1 | 4,4* | — | — | — | — | — | — |

| DÉSIGNATION des ALIMENTS. | MATIÈRE SÈCHE totale. | | | PROTÉINE BRUTE. | | | MATIÈRES SOLIDES dans l'éther. | | |
|---------------------------------|--------------------------|----------|----------|-----------------|----------|----------|-----------------------------------|----------|----------|
| | Minimum. | Maximum. | Moyenne. | Minimum. | Maximum. | Moyenne. | Minimum. | Maximum. | Moyenne. |
| IV. Foins. | | | | | | | | | |
| Lupin jaune | — | — | 85,0 | 6,0 | 18,7 | 11,8 | — | — | 2,9 |
| Lupuline | — | — | 83,3 | — | — | 14,6 | — | — | 3,3 |
| Luzerne | 83,3 | 87,5 | 83,6 | 13,1 | 19,7 | 14,4 | 2,3 | 3,8 | 2,8 |
| Moha | 83,7 | 90,1 | 86,6 | 7,0 | 11,6 | 10,8 | 2,0 | 2,4 | 2,2 |
| De pré sain | 80,3 | 90,2 | 85,7 | 7,2 | 17,1 | 8,5 | 1,4 | 5,6 | 3,0 |
| — marécageux | 85,4 | 88,7 | 87,0 | 6,8 | 8,4 | 7,6 | 4,4 | 4,9 | 4,6 |
| Ray-grass anglais | — | — | 85,7 | — | — | 10,2 | — | — | 2,7 |
| — d'Italie | — | — | 85,7 | — | — | 11,2 | — | — | 3,2 |
| Regain de pré | 79,8 | 82,2 | 81,0 | 8,4 | 18,4 | 9,5 | 2,3 | 6,8 | 3,1 |
| Sainfoin | 83,3 | 81,0 | 83,6 | 12,8 | 17,1 | 13,3 | — | — | 2,5 |
| Serradelle | 83,3 | 81,7 | 84,0 | 14,6 | 15,4 | 14,9 | 1,5 | 1,9 | 1,7 |
| Spergule | 83,3 | 87,5 | 85,4 | 7,8 | 12,0 | 10,4 | 2,4 | 3,2 | 2,8 |
| Trèfle blanc | 78,5 | 84,6 | 83,3 | 7,7 | 16,8 | 14,9 | 1,4 | 3,7 | 3,5 |
| — élégant | — | — | 83,3 | — | — | 13,8 | — | — | 2,5 |
| — hybride | — | — | 83,3 | — | — | 15,3 | — | — | 3,3 |
| — incarnat | — | — | 83,3 | — | — | 12,2 | — | — | 3,0 |
| — rouge | 78,4 | 87,1 | 84,0 | 7,6 | 18,3 | 13,4 | 1,4 | 3,5 | 3,2 |
| Vesce | — | — | 83,3 | 14,2 | 19,8 | 17,0 | 2,3 | 2,5 | 2,4 |
| Vesce et avoine | — | — | 83,3 | — | — | 12,6 | — | — | 2,3 |
| V. Pailles. | | | | | | | | | |
| Avoine | 78,8 | 89,7 | 85,7 | 1,3 | 6,1 | 2,5 | 0,8 | 5,1 | 2,6 |
| Colza | — | — | 84,0 | — | — | 3,5 | — | — | 1,0 |
| Épeautre | — | — | 85,7 | — | — | 2,0 | — | — | 1,5 |
| Féverole | 78,0 | 85,5 | 82,0 | 3,3 | 16,4 | 9,9 | 0,7 | 2,2 | 1,0 |
| Froment | 71,0 | 91,9 | 85,7 | 1,4 | 5,6 | 2,0 | 0,6 | 2,0 | 1,5 |
| Lentille | — | — | 84,0 | — | — | 14,0 | — | — | 2,0 |
| Lupin | — | — | 85,8 | — | — | 4,9 | — | — | 1,5 |
| Mais | — | — | 86,0 | — | — | 3,0 | — | — | 1,1 |

| EXTRACTIFS non azotés. | | | CELLULOSE BRUTE. | | | MATIÈRES MINÉRALES. | | | | | | |
|---------------------------|----------|----------|------------------|----------|----------|---------------------|----------|--------|--------|-----------|---------------|--------------------------|
| Minimum. | Maximum. | Moyenne. | Minimum. | Maximum. | Moyenne. | Cendres totales. | Potasse. | Soude. | Chaux. | Magnésie. | Oxyde de fer. | Acide phos- phorique. |
| 28,4 | 31,2 | 28,5 | 25,0 | 48,3 | 35,5 | 6,3* | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 33,2 | — | — | 26,2 | 6,0* | — | — | — | — | — | — |
| 20,0 | 34,8 | 25,7 | 19,3 | 40,0 | 34,7 | 7,46 | 1,834 | 0,153 | 3,146 | 0,303 | 0,103 | 0,657 |
| 33,3 | 41,2 | 38,5 | 26,8 | 34,5 | 29,4 | 6,95 | 2,518 | 0,139 | 0,720 | 0,640 | 0,461 | 0,407 |
| 22,6 | 48,2 | 38,3 | 24,0 | 30,9 | 29,3 | 6,02 | 1,538 | 0,265 | 1,007 | 0,380 | 0,075 | 0,485 |
| 26,6 | 44,0 | 35,7 | 24,0 | 41,5 | 32,8 | 7,11 | 2,060 | 0,574 | 0,471 | 0,333 | 0,183 | 0,533 |
| — | — | 36,1 | — | — | 30,2 | 6,5 | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 40,6 | — | — | 22,9 | 7,8 | — | — | — | — | — | — |
| 33,3 | 49,7 | 42,3 | 19,0 | 30,7 | 23,5 | 6,6* | — | — | — | — | — | — |
| 34,2 | 34,7 | 34,5 | — | — | 27,1 | 5,50 | 1,560 | 0,180 | 2,016 | 0,357 | 0,063 | 0,747 |
| 27,7 | 35,5 | 31,6 | 26,1 | 33,9 | 30,0 | 6,5* | — | — | — | — | — | — |
| 26,0 | 41,2 | 36,6 | 20,2 | 35,1 | 27,8 | 6,76 | 2,365 | 0,546 | 1,295 | 0,819 | — | 0,996 |
| 30,8 | 41,3 | 33,9 | 22,7 | 25,6 | 25,0 | 7,46 | 1,207 | 0,538 | 2,313 | 0,745 | 0,173 | 1,007 |
| — | — | 35,0 | — | — | 25,5 | 6,60 | 1,430 | 0,451 | 3,004 | 0,267 | 0,068 | 0,511 |
| — | — | 25,9 | — | — | 30,5 | 4,76 | 1,317 | 0,145 | 1,619 | 0,505 | 0,018 | 0,484 |
| — | — | 27,1 | — | — | 33,8 | 6,08 | 1,403 | 0,517 | 1,921 | 0,370 | 0,120 | 0,428 |
| 15,2 | 48,1 | 28,5 | 18,8 | 48,1 | 33,3 | 6,83 | 2,496 | 0,139 | 2,436 | 0,744 | 0,072 | 0,674 |
| 28,5 | 32,8 | 30,6 | 25,5 | 25,6 | 25,5 | 8,2 | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 33,2 | — | — | 28,0 | 7,2* | — | — | — | — | — | — |
| 24,9 | 48,0 | 35,6 | 30,0 | 50,2 | 41,2 | 4,70 | 1,040 | 0,136 | 0,416 | 0,190 | 0,038 | 0,220 |
| — | — | 35,4 | — | — | 40,3 | 4,2 | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 28,7 | — | — | 48,0 | 5,85 | 0,608 | 0,030 | 0,337 | 0,145 | 0,045 | 0,295 |
| 16,0 | 33,8 | 29,7 | 25,8 | 41,7 | 35,6 | 5,35 | 2,256 | 0,131 | 1,198 | 0,406 | 0,067 | 0,490 |
| 26,7 | 42,6 | 35,0 | 28,9 | 52,6 | 49,2 | 5,37 | 0,733 | 0,074 | 0,309 | 0,133 | 0,033 | 0,258 |
| — | — | 27,9 | — | — | 33,6 | 6,5 | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 33,2 | — | — | 41,8 | 4,96 | 0,962 | 0,316 | 1,774 | 0,434 | 0,230 | 0,444 |
| — | — | 37,9 | — | — | 40,0 | 4,87 | 1,418 | 0,713 | 0,469 | 0,300 | 0,076 | 0,617 |

| DÉSIGNATION des ALIMENTS. | MATIÈRE SÈCHE totale. | | | PROTÉINE BRUTE. | | | MATIÈRES SOLUBLES dans l'éther. | | |
|--------------------------------------|--------------------------|----------|----------|-----------------|----------|----------|------------------------------------|----------|----------|
| | Minimum. | Maximum. | Moyenne. | Minimum. | Maximum. | Moyenne. | Minimum. | Maximum. | Moyenne. |
| | Navette | 78,5 | 87,8 | 82,0 | 2,7 | 4,6 | 3,0 | 1,0 | 5,7 |
| Orge d'hiver..... | 82,5 | 89,1 | 85,7 | 1,9 | 5,4 | 3,0 | 1,1 | 1,5 | 1,4 |
| — d'été..... | — | — | 85,7 | — | — | 3,5 | — | — | 1,4 |
| Pois | 82,6 | 88,1 | 85,7 | 4,8 | 10,1 | 7,3 | 1,5 | 3,3 | 2,0 |
| Sarrasin..... | — | — | 89,6 | — | — | 3,9 | — | — | 1,6 |
| Seigle d'hiver..... | 81,4 | 89,7 | 85,7 | 1,5 | 4,1 | 2,0 | 1,3 | 2,5 | 1,4 |
| Soja..... | — | — | 85,0 | — | — | 6,7 | — | — | 2,5 |
| Trèfle..... | — | — | 85,0 | — | — | 9,0 | — | — | 2,0 |
| Vesce..... | 83,3 | 87,5 | 85,7 | 6,2 | 7,5 | 7,0 | — | — | 2,0 |
| VI. Balles et si- liques. | | | | | | | | | |
| Arachide (écales) | — | — | 89,4 | — | — | 7,1 | — | — | 3,2 |
| Avoine | — | — | 85,7 | — | — | 4,0 | — | — | 1,5 |
| Cameline..... | — | — | 88,8 | — | — | 2,7 | — | — | 1,1 |
| Colza..... | 82,0 | 93,5 | 87,8 | 3,3 | 4,9 | 4,0 | 1,6 | 3,1 | 1,8 |
| Épeautre..... | — | — | 85,7 | — | — | 2,9 | — | — | 1,3 |
| Féverole..... | 87,0 | 85,0 | 85,7 | 10,5 | 10,7 | 10,6 | 1,0 | 2,0 | 1,5 |
| Froment..... | 87,0 | 91,5 | 85,7 | 3,3 | 7,4 | 4,5 | 1,4 | 1,8 | 1,5 |
| Lin..... | — | — | 88,4 | — | — | 3,5 | — | — | 3,4 |
| Lupin..... | — | — | 85,7 | — | — | 2,7 | — | — | 2,5 |
| Mais (râfle)..... | — | — | 86,0 | — | — | 1,4 | — | — | 1,4 |
| Milpet (écales)..... | — | — | 88,8 | — | — | 4,8 | — | — | 2,3 |
| Orge..... | — | — | 85,7 | — | — | 8,1 | 1,0 | 2,0 | 1,5 |
| Pois..... | — | — | 85,7 | — | — | 3,3 | — | — | 1,5 |
| Riz (écales)..... | — | — | 90,3 | — | — | 3,4 | — | — | 1,4 |
| Seigle..... | — | — | 85,7 | 3,5 | 3,7 | 3,6 | 1,2 | 1,8 | 1,4 |
| Soja..... | — | — | 86,0 | — | — | 5,1 | — | — | 1,3 |
| Vesce..... | 81,9 | 87,5 | 85,7 | 7,2 | 15,7 | 8,5 | 1,0 | 2,0 | 1,5 |

| EXTRACTIFS non azotés. | | | CELLULOSE BRUTE. | | | MATIÈRES MINÉRALES. | | | | | | |
|---------------------------|----------|-------------|------------------|----------|-------------|---------------------|----------|--------|--------------|--------------|---------------|---------------------|
| Minimum. | Maximum. | Moyenne. | Minimum. | Maximum. | Moyenne. | Cendres totales. | Potasse. | Soude. | Chaux. | Magnésie. | Oxyde de fer. | Acide phosphorique. |
| 31,3 | 34,0 | 32,2 | 37,5 | 40,9 | 40,0 | 4,92 | 4,3-2 | 0,006 | 1,396 | 0,300 | 0,091 | 0,29 |
| 48,2 | 45,5 | 31,3 | 34,4 | 54,0 | 45,6 | 4,80 | 1,097 | 0,198 | 0,373 | 0,125 | 0,033 | 0,241 |
| | — | 36,7 | — | — | 40,0 | 4,1 | — | — | — | — | — | — |
| 22,8 | 30,8 | 32,3 | 33,6 | 51,8 | 39,2 | 5,43 | 4,175 | 0,209 | 1,889 | 0,443 | 0,088 | 0,441 |
| | | 33,2 | | | 45,9 | 5,0 | | | | | | |
| 25,6 | 44,5 | 35,0 | 30,1 | 54,9 | 42,0 | 4,79 | 0,922 | 0,103 | 0,411 | 0,130 | 0,050 | 0,240 |
| | — | 38,6 | 27,0 | — | 27,0 | 10,2 | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 20,0 | — | — | 48,0 | 6,0 | 2,7-5 | 0,104 | 1,384 | 0,758 | 0,058 | 0,511 |
| 48,3 | 37,0 | 26,7 | 30,8 | 53,1 | 44,0 | 3,25 | 0,746 | 0,819 | 1,851 | 0,440 | 0,079 | 0,329 |
| | | 15,3 | | | 60,8 | 3,0 | | | | | | |
| | | 28,2 | | | 34,0 | 8,31 | 0,334 | 0,352 | 0,361 | 0,171 | 0,121 | 0,153 |
| | | 32,6 | | | 45,2 | 7,2 | | | | | | |
| 28,0 | 31,5 | 29,7 | 41,5 | 46,6 | 43,5 | 9,05 | 0,698 | 0,031 | 0,404 | 0,132 | 0,022 | 0,634 |
| | | 31,5 | | | 41,5 | 9,70 | 0,903 | 0,019 | 0,228 | 0,238 | 0,047 | 0,699 |
| 27,5 | 29,5 | 28,5 | 35,1 | 37,0 | 36,1 | 6,41 | 4,156 | 0,151 | 0,794 | 0,690 | 0,030 | 0,317 |
| 31,2 | 53,0 | 42,1 | 20,3 | 9,7 | 30,7 | 10,73 | 0,981 | 0,192 | 0,202 | 0,136 | 0,040 | 0,461 |
| — | — | 35,0 | — | — | 40,7 | 5,8 | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 44,7 | — | — | 33,0 | 2,46 | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 42,6 | — | — | 37,8 | 0,52 | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 29,0 | — | — | 40,8 | 11,2 | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 37,2 | — | — | 30,0 | 13,45 | 1,097 | 0,134 | 1,475 | 0,180 | 0,208 | 0,28 |
| 30,0 | 36,6 | 33,3 | 32,7 | 39,5 | 36,8 | 6,0* | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 27,0 | — | — | 42,8 | 15,7 | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 42,6 | — | — | 37,8 | 0,52 | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 42,5 | — | — | 29,0 | 8,1 | — | — | — | — | — | — |
| 20,5 | 42,3 | 31,4 | — | 49,6 | 36,3 | 8,0 | — | — | — | — | — | — |

Relation nutritive. — Boussingault a, le premier, remarqué que la valeur nutritive des substances alimentaires dépend, pour une part, du rapport existant entre leur azote et leur carbone. C'est plus tard qu'en Allemagne l'attention a été reportée sur leurs principes immédiats constituants. Ce rapport, désigné comme *relation des éléments nutritifs*, ou plus simplement comme *relation nutritive*, doit être défini, avant d'examiner l'action que les organes digestifs exercent sur les aliments. Il s'établit nécessairement entre deux termes, dont l'un est toujours représenté par la somme des matières azotées ou la protéine brute. L'autre est la somme des matières non azotées, ou bien celle des matières solubles dans l'éther toutes seules. De là deux relations distinctes, d'importance différente. Elles s'expriment par des formules abrégées, dans lesquelles les matières azotées sont représentées par les lettres MA, les non azotées par MNA, et les matières solubles dans l'éther par *mg*.

Ces formules s'écrivent indifféremment des deux manières suivantes, pour la relation nutritive proprement dite :

$$\frac{MA}{NNA} \text{ ou } MA : MNA.$$

Et pour la relation qu'on a nommée *ulipo-protéique* :

$$\frac{mg}{MA} \text{ ou } mg : MA.$$

Sur la constitution du premier terme de la relation nutritive, il n'y a pas de doute. Pour tous les auteurs, ce terme est formé par la protéine ou par le produit du dosage de l'azote par le coefficient 6.25. Par exemple, un aliment dosant 2 d'azote a pour premier terme de sa relation nutritive la valeur de $2 \times 6.25 = 12.50$. Il n'en est pas de même à l'égard du second. Sa constitution est comprise par les auteurs de trois manières différentes, sur lesquelles il importe d'être éclairé.

Dans une première on y fait entrer, pour leur valeur pure et simple, les trois groupes de principes immédiats non azotés : matières solubles dans l'éther, extractifs non azotés et cellulose brute ou ligneux, dont ce terme représente la somme. D'après cette manière, la relation du foin de pré, par exemple, s'exprime ainsi :

$$\frac{\text{MA } 8,5}{\text{MNA } 3 + 38,3 + 29,3} = \frac{1}{83}$$

Le rapport est, comme on le voit, réduit à sa plus simple expression.

Cela semble d'abord le plus logique et devrait être adopté, si des considérations d'une certaine valeur sur le rôle digestif des divers principes immédiats constituants du second terme n'y intervenaient.

L'une de ces considérations, imaginée par Émile Wolff, l'a conduit à adopter une modification consistant à représenter le second terme par son équivalent en valeur d'amidon, supposée d'après la proportion d'oxygène nécessaire pour en opérer la combustion. Ainsi, étant reconnu qu'il faut environ deux fois et demie autant d'oxygène pour brûler un poids de matières grasses que pour brûler le même poids d'amidon, Wolff multiplie le nombre des matières grasses par le coefficient 2,44, ajoute le produit au nombre des extractifs non azotés et obtient ainsi la valeur du second terme de la relation. Celle-ci serait dès lors pour lui, quant au foin de pré :

$$\frac{\text{MA } 8,5}{\text{MNA } 3 \times 2,44 + 38,3} = \frac{1}{5,36}$$

En admettant pour vrai le rôle attribué aux principes immédiats dont il s'agit, et qui serait d'être brûlés dans l'économie animale, on ne pourrait voir dans cette façon d'établir la relation nutritive qu'une complication de calcul purement superflue. Mais elle a en outre l'inconvénient d'introduire une hypothèse tout à fait gratuite. La notion dont nous nous occupons n'a et ne peut avoir

qu'une valeur comparative. Elle permet de juger, à certains égards, comparativement les substances alimentaires simples ou combinées. La constante imaginée par E. Wolff, n'y changeant rien, est donc purement un embarras de plus. Malgré cela, elle n'en a pas moins été unanimement adoptée en Allemagne.

Nous devons préférer de beaucoup la troisième manière qui, reléguant les matières ligneuses dans leur rôle secondaire et accessoire, les laisse de côté et fait représenter le second terme de la relation seulement par l'addition des matières solubles dans l'éther avec les extractifs non azotés, comme il suit :

$$\frac{\text{MA } 8.5}{\text{MNA } 3 + 38.3} = \frac{1}{4.85}$$

C'est donc ainsi que nous calculerons désormais la relation nutritive de toutes les substances alimentaires. La raison décisive de notre préférence sera donnée plus loin.

On est convenu d'appeler étroite toute relation nutritive dont le second terme est plus petit que 5, et large celle dont le second terme est plus grand. Elle est ainsi plus ou moins étroite ou large.

Préhension des aliments. — Les animaux des divers genres ne prennent pas les aliments solides de la même façon pour les introduire dans leur bouche. Les uns, comme les Équidés et les Ovidés, les saisissent avec les lèvres et les coupent avec leurs incisives quand ils sont sur pied, puis, à l'aide de leur langue, les poussent sous les molaires; les autres, comme les Bovidés, dont les lèvres sont rigides, et dont la mâchoire supérieure est d'ailleurs dépourvue d'incisives, se servent surtout de leur langue. Celle-ci, très mobile et s'allongeant facilement, entoure les tiges et les brise, toujours nécessairement à une certaine distance de leur pied, puis en rentrant dans la bouche y entraîne avec elle les parties brisées qu'elle pousse de même sous les molaires.

Les Suidés, dont la lèvre supérieure, surmontée de son groin, dépasse de beaucoup l'inférieure, fouillent le sol

contenant les racines et les tubercules qu'ils préfèrent, en enfonçant leur groin dans la masse alimentaire, pour saisir leurs aliments avec les dents et les conduire, eux aussi, avec la langue.

Tous nos animaux aspirent les aliments fluides et les boissons par un effet de succion. Ils tiennent leurs lèvres closes, sauf en un point central, en les introduisant dans la masse liquide, puis ils aspirent avec la langue, par un mécanisme que tout le monde connaît.

Mastication et insalivation. — Sous les dents molaires, les aliments sont, par les mouvements de la mandibule, divisés, triturés ou moulus entre les deux rangées. Le frottement de ces deux rangées est oblique chez les Équidés, horizontal chez les Bovidés et les Ovidés. Il y a là un véritable effet de monture. Chez les Suidés, c'est une trituration, les molaires étant tuberculeuses et les mouvements des mâchoires verticaux.

Les joues et la langue ramènent constamment, par leurs mouvements, les matières alimentaires qui débordent la table des molaires, jusqu'à ce que leur mastication soit complète.

A mesure que celle-ci s'opère, la salive qui coule dans la bouche par les orifices des glandes, et surtout par celui de la parotide située du côté des rangées molaires qui fonctionnent, se mélange avec les aliments, les imprègne et s'y incorpore. Ils forment ainsi bientôt un magma insalivé, auquel on a donné le nom de *bol alimentaire*.

Ce bol est d'autant mieux préparé pour la digestion que sa mastication a duré plus longtemps, a été plus parfaite, et que son insalivation est plus complète. Cela donne à l'intégrité et à la solidité de l'appareil dentaire, dans la fonction digestive, un rôle très important, ainsi qu'au fonctionnement normal des glandes salivaires.

Déglutition. — Le bol alimentaire, une fois formé, se revêt, à sa surface, des salives gluantes des glandes maxillaires et de la sublinguale, puis est amené, principalement par les mouvements de la langue, à la partie supérieure de la base de celle-ci, qui forme un plan incliné, vers le voile du palais. Un mouvement volontaire

d'abaissement et de retrait; déterminé par la contraction des muscles de l'appareil hyoïdien, lui fait franchir l'isthme du gosier, lubrifié par le fluide des amygdales.

Il tombe ainsi dans le pharynx, dont les parois musculaires, en se contractant automatiquement sur lui, le poussent dans l'œsophage. Les contractions péristaltiques de celui-ci le saisissent à leur tour et le conduisent jusque dans l'estomac.

La déglutition du bol alimentaire et son transport à l'estomac sont d'autant plus faciles et plus rapides qu'il a été mieux mâché, mieux insalivé, et que son volume est plus en rapport avec la capacité de l'œsophage. Le bol trop volumineux ou insuffisamment ensalivé est au moins d'une déglutition pénible ou douloureuse, et il s'arrête parfois dans le trajet de l'œsophage, où son séjour détermine des accidents d'asphyxie très souvent mortels.

Ces accidents sont surtout fréquents chez les Bovidés qui ont dégluti une pomme ou un gros fragment de betterave.

Rumination. — Chez les Bovidés et les Ovidés, ce que nous venons de décrire se passe en deux temps, au lieu d'un seul. La mastication complète des aliments et leur insalivation n'ont pas lieu à mesure qu'ils sont pris. Dès qu'ils ont été grossièrement divisés, l'animal les déglutit, et son œsophage les conduit dans la panse, où ils s'accumulent. Le repas fini, c'est-à-dire la panse remplie, alors il commence paisiblement les opérations de mastication et d'insalivation indispensables pour assurer la digestion.

Si ces opérations sont trop longtemps retardées, les matières alimentaires accumulées dans le rumen entrent en fermentation; des gaz se développent qui distendent l'organe et rendent ainsi impossible l'accomplissement de la fonction, ce qui met en péril la vie de l'individu, en le menaçant d'asphyxie.

Cette fonction est celle de la rumination, à laquelle les animaux en question doivent leur nom de *ruminants*.

Elle consiste dans le retour vers la bouche des matières accumulées dans le rumen. Celui-ci, par la contraction brusque de sa membrane musculaire, les pousse vers

L'ouverture œsophagienne infundibuliforme qu'elles remplissent jusqu'en avant du point où l'œsophage se trouve compris entre les deux faisceaux musculaires du pilier diaphragmatique. Par une contraction également brusque de ce pilier musculaire, se produisant au moment précis où cesse celle du rumen, une petite portion en est saisie et poussée ainsi dans le conduit œsophagien, qui se contracte de bas en haut pour la faire remonter jusqu'à la bouche.

Toutes ces contractions musculaires peuvent être facilement observées, dans l'ordre de leur succession, sur l'animal qui rumine.

Toussaint, interprétant mal, selon nous, les graphiques recueillis dans ses recherches, attribue, dans ce mécanisme de retour des aliments vers la bouche, aux mouvements respiratoires un effet d'aspiration forte qu'ils n'ont évidemment pas. Cet effet résulte simplement de la contraction du diaphragme dont il a été parlé.

Aussitôt après le retour du bol dans la bouche, la mâchoire se met en mouvement pour en opérer la mastication et l'insalivation complètes, après lesquelles il est dégluti de nouveau. Alors, au lieu de tomber dans la panse, comme la première fois, il est conduit directement dans le troisième compartiment gastrique ou feuillet, où, d'après Ellenberger, la division des aliments se complète quand elle n'a pas été suffisante par la seconde mastication. A cet effet, la prétendue gouttière se contracte au moment où il se présente; ses deux extrémités se rapprochent de façon à faire affronter l'ouverture œsophagienne avec celle du feuillet (Lemoigne).

Ce premier bol est suivi d'un deuxième, et ainsi de suite, tant que l'animal est tranquille, jusqu'à ce qu'une grande partie des aliments contenus dans la panse soient revenus à la bouche.

La panse ne se vide jamais complètement ainsi, et les aliments y étant constamment brassés, ce ne sont point les derniers introduits qui sont les premiers ruminés.

Les aliments fluides et les boissons, déglutis à petites gorgées, passent directement, du premier coup, du moins

en partie, dans le quatrième estomac et ne sont point, par conséquent, soumis à la rumination. Les plantes qui, par leur constitution chimique et leur état physique, sont facilement fermentescibles, doivent être promptement ruminées, au contraire, sans quoi leur séjour dans le rumen y occasionnerait le trouble dangereux dont il a été parlé plus haut.

Digestion stomacale. — Il suffit de mettre en contact, n'importe où, une matière amylacée quelconque, de l'amidon, de la fécule ou de la cellulose jeune, avec de la salive, sous l'influence d'une température de 30 à 40 degrés, pour qu'elle soit très promptement transformée en glycogène et devienne ainsi diffusible. Une action plus prolongée fait passer le glycogène à l'état de sucre, absolument comme si l'on agissait avec de la diastase extraite de l'orge germée. Lorsqu'on met dans un tube de verre de l'empois d'amidon avec de la salive, si l'on chauffe légèrement le tube, le liquide, opalin ou laiteux, suivant la quantité de matière amylacée qu'il contient, devient bientôt clair. En cet état, il réduit la liqueur de Fehling. Il contient donc de la glycose.

Arrivées dans l'estomac avec la salive qu'elles ont entraînée, et par conséquent avec la diastase salivaire, les matières alimentaires y séjournent durant un certain temps. Ce temps varie selon leur nature et suivant la résistance qu'elles opposent à l'action de la diastase salivaire et des autres agents d'hydratation dont nous allons parler.

Les substances féculentes et la cellulose jeune ne sont pas entièrement transformées en sucre dans l'intérieur de l'estomac, chez les animaux monogastriques. Bien qu'elles trouvent dans cet organe d'autres produits de sécrétion, capables de seconder l'action de la salive et même de la suppléer jusqu'à un certain point, elles n'y restent pas assez longtemps pour cela.

La pepsine du suc gastrique est aux matières albuminoïdes ce que la diastase salivaire est aux féculentes. Par son action sur ces matières, qui ne sont pas diffusibles, sur la fibrine, l'albumine fluide ou coagulée, la caséine, la

légumine, le gluten, etc., elle les gonfle, les ramollit et les rend diffusibles par hydratation, en provoquant un dégagement de chaleur. On leur a donné, en cet état, le nom de *peptones* (Lehmann) ou d'*albuminose* (Miallie).

Les opérations essentielles de la digestion stomacale ont donc pour effet d'hydrater les matières féculentes et les matières azotées. L'agent de la première est le ferment salivaire, celui de la seconde le ferment gastrique. En examinant les matières alimentaires contenues dans l'estomac d'un animal en cours de digestion, on y constate ces deux actions de la diastase salivaire et de la pepsine, plus ou moins avancées, suivant le temps qui s'est écoulé depuis le repas. On y rencontre aussi d'autres substances résultant des altérations spontanément produites dans la masse, et enfin d'autres encore qui ont conservé l'état dans lequel elles ont été ingérées. De ce nombre sont les matières grasses, sur lesquelles ni la salive ni le suc gastrique n'ont aucune action.

Toutes ces matières, ainsi modifiées ou non par la digestion stomacale, forment une sorte de pâte ou de bouillie plus ou moins épaisse, suivant l'état d'avancement du phénomène et la quantité de liquide mêlée à la masse, soit par la nature même des aliments, soit par les boissons ingérées en même temps que ceux-ci. C'est à cette pâte qu'on a donné le nom de *chyme*. Il y entre toutes les matières introduites dans l'estomac, plus celles que l'estomac, par la sécrétion de ses glandes, fournit lui-même, et qui sont les éléments organiques et minéraux du suc gastrique. Plus riche que les aliments, notamment en acide phosphorique, pressée par les contractions de la membrane musculuse, elle franchit l'estomac à mesure que les actions dont il vient d'être question sont suffisamment avancées pour que le séjour dans le viscère ne soit plus nécessaire. Le temps de la digestion stomacale varie non seulement suivant les espèces, mais encore suivant les individus et les circonstances. Il est d'ailleurs toujours plus long pour les herbivores que pour les autres. Chez les premiers, il ne dure pas moins de quatre heures; mais chez les ruminants on doit admettre que le contenu de la

pause ne se renouvelle pas complètement en moins de trois à quatre jours.

Digestion intestinale. — En sortant de l'estomac par le pylore, les matières alimentaires rencontrent le suc pancréatique et la bile, versés dans le duodénum.

Le suc pancréatique, qui agit comme la salive, transforme en outre les matières albuminoïdes comme le suc gastrique ; de plus, il contribue à l'émulsion des matières grasses. Il semble donc avoir pour fonction de parachever la digestion gastrique, en attaquant au passage les matières qui auraient pu échapper à celle-ci.

La bile se caractérise surtout par son alcalinité. Elle jouit de la propriété de se mêler aux corps gras, de les saponifier et de les émulsionner comme le suc pancréatique. Dastre a montré qu'elle est indispensable pour cela, contrairement à ce qu'avait pensé Cl. Bernard.

En outre de la bile et du suc pancréatique, le chyme est encore en contact avec le suc intestinal. Les trois fluides réunis forment un liquide mixte alcalin, chez les herbivores, qui jouit à lui seul de la faculté de digérer les aliments de toute sorte. Dans le duodénum et une partie du jéjunum qui lui fait suite, la bouillie alimentaire est encore plus riche que dans l'estomac, à cause des substances qui lui ont été fournies par les glandes intestinales.

Osmose intestinale. — A mesure que les contractions péristaltiques font avancer le chyme le long de l'intestin grêle, toutes les substances solubles, naturellement diffusibles ou rendues telles par l'action digestive, les sucres, le glycogène, les peptones, les matières grasses émulsionnées, sont osmosées ou dialysées par les villosités intestinales, et passent dans le sang des veines intestinales et dans la lymphe des chylifères qui rampent dans l'épaisseur du mésentère, pour se rendre dans la circulation générale.

Chez l'animal à jeun, cette lymphe est incolore ou faiblement rosée. Pendant la digestion, elle devient laiteuse ; de là le nom de *lactés* qui a été donné à ses vaisseaux.

Les matières contenues dans l'intestin, et qui ne sont

autres que le chyme, plus le liquide mixte intestinal, ont reçu le nom de *chyle*. Il faut prendre garde que ce nom ne convient rigoureusement que pour le liquide qui passe dans les vaisseaux chylifères, et non point à cette bouillie alimentaire contenant des matières qui ne seront pas absorbées du tout, et d'autres qui le seront par les veines

En traversant le long et étroit conduit formé par l'intestin grêle, la bouillie alimentaire a donc cédé à la dialyse, par les villosités intestinales, la plus grande partie de ses matières rendues diffusibles par la digestion. Arrivée dans le cœcum, l'action des sucs digestifs a été à peu près épuisée sur elle. Le gros intestin, en effet, n'en sécrète aucun. Aussi n'y trouve-t-on plus, chez l'animal adulte, que la proportion d'acide phosphorique apportée par les aliments. L'excédent de tout à l'heure a été repris par l'osmose. Tout au plus, chez les espèces où cette partie du tube intestinal est très développée, l'action de la diastase se continue-t-elle sur les matières féculentes dont leur alimentation est fort riche. Toutefois, on a constaté que le suc intestinal peut, dans une certaine mesure, rendre absorbables les matières albuminoïdes très divisées, et c'est ce qui explique l'action des lavements nutritifs.

Les parties digérées qui ont échappé à la dialyse dans l'intestin grêle sont absorbées dans le gros intestin, et surtout dans le cœcum, lavées qu'elles y sont par la grande quantité de liquide qui les délaie.

Celles qui n'ont pas été digérées s'y putréfient. Les matières cellulosiques y subissent, en séjournant, la fermentation méthanique qui, dans les marais, dégage du formène ou méthane. Ainsi s'explique la production des gaz intestinaux qui s'accumulent parfois en surabondance dans le cœcum des Équidés.

En passant de là dans le côlon, les matières ne se composent guère plus que des résidus de la digestion, qui perdent de plus en plus d'eau. Dans la portion flottante du côlon, ce ne sont plus que des excréments, prenant la forme sous laquelle ils seront expulsés, couverts

de mucus intestinal et de la partie excrémentielle de la bile et des sucs intestinaux. C'est ce qui leur donne la coloration particulière à chaque espèce, et en rapport principalement avec la quantité et la qualité de la bile excrétée.

Tant qu'il se maintient dans les limites que l'on peut appeler normales, le dégagement des gaz intestinaux n'entraîne aucun inconvénient; mais si, par suite de son exagération, il distend outre mesure l'un ou l'autre des viscères, la digestion est aussitôt arrêtée; il se produit des coliques plus ou moins violentes. Il en est de même lorsque la digestion est troublée ou arrêtée dans une partie quelconque du tube digestif, surtout dans l'estomac, chez les animaux qui, comme les Équidés, ne peuvent pas vomir.

Défécation. — Lorsque les excréments sont accumulés dans l'ampoule rectale en quantité suffisante pour y faire naître une sensation de gêne, l'animal, par un acte de sa volonté, relâche le sphincter de l'anus. En même temps, les réflexes du rectum provoquent les contractions péristaltiques de ses faisceaux musculaires, qui expulsent ces excréments en les pressant d'avant en arrière. C'est la défécation.

Dans les conditions d'une digestion régulière, les matières excrémentielles conservent un volume et une consistance qui rendent leur expulsion facile. Les contractions du rectum suffisent pour vaincre la faible résistance de l'anus relâché. Dans le cas contraire, elles sont aidées par la contraction des muscles abdominaux, qui font effort sur la masse intestinale en la pressant. Les efforts de défécation indiquent toujours un trouble de la fonction digestive, soit la constipation, soit une irritation de la marge de l'anus, causée par la diarrhée persistante.

Digestibilité des aliments. — On appelle digestibilité la propriété en raison de laquelle les aliments sont attaqués par les sucs et les ferments digestifs. Cette propriété, plus ou moins développée, dépend de leur constitution physique et de leur composition immédiate. C'est là une notion vulgaire. On dit communément que telle

substance alimentaire est plus digestible ou plus facile à digérer que telle autre, ou inversement.

La digestibilité dépendante de la constitution physique est dite absolue, parce qu'elle subsiste, quelle que soit la composition de l'aliment. Elle est proportionnelle à la diffusibilité naturelle des principes immédiats constitutifs de l'aliment et en sens inverse, par conséquent, de leur consistance et du degré d'organisation des tissus végétaux dont ils font partie. Les substances naturellement solubles ou diffusibles n'ont pas besoin d'être digérées. Celles qui sont demi-liquides et à peine collodes deviennent plus rapidement diffusibles que celles dont la consistance est solide et serrée. Elles sont absolument plus digestibles.

À consistance égale, les principes immédiats nutritifs peuvent être plus ou moins facilement accessibles pour les sucs digestifs. Cela dépend de la forme sous laquelle ils se présentent et des obstacles étrangers à leur constitution même, à leur digestibilité absolue, qui s'opposent à l'attaque directe par ces sucs. C'est ce qui détermine la digestibilité relative, ainsi nommée parce qu'elle est sous la dépendance de la relation nutritive.

La *digestibilité absolue* est toujours plus grande pour les aliments concentrés que pour les autres. En ce qui concerne les aliments grossiers, elle est en raison inverse de l'âge des plantes ou de l'état d'avancement de leur végétation ; elle est en raison directe, à tout âge, des préparations qu'ils ont subies, parmi celles qui, comme nous le verrons plus loin, agissent dans le même sens que la digestion, c'est-à-dire en les rendant moins difficilement ou plus facilement diffusibles.

Ainsi Ernst et Hugo Schulze et Max Maercker (1) ont constaté expérimentalement que dans les jeunes herbes de prairie la digestibilité absolue, pour la protéine, était de 0,78, de 0,64 pour les matières solubles dans l'éther, de 0,78 pour les extractifs non azotés, et de 0,67 pour la

(1) E. et H. SCHULTZE et M. MAERCKER, *Ann. der Landwirtschaft.*, février-mars 1871. Berlin.

cellulosé brute, tandis que pour le foin elle n'était plus que de 0,59, de 0,50, de 0,66 et de 0,62

Émile Wolff (1), de son côté, a expérimenté sur des herbes de pré coupées à différents stades de leur végétation. Il a constaté les résultats suivants, pour la digestibilité de leurs principes immédiats nutritifs :

| | Protéine. | Matières solubles dans l'éther. | Extractifs non azotés. | Cellulose brute. |
|---------------|-----------|---------------------------------|------------------------|------------------|
| 24 avril..... | 0,79 | 0,63 | 0,75 | 0,75 |
| 13 mai..... | 0,71 | 0,68 | 0,88 | 0,71 |
| 10 juin..... | 0,69 | 0,61 | 0,74 | 0,66 |

Sur du trèfle expérimenté avant sa floraison et à la fin de celle-ci, le même auteur (2) a obtenu les digestibilités comparatives suivantes :

| | Protéine. | Matières solubles dans l'éther. | Extractifs non azotés. | Cellulose brute. |
|----------------------------|-----------|---------------------------------|------------------------|------------------|
| Peu avant la floraison... | 0,74 | 0,65 | 0,82 | 0,60 |
| À la fin de la floraison.. | 0,58 | 0,44 | 0,70 | 0,38 |

Les différences ici sont encore plus accentuées que dans les cas précédents. On s'en rend facilement compte en songeant que la constitution physique du trèfle subit, lorsqu'il arrive à maturité, des modifications plus grandes que celles qui concernent les herbes de prairie. Dans les deux cas il y a une indication pratique importante, à l'égard du moment le plus convenable pour opérer la coupe des fourrages en question, afin de leur assurer la valeur nutritive la plus élevée, indication qui est généralement méconnue par les agriculteurs. Elle est d'ailleurs générale et s'applique à tous les végétaux alimentaires. Les deux cités ici le sont seulement à titre d'exemples.

La digestibilité relative est d'autant plus grande que la

(1) E. WOLFF, *Die Ernährung der landw. Nutzthiere*, p. 111. Berlin, 1876.

(2) E. WOLFF, *Die Versuchsstation Hohenheim*, 1870, p. 80.

relation nutritive est plus étroite, et inversement. Celle des aliments concentrés, à relation nutritive étroite, est toujours plus grande que celle des aliments grossiers, à relation nutritive large. Pour les premiers, elle augmente à mesure que la relation se rétrécit. Pour la protéine, notamment, elle est de 0,83 dans les fèves et de 0,85 dans les pois, dont la relation est 1 : 2, tandis qu'elle n'est que de 0,74 dans l'avoine et de 0,79 dans l'orge, dont la relation nutritive est 1 : 4. Pour les aliments bruts ou grossiers, elle n'est que de 0,26 dans la paille de froment, dont la relation est 1 : 18, et de 0,62 dans le maïs vert, dont la relation est 1 : 7.

De la combinaison de la digestibilité absolue et de la digestibilité relative résulte la *digestibilité moyenne*, qui donne la valeur nutritive probable de l'aliment considéré dans l'ensemble de sa composition immédiate. Elle se traduit par la proportion de substance organique qu'il livre à la digestion. L'effet utile total de l'aliment sera d'autant plus grand que cette proportion sera plus forte. Le trèfle rouge avant la floraison, dont la proportion de substance organique digérée sera de 0,71, devra être jugé plus nutritif, à poids égal de substance sèche, que le même trèfle à l'état de foin, qui ne fournira que 0,59 de sa substance organique totale.

La connaissance de la fonction digestive et celle de la constitution physique et chimique des matières alimentaires rendent compte de ces faits d'une manière satisfaisante, si elles ne permettent point de les mesurer exactement. Ils ont été mis en évidence, un grand nombre de fois déjà, par l'expérimentation physiologique.

En établissant, avec tout le soin possible, au moyen d'un dispositif expérimental approprié, le bilan de ce qui entre dans le tube digestif et de ce qui en sort, on mesure par la différence ce qui a été digéré. Nous possédons maintenant un grand nombre de résultats de ce genre, à l'aide desquels l'observateur judicieux peut s'orienter dans l'appréciation de la valeur nutritive probable et surtout comparative des aliments. Méconnaître l'utilité de ces résultats, sous prétexte qu'ils ne sont point parfaits et

qu'ils ne peuvent point encore conduire à la certitude, ce serait se priver maladroitement de lumières dont les services ont été fort appréciables pour tous ceux qui ont eu le bon esprit de les prendre pour guides dans leur pratique.

Jusqu'aux expériences de Haubner, par exemple, on croyait généralement que la cellulose brute, sous forme de fibres ligneuses, était absolument indigestible. Ces expériences ont montré que, même à l'état de sciure de bois, elle est attaquable par les sucs digestifs. La sciure de peuplier fut digérée à raison de 0,40 à 0,50, celles de pin et de sapin à raison de 0,30 à 0,40. Répétées d'abord par Süßdorf et par Stoeckhardt et confirmées par eux, elles ont été vérifiées ensuite par tous les expérimentateurs pour les fibres brutes de tous les végétaux alimentaires. On a constaté seulement que, dans l'état où la présente le périsperme des graines, la cellulose résiste à la digestion.

Il a bien été avancé par quelques expérimentateurs que la cellulose disparue dans le trajet du tube digestif serait détruite par la fermentation en donnant naissance à des gaz. C'est admissible pour une partie, comme on l'a vu, mais non point pour le tout, ainsi que le montrent les résultats variables qu'on constate. La digestibilité de la cellulose pure ($C^{12}H^{10}O^{10}$) serait, d'après Henneberg, dépendante de la proportion des extractifs non azotés en présence desquels elle se trouve dans les organes digestifs. A mesure que cette proportion s'élève, elle se déprime. La proportion de fibres brutes digérées s'élève, au contraire, à mesure que s'abaisse la richesse en extractifs non azotés. Il s'établit donc, entre les deux sortes de principes immédiats nutritifs, une véritable compensation, facile à comprendre d'ailleurs, étant données l'analogie de leur constitution et l'identité de leur origine dans la végétation. Dans tous les cas, la partie osmosée des extractifs non azotés, plus la partie digérée des fibres brutes, représentent exactement la totalité des mêmes extractifs contenus dans l'aliment. C'est pourquoi, dans l'expression de la relation nutritive, il est plus conforme aux nécessités de

la pratique de négliger, comme nous l'avons dit, la cellulose brute ou le ligneux, pour ne tenir compte que des extractifs non azotés. On est sûr ainsi que la compensation se réalisera toujours au besoin, les fibres brutes ayant en outre un autre rôle à jouer.

L'expérience montre aussi facilement l'influence respective exercée par la relation nutritive sur la digestibilité des principes immédiats constituants de ses deux termes. Ainsi Haubner a constaté que dans les excréments de moutons nourris avec 4^k 250 de paille de froment et 4 kilog. de pommes de terre, il n'existait aucune trace de fécule. Toute eelle contenue dans les pommés de terre était donc digérée. Si, au lieu de 4 kilog., on en donnait à ces moutons 4^k 500, la fécule se montrait aussitôt en abondance dans les déjections. A cette même quantité de pommes de terre ajoutait-on 125 grammes de pois (aliment fortement concentré), les excréments ne contenaient plus de fécule ; la présence de la protéine des pois avait suffi pour rendre digestible la totalité de la fécule contenue dans les 500 grammes de pommes de terre surajoutés.

L'agrandissement du second terme de la relation exerce de même une dépression sur la digestibilité du premier terme ou de la protéine. Les expériences de Henneberg, de Wolff et de beaucoup d'autres l'ont démontré de la manière la plus nette un grand nombre de fois. Cette dépression a varié de 12 à 24 p. 100, suivant l'excès de grandeur de ce second terme.

Les parts relatives que prennent dans la composition de ce même terme les matières solubles dans l'éther, et particulièrement les matières grasses proprement dites, graisses ou huiles, ne sont pas indifférentes. Indépendamment de leur effet nutritif propre, elles exercent sur la digestibilité de la protéine une influence qui a été mise en évidence pour la première fois par les expériences de Crusius (1).

(1) CRUSIUS, Ueber die Bedeutung der vegetabilischen Fette bei der Rindviehfütterung. *Landw. Versuchsstat.* B., II, 1859.

Depuis, Hofmeister (1) a montré expérimentalement que la digestibilité de la substance organique en général, et celle de la protéine et des extractifs non azotés en particulier, augmente dans une certaine mesure lorsque s'élève la richesse en matières grasses. Mais il résulte de ses recherches, ainsi que de celles de E. Wolff, de G. Kühn et de plusieurs autres, que l'influence de ces matières grasses ne se fait plus sentir, si ce n'est même défavorablement, lorsque leur proportion dépasse la moitié de celle de la protéine. La relation adipo-protéique d'un aliment, pour qu'il atteigne son maximum de digestibilité, ne doit donc pas être plus étroite que 1 : 2. Pour 1 kilog. de protéine, l'aliment ne peut pas contenir utilement plus de 500 gr. de matières solubles dans l'éther.

Coefficients de digestibilité. — On comprend, d'après ce qui vient d'être exposé, combien doit être variable la digestibilité des substances alimentaires de genres et même d'espèces différentes, et aussi celle des aliments de même espèce, suivant les cas particuliers, du moment qu'elle dépend de circonstances si complexes. Il importe dès lors de bien définir ces circonstances, pour qu'elles puissent être appréciées aussi exactement que possible dans la pratique. L'expérience seule peut en donner la mesure.

Voici les coefficients résultant des nombreuses recherches auxquelles ont été soumises, jusqu'à présent, les substances alimentaires les plus usitées. Nous en empruntons à Diétrich et Kœnig (2) le tableau augmenté de quelques-uns, trouvés depuis sa publication.

(1) HOFMEISTER, *Landw. Versuchsstat.* B, XVI, p. 347.

(2) DIETRICH und KÖNIG, *Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Futterstoffe mit Angabe der Quellen nach den neueren Analysen.* Berlin, 1874.

TABLEAU des coefficients de digestibilité des principales substances alimentaires.

(En centièmes des éléments nutritifs.)

| SUBSTANCES ALIMENTAIRES. | Substance organique. | Protéine. | Matières soluble dans l'eau. | Extraits non azotés. | Cellulose brute. |
|--------------------------------------|----------------------|-----------|------------------------------|----------------------|------------------|
| Herbes de prairie | 70 | 78 | 64 | 78 | 67 |
| Sorgho vert..... | » | 62 | 85 | 78 | 59 |
| Mais vert..... | » | 63 | 75 | 67 | 72 |
| Trèfle rouge avant la floraison..... | 71 | 75 | 66 | 79 | 56 |
| — en fleur..... | 64 | 69 | 61 | 72 | 50 |
| — à la fin de la floraison..... | 58 | 58 | 44 | 71 | 39 |
| Luzerne verte..... | 62 | 80 | 45 | 72 | 39 |
| Foin de pré..... | 64 | 59 | 50 | 66 | 62 |
| Regain de pré..... | 64 | 60 | 47 | 66 | 64 |
| Foin de trèfle rouge..... | 60 | 59 | 59 | 66 | 46 |
| Foin de luzerne..... | 58 | 76 | 37 | 70 | 38 |
| » de lupin..... | » | 74 | 30 | 62 | 73 |
| Paille de seigle..... | 51 | 24 | 32 | 38 | 62 |
| Paille de froment..... | 45 | 26 | 27 | 40 | 52 |
| Paille d'avoine..... | 52 | 42 | 48 | 47 | 59 |
| Paille de fèves..... | 51 | 45 | 60 | 67 | 36 |
| Paille de lupin..... | » | 38 | 30 | 65 | 51 |
| Avoine..... | 69 | 75 | 78 | 74 | 20 |
| Orge..... | » | 79 | 68 | 90 | » |
| Mais..... | » | 84 | 76 | 93 | » |
| Fèves..... | 85 | 83 | 76 | 91 | » |
| Pois..... | » | 85 | 67 | 95 | » |
| Pommes de terre..... | 89 | 66 | » | 95 | » |
| Betteraves..... | 90 | 77 | » | 98 | » |
| Son de froment..... | 67 | 75 | 50 | 70 | 37 |
| — de seigle..... | 66.7 | 66 | 57 | 74 | 9 |
| Tourteau de lin..... | 81 | 86 | 90 | 80 | » |
| — de colza..... | 74 | 86 | 88 | 76 | » |
| — de coton..... | 50 | 74 | 91 | 46 | » |
| — palmiste..... | 89 | 100 | 100 | 92 | » |
| — de coco..... | » | 73 | 83 | 88 | » |
| — d'arachide..... | 84.95 | 90.95 | 85.66 | 92.87 | 15.85 |
| — de sésame..... | 77.37 | 90.30 | 89.76 | 56.45 | 30.68 |
| — de soleil..... | 75.92 | 89.68 | 87.89 | 71.23 | 30.47 |

Équivalents nutritifs. — Les documents contenus dans le tableau précédent montrent clairement qu'il ne peut point s'établir des relations d'équivalence entre les

aliments quelconques, d'après leur composition seule. Ces équivalents ne sont possibles qu'à la condition d'une égale digestibilité à la fois absolue et relative pour les divers éléments nutritifs constituants, ce qui revient à dire qu'un aliment ne peut être substitué à un autre aliment sans inconvénient pour l'alimentation que si, étant de même ordre, il présente sensiblement la même relation nutritive et les mêmes coefficients de digestibilité. Autrement on ne voit pas comment il livrerait à la digestion les mêmes quantités de ces éléments nutritifs.

Les anciens agronomes, Thær, Pabst et autres, avaient imaginé de prendre pour unité alimentaire le foin de pré de bonne qualité, et de déterminer empiriquement la valeur de tous les autres aliments d'après cette unité. Ils ont dressé des tables d'équivalents dans lesquelles la valeur nutritive du foin étant admise à 100, celle de chacune des autres matières alimentaires est représentée par un nombre plus grand ou plus petit, qui est ainsi l'expression de la quantité qu'il en faut pour remplacer 100 de foin.

Boussingault avait donné à cela une apparence scientifique, en supposant que la valeur nutritive des substances alimentaires est proportionnelle à leur richesse en azote, ce qui est du reste vrai dans bon nombre de cas, et en calculant leurs équivalents d'après cette richesse. De la sorte, les aliments quelconques étaient calculés en valeur de foin.

Mais l'expérience a tant de fois démenti les prévisions établies sur une telle base de calcul, aussi bien que celles dont les essais empiriques avaient fourni les données, qu'on se demanderait vraiment comment cela peut encore subsister si l'on ne savait la puissance de la routine.

Est-il admissible, par exemple, que la paille de froment puisse être jamais, en quantité quelconque, équivalente au foin, alors qu'il y a, entre leurs coefficients de digestibilité, des écarts comme ceux de 45 à 64, de 26 à 59, de 27 à 50, de 40 à 66 et de 52 à 62? Sur la base de la richesse en protéine, 100 de foin équivaudraient à environ 500 de paille. Pour fournir à la digestion la même quantité de

cette protéine, qui n'est digestible dans la paille qu'à raison de 0,26, tandis qu'elle l'est dans le foin à raison de 0,59, il faudrait plus qu'en doubler le quantum brut, c'est-à-dire en porter l'équivalent au-delà de 1000. Et ainsi à l'égard des autres principes immédiats nutritifs.

On comprend, et l'expérience le montre d'ailleurs, que les relations d'équivalence soient possibles, dans de certaines limites, entre les aliments d'une même catégorie et de constitution fort analogue. On comprend que certains aliments bruts ou grossiers puissent se remplacer entre eux et aussi les aliments concentrés, surtout ces derniers, à cause de leur plus grande analogie. Les faibles écarts entre leurs coefficients de digestibilité, et aussi leur rôle, qui est principalement de fournir de la protéine, se prêtent aux calculs nécessaires pour que le même effet nutritif soit obtenu. Le sorgho et le maïs vert, le trèfle et la luzerne, verts ou à l'état de foin, la paille de seigle et la paille d'avoine, l'avoine, l'orge, le maïs, les fèves et les pois, les pommes de terre et les betteraves, le tourteau de lin et le tourteau de colza ou un autre tourteau oléagineux quelconque, peuvent être équivalents en proportions diverses, en égard à leur effet nutritif. Les betteraves et le foin, la luzerne et l'avoine, le trèfle et le maïs ou les fèves, n'étant point de même ordre, ne sauraient être comparés.

C'est dans ces limites, marquées à la fois par le bon sens et par de nombreuses vérifications expérimentales, qu'il peut être seulement question d'équivalents nutritifs, pour le calcul desquels il est d'ailleurs indispensable de faire intervenir en même temps la composition immédiate et les coefficients de digestibilité.

Coefficients digestifs. — Les principes immédiats nutritifs, à digestibilité absolue et digestibilité relative égales, ne sont cependant point digérés toujours en même proportion par tous les sujets. Chacun de ceux-ci a sa puissance digestive propre, dépendant sans doute de son aptitude à élaborer les ferments digestifs. Il a conséquemment son coefficient digestif ou coefficient de digestion. Pour régler l'alimentation de façon à ce que le plus grand

effet utile en soit obtenu, il importe d'être en mesure d'apprécier ce coefficient.

Il n'est pas le même, d'abord, pour les sujets de genre différent, à l'égard des divers groupes de principes immédiats nutritifs. Il n'est pas le même non plus, ni pour ceux d'espèce différente dans un même genre, ni pour toutes les variétés d'une même espèce. Il diffère, de plus, entre les sexes, entre les individus, et pour un seul et même individu, aux divers âges de sa vie. C'est, soit dit en passant, ce qui rend si difficiles les recherches expérimentales sur l'alimentation, sur la détermination des coefficients de digestibilité en particulier.

Nous ne pouvons point songer à examiner ici dans tous ses détails cette question des coefficients digestifs. Sa partie la plus importante ne pourra l'être utilement que plus tard, lorsque nous en serons à nous occuper de la définition exacte des notions de race, de variété et surtout d'individualité, dans lesquelles, au point de vue pratique, elle joue l'un des rôles prépondérants. Il convient donc de se borner à la bien définir elle-même, en appuyant sa réalité par quelques-uns des exemples les plus frappants, fournis par l'expérience.

La définition du coefficient digestif vient d'être donnée. Les exemples de sa réalité, nous les empruntons aux résultats constatés expérimentalement sur des sujets de genre différent et des deux sexes dans le même genre. En voici le tableau, pour les divers groupes de principes immédiats, d'après les recherches de divers auteurs et les nôtres propres.

TABLEAU DE COEFFICIENTS DIGESTIFS.

(En centièmes des éléments nutritifs.)

| GENRES D'ANIMAUX. | Protéine. | Matières solubles dans l'éther | Extractifs non azotés. | Cellulose brute. | |
|-------------------|-----------|--------------------------------|------------------------|------------------|------|
| Équidés { | Chevaux.. | 59,1 | 19,7 | 86,7 | 41,3 |
| | Anes.... | 69,8 | 43,9 | 66,5 | 59,9 |
| | Mulets... | 68 | 42 | 65 | 57 |
| Bovidés { | Bœufs... | 65 | 64,4 | 66,3 | 60 |
| | Vaches... | 57 | 65,4 | 70 | 60,8 |
| Ovidés .. { | Moutons.. | 57 | 61,2 | 71,7 | 57,7 |
| | Chèvres.. | 60 | 44 | 61 | 62 |

L'examen de ce tableau fait immédiatement saisir une différence frappante entre l'aptitude digestive des monogastriques Équidés et celle des Ruminants, Bovidés et Ovidés, différence qui montre tout de suite qu'il ne peut être pratique de les alimenter avec la même relation nutritive ou avec des substances alimentaires de même ordre. Les premiers ont un coefficient digestif plus élevé pour la protéine, et beaucoup moins élevé, au contraire, pour la cellulose brute.

C'est ce dernier trait qui caractérise surtout la digestion des Ruminants. Le fait s'explique sans difficulté, quand on songe au long séjour que les matières alimentaires font dans leurs réservoirs gastriques, et durant lequel ces matières peuvent subir des modifications de consistance qui rendent plus facilement digestibles leurs éléments nutritifs les plus résistants.

On peut attribuer cette plus forte proportion de cellulose brute disparue, chez les Ruminants, à des fermentations bactériennes qui se passeraient dans les intestins, plutôt qu'à une véritable digestion. Mais quand même il en serait ainsi, du moment que ces fermentations s'accompagnent d'un dégagement de chaleur, le résultat nutritif final resterait le même.

Cela montre que les animaux de ces genres sont natu-

rellement les mieux disposés pour utiliser les aliments les plus grossiers, les plus riches en cellulose brute. La portée pratique n'en saurait être méconnue. Les recherches scientifiques ont ici rendu un service des plus appréciables.

Condiments. — Tout ce qui excite le fonctionnement des glandes salivaires, des glandes à pepsine ou des glandes intestinales, de manière à ce qu'il se produise une proportion plus forte des agents digestifs, doit être regardé comme un condiment. Le rôle du condiment est d'agrandir le coefficient digestif.

On a, durant longtemps, restreint l'emploi du terme pour désigner un certain nombre de substances auxquelles aucune valeur nutritive n'était reconnue, ce qui les distinguait des aliments. Parmi ces substances, en ce qui concerne les animaux, le sel de enisine ou chlorure de sodium était à peu près la seule admise. D'autres, plus ou moins complexes, sont venues ensuite s'y joindre. Il a été beaucoup discuté sur leur utilité. Les uns l'ont niée quant au sel ; les autres l'ont déclarée incontestable. Les arguments, de part et d'autre, laissaient de côté la véritable question.

L'action condimentaire doit être envisagée d'une façon beaucoup plus générale. Sa définition exacte, telle qu'elle vient d'être donnée, montre qu'il y a des condiments de qualités bien diverses, et que tous ne sont point substantiels.

Il s'agit toujours, en définitive, du même fait, qui est l'excitation des nerfs sécréteurs, particulièrement de ceux qui animent les glandes à pepsine de la muqueuse gastrique. Cette excitation peut être périphérique ou centrale. La présence d'un aliment savoureux dans la bouche provoque la sécrétion salivaire, et d'autant plus abondamment que la saveur est plus accentuée. Mais cette sécrétion est de même provoquée par la vue de l'aliment, s'il excite le désir ou la convoitise. L'idée seule de cet aliment peut même suffire. Une locution familière exprime ce fait. A la pensée d'un mets préféré, on dit : « L'eau m'en vient à la bouche. » Et ce n'est pas une expression figurée.

Dans le premier cas, l'excitation est périphérique. C'est le contact de la substance sur les extrémités nerveuses qui, par une action réflexe ou directe, excite le nerf sécréteur. Dans le second cas, la mémoire de l'impression antérieurement reçue est éveillée et produit le même résultat. Le phénomène essentiel est toujours le même. Seulement l'impression est ici centrale.

Les préoccupations pénibles ou seulement fortes agissent toujours défavorablement sur les puissances digestives. Ceux qui parlent en public savent bien que l'appréhension, au début du discours, leur dessèche la bouche. Les religieux en cellule, les prisonniers, les célibataires qui mangent toujours seuls, ont rarement de bonnes digestions. La quiétude morale, la bonne humeur, la gaieté même, sont donc des condiments, et ce sont les meilleurs. Rien ne dispose mieux à digérer un bon repas que de le faire en compagnie de convives aimables, gais et spirituels.

La constatation d'un tel fait n'est pas indifférente pour l'alimentation des animaux. Ils ont, eux aussi, leurs impressions centrales condimentaires. Ils n'échappent notamment point à l'ennui de la solitude ou de la séquestration. Ils aiment la société, et quand ils sont nourris abondamment, ils ne digèrent au maximum qu'à la condition d'être laissés en paix.

Il en faut conclure que toute chose qui leur est agréable, pour laquelle ils manifestent du goût, de quelque ordre qu'elle soit, est pour eux un condiment. Cette chose peut être de l'ordre physique ou de l'ordre moral; peu importe: c'est une substance alimentaire ou non; elle agit en vertu d'une propriété qui est toujours la même.

C'est en ce sens, notamment, qu'agissent sur la valeur nutritive des aliments végétaux leur mode de récolte et leur état de conservation, ce qui, d'après l'aspect et l'odeur, fait dire qu'ils sont de bonne ou de mauvaise qualité, et aussi les préparations qu'on leur fait subir.

En réalité, il y a donc une action condimentaire exercée par des moyens très divers, mais non point une classe particulière de substances devant être nommées condi-

ments, et distinguées ainsi des aliments. Toutes les substances anciennement désignées comme telles sont alimentaires, en ce sens qu'elles fournissent des éléments à la nutrition, et tous les aliments peuvent, dans de certaines conditions, acquérir des propriétés condimentaires.

Boissons. — Les eaux seules fournissent les boissons des animaux. On s'est généralement trompé sur les qualités qui leur seraient indispensables, en raisonnant comme si les animaux avaient, sous ce rapport, les mêmes goûts que nous. Une eau pourrait cesser d'être potable pour l'homme, sans qu'il en fût ainsi pour les animaux, pour certains, du moins. Les Bovidés, par exemple, appètent les boissons fortes en goût. Nous avons eu l'occasion de constater que les chevaux eux-mêmes ne refusent point de boire de l'eau fortement chargée de jus de fumier. Il n'en serait de même ni des ânes ni des Ovidés. L'eau limpide n'en doit pas moins être considérée comme la meilleure. L'eau courante est celle qui se présente comme la plus à rechercher. Les eaux qui contiennent des matières organiques peuvent être contaminées par des agents toxiques, et celles qui sont troubles introduisent parfois dans les intestins des corps non dépourvus d'inconvénients quand ils s'y accumulent.

De toutes les propriétés physiques de l'eau, c'est la température qui doit surtout attirer l'attention. Lorsque l'eau ingérée dans l'estomac est trop froide, c'est-à-dire au-dessous de $+ 10^{\circ}$, elle occasionne un refroidissement subit dont les conséquences peuvent être funestes. Il arrive même, assez souvent, que l'effet immédiat en est tel sur l'estomac et les intestins qu'il se manifeste par de violentes coliques. En tout cas, les boissons trop froides troublent plus ou moins la digestion.

Pour éviter les inconvénients des boissons administrées dans de telles conditions, il y a des moyens fort simples. Il suffit, en hiver, de faire consommer l'eau immédiatement après qu'elle a été puisée. S'il est absolument nécessaire de la puiser d'avance, on la fera séjourner dans un lieu dont la température soit convenable, par exemple

dans l'intérieur de l'habitation des animaux. En été, on la laissera durant quelques heures exposée au soleil.

Quant aux propriétés que l'eau emprunte aux matières minérales en dissolution, on croit assez généralement qu'elles peuvent également pécher par insuffisance et par excès. Il est parfaitement démontré qu'en ce qui concerne l'insuffisance, la croyance n'est qu'un pur préjugé. La présence des matières salines n'est nullement nécessaire à l'action de l'eau comme boisson. Lorsque la quantité en est faible, elles se bornent à n'être pas nuisibles. La plus pure à cet égard est la meilleure. Ce qui est indispensable, c'est la présence de l'oxygène et de l'acide carbonique en dissolution. Lorsque l'eau en est dépourvue, elle est fade, douceâtre et lourde à l'estomac. Aussi, pour être potable, doit-elle avoir été exposée à l'air pendant un certain temps. Celle qui a été agitée par un courant, qui est tombée en cascades d'une certaine hauteur, est sous ce rapport la meilleure.

Si les matières salines sont en excès dans l'eau, elle est plus ou moins mauvaise, suivant leur nature. Le sulfate de chaux est plus nuisible que le carbonate. Dans les deux cas, l'eau est dite crue et lourde; elle ne cuit pas les légumes et dissout mal le savon. C'est alors une mauvaise boisson, dont il ne faut pas se servir, si l'on peut faire autrement.

Mais il y a bien peu de cas dans lesquels on puisse dire avec certitude que par les matières minérales qu'elle tient en dissolution, et par des matières organiques, l'eau dont on abreuve les animaux leur ait été nuisible. Ce n'est le cas que pour celle qui a été contaminée par des agents infectieux.

11. — Alimentation.

Préparation des aliments. — Les substances alimentaires peuvent être empruntées, ainsi qu'on l'a vu, à un nombre de genres végétaux bien plus grand que celui dans lequel on se maintenait forcément. Elles sont susceptibles de recevoir des préparations auxquelles il est per-

mis d'appliquer la qualification de culinaires. Pour quelques-unes, ces préparations sont indispensables. En leur absence, il ne serait point possible de les faire consommer par les animaux. Pour toutes les autres, elles sont souvent utiles, mais non pas toujours.

Leur but est d'épargner du travail à l'appareil digestif, en facilitant l'ingestion ou la digestion des aliments, ou bien d'exciter l'appétit et de rendre ainsi l'alimentation plus forte. Elles augmentent donc l'effet utile de celle-ci, en agrandissant soit le coefficient de digestibilité, soit le coefficient digestif. En ce dernier sens, leur action est condimentaire, à raison de la saveur qu'elles font développer, ou bien de la satisfaction excitée par la variété qu'elles introduisent dans l'alimentation. A tous ces titres, les préparations alimentaires ont une importance qui ne peut être méconnue.

Elles sont de trois ordres. Les aliments peuvent subir des préparations mécaniques, des préparations physico-chimiques, et se prêter à des mélanges. Examinons-les successivement.

Les préparations mécaniques ont pour objet de diviser les substances alimentaires trop volumineuses pour que leur préhension soit possible ou seulement facile, trop grossières ou trop dures pour que leur mastication soit prompte et complète, ou pourvues d'un périsperme absolument inattaquable par les sucs digestifs. Elle a aussi parfois pour seule utilité de rendre plus faciles et conséquemment plus efficaces les mélanges.

La *division des aliments* s'opère à l'aide d'instruments bien connus. Les uns agissent sur les racines et les tubercules, qu'ils réduisent en tranches plus ou moins minces ou en pulpe, facilement préhensibles et d'ailleurs préparées ainsi pour subir d'autres actions qui augmentent leur digestibilité et rendent en outre leur consommation plus agréable aux animaux. Celle-ci, de plus, serait à peu près impossible sans leur intervention. Les Bovidés et les Ovidés ne consommeraient point des betteraves entières, et il serait dangereux de leur présenter dans le même état des carottes et des pommes de terre. Elles s'arrêteraient dans

l'œsophage après leur déglutition. Aucun animal ne pourrait ingérer tels quels les ajoncs, les sarments, etc. Les autres réduisent en fragments d'une longueur variable les fourrages grossiers. Leur action n'est utile que pour permettre le mélange plus intime avec les tranches de racines ou les pulpes, ou encore l'ensilage. Pour le foin ordinaire, l'expérience a démontré qu'elle n'est d'aucune utilité.

Les instruments qui broient, concassent, aplatissent ou font la mouture agissent sur les graines ou les semences entières ou à l'état de tourteau. Leur action est indispensable pour celles qui, comme la graine de lin, ont un périsperme épais. En raison de leur forme et de leur volume, elles échappent à la mastication avec la plus grande facilité. Ces graines traversent à peu près toujours inattaquées le tube digestif. On les retrouve entières dans les déjections.

Cette action doit être considérée comme généralement utile. Il y a lieu seulement de faire une réserve à l'égard de l'avoine, en ce qui concerne son application à l'alimentation des Équidés moteurs. Nous nous expliquerons à son sujet quand le moment opportun sera venu. D'ailleurs, il est certain que les grains concassés, décortiqués, aplatis ou moulus, en outre de ce qu'ils se prêtent mieux aux mélanges que quand ils restent entiers, sont plus facilement digestibles, étant plus promptement attaquables par les sucs. C'est une des lois de la chimie générale.

Les préparations physico-chimiques que peuvent subir les aliments sont la macération, la fermentation, la coction et la cuisson.

La *macération des aliments* consiste à les placer dans un vase avec une quantité suffisante d'eau froide pour qu'ils puissent s'y ramollir en s'imprégnant d'humidité. Elle s'emploie à l'égard des aliments concentrés secs et durs, comme les fèves, dont elle rend la mastication plus facile. Elle agit dans le même sens que le concassage et la mouture, sur lesquels elle a l'avantage de l'économie. Il est évident qu'elle augmente la digestibilité absolue des principes immédiats nutritifs, en diminuant leur consis-

tance et aussi en rompant par le gonflement le péricarpe des graines.

La fermentation ne peut agir utilement que sur les matières sucrées et à la condition de demeurer alcoolique, tout au plus à peine acétique ou lactique. On a beaucoup discuté en Allemagne, dans ces derniers temps, sur les avantages qui lui sont généralement reconnus, en ce qui concerne l'alimentation des ruminants. De nombreuses recherches ont été entreprises pour les vérifier. Elles ont donné des résultats contradictoires, qui paraissent devoir être attribués à ce que, d'une part, le problème expérimental n'a pas toujours été bien posé, d'autre part à ce que souvent les aliments sur lesquels portait l'expérimentation avaient subi des fermentations autres que celle dont les bons résultats sont admis.

Des expériences récentes de H. Weiske et E. Flechsig (1) ont établi que les acides lactique et acétique avaient à peu près la même valeur nutritive que les hydrates de carbone dont ils proviennent, tandis qu'il n'en est pas de même de l'alcool. Celui-ci n'a aucune valeur nutritive.

Il n'est pas douteux cependant que les Bovidés montrent plus de goût pour les tranches de betteraves qui ont subi une légère fermentation alcoolique que pour celles qui sont encore fraîches. Elles excitent leur appétit, et ils en consomment, à chaque repas, une plus forte quantité. La faible saveur alcoolique est pour eux un condiment. Il n'en est pas toujours de même pour la saveur aigre, surtout quand elle est très prononcée. Celle-ci n'est agréable que pour les Suidés, qui la recherchent manifestement.

Les résultats constatés dépendent donc du genre de la fermentation subie ou de son degré d'avancement. Ils dépendent aussi, comme on voit, du genre des animaux. La fermentation acétique et la fermentation lactique n'ont que des avantages pour les Suidés, qui préfèrent les aliments aigris; tous les autres genres d'animaux manifestent

(1) H. WEISKE und E. FLECHSIG, *Journ. f. Landwirtschaft*, XXXVII. Bd., 1889. Heft. 2, p. 199 et 327.

au moins de la répugnance à leur égard, tandis que la plupart d'entre eux recherchent au contraire l'odeur et la saveur vineuses. Il n'y a peut-être d'exception que pour les Équidés.

En outre, la fermentation prolongée en tas, comme elle se produit dans les masses d'aliments fermentescibles mal disposés pour les conserver, devient facilement butyrique et putride, et fait développer des cryptogames, dont plusieurs ont des propriétés toxiques, ainsi, du reste, que l'acide butyrique. L'odeur de celui-ci est repoussante, de même que celle des produits gazeux de la putréfaction. Elle dégoûte la plupart des animaux.

Pour être utile au titre condimentaire, la fermentation doit donc être maintenue dans de justes limites. Sa conduite est subordonnée à la température ambiante, et, par conséquent, à la saison. Aux extrêmes elle ne dure guère moins de douze heures et guère plus de quarante-huit, pour que l'aliment fermentescible ait atteint et non dépassé la faible odeur vineuse dont l'utilité a été reconnue. Le minimum de temps correspond à la saison la plus chaude, le maximum à la plus froide. Tous les intermédiaires peuvent se présenter.

On agit, dans la pratique, d'après l'observation et par le tâtonnement. Le mieux est de disposer des cases dont chacune peut contenir la consommation d'un jour, et de ne remplir la deuxième qu'après l'expiration du temps nécessaire pour que la fermentation soit arrivée au point voulu dans la première, et ainsi de suite pour la troisième et les suivantes, s'il y a lieu. La distribution de l'aliment fermenté dans de bonnes conditions est de la sorte assurée d'une manière régulière.

Indépendamment de l'effet utile visé, la fermentation en a un autre dont nous parlerons à propos des mélanges d'aliments. Ajoutons seulement que les pulpes et les autres résidus de sucrerie et de distillerie, qui fournissent des aliments d'une grande importance, la subissent toujours nécessairement dans une mesure plus ou moins avancée.

Les résultats contradictoires constatés avec les fourrages

ensilés étaient dus vraisemblablement aux fermentations diverses que ces fourrages avaient subies.

La cuisson exerce sur les aliments une double influence. Elle fait disparaître certains saveurs désagréables, en détruisant ou volatilissant les principes immédiats auxquels ces saveurs sont dues, ou bien elle en développe d'agréables en provoquant la formation de produits nouveaux par les réactions qu'elle favorise. En outre, elle augmente la diffusibilité de quelques-uns des éléments nutritifs et diminue celle de quelques autres, notamment celle des éléments albuminoïdes, ainsi qu'il résulte des observations de G. Kühn, de Kreuzler et autres, et des expériences de digestion artificielle de A. Stutzer (1). Elle agit dans le premier sens, par exemple, sur l'amidon, et dans le second sur l'albumine, qu'elle coagule. Sa double action se manifeste donc à la fois sur le coefficient de digestibilité et sur le coefficient digestif. Et il est clair, d'après cela, qu'elle n'est pas toujours nécessairement favorable, et que, par conséquent, elle ne doit être mise en jeu que dans de certaines conditions.

Ces conditions, pour ce qui concerne l'alimentation des animaux herbivores ou omnivores, sont faciles à déterminer. Seuls les aliments très riches en fécule ou de saveur âcre et les matières animales peuvent être utilement cuits. Pour les autres, les avantages de la cuisson sont négligeables ou nuls. La pomme de terre est le type de ceux sur lesquels la préparation dont il s'agit est toujours favorable. Il en est de même pour les graines légumineuses également très riches en amidon, comme les fèves et les pois, dans lesquelles le principe albuminoïde prédominant n'est point coagulable par la chaleur. Nous possédons sur ce sujet des résultats d'expériences on ne peut plus démonstratifs.

Weber a nourri comparativement, à Molkwitz, deux va-

(1) A. STUTZER, Untersuchungen über Veränderungen, welche bezüglich der Verdaulichkeit der Eiweißstoffe durch Erwärmen der Nahrungs- und Futtermittel eintreten. *Landw. Versuchs-Stationen*. Bd. XXXVIII (1891), p. 267.

ches d'Allgau dont l'alimentation se composait chaque jour de 8 livres allemandes de foin, de 30 livres de paille d'avoine, de 4 livres de paille de lentilles et de 4 livres de tourteau de navette, plus des aliments crus ou cuits que l'on va voir et qui ont seuls varié, les autres formant toujours la ration normale. Les résultats constatés ont été les suivants :

| Semaine d'expérience. | Nourriture. | Lait de la semaine. | Produit en beurre. | Quantité de lait nécessaire pour une livre de beurre. |
|-----------------------|------------------------------------|---------------------|--------------------|---|
| 1... | 80 liv. de betteraves..... | 241 liv. | 8 liv. | 30 liv. |
| 2... | 80 liv. de pommes de terre crues. | 274 — | 6,5 | 42 — |
| 3... | 120 liv. de betteraves..... | 280 — | 9,5 | 30 — |
| 4... | 80 liv. de pommes de terre cuites. | 241 — | 9,0 | 27 — |

Les nombres établissent clairement que les pommes de terre crues ont fait augmenter de 33 livres la quantité du lait produit dans la semaine ; mais ce lait a donné une moindre quantité totale de beurre. Les pommes de terre cuites, au contraire, ont fait produire une quantité de lait égale à celle obtenue avec le même poids de betteraves ; mais ce lait s'est montré plus riche, puisqu'on a obtenu une livre de beurre en plus.

En Angleterre, Dudgeon a nourri durant neuf semaines onze jeunes cochons avec des pommes de terre et de la paille de fèves. Six recevaient leur nourriture cuite ; ils ont gagné en cent jours 89 livres de poids par tête. Les cinq autres, avec la même nourriture crue, n'en ont gagné que 49.

Walker, sur des jeunes porcs aussi, alimentés avec des pommes de terre et de l'orge concassée, durant deux mois et demi, a constaté ce qui suit :

| | Nombre d'animaux. | Poids initial. | Poids final. | Augmentation de poids. | |
|-------------------|-------------------|----------------|--------------|------------------------|-----------------------|
| | | | | En 90 jours. | Par tête et par jour. |
| Nourriture cuite. | 5 | 106 liv. | 279 liv. | 173 liv. | 0,384 liv. |
| — crue.. | 5 | 108 — | 223 — | 113 — | 0,256 — |

Tous ces faits montrent que la cuisson augmente l'effet

nutritif des pommes de terre dans une proportion dont les avantages dépassent de beaucoup ce qui serait nécessaire pour compenser les frais qu'elle occasionne, ce qui est d'ailleurs théoriquement on ne peut plus facile à comprendre. Elle doit par conséquent être recommandée.

La cuisson des aliments s'opère par la chaleur humide ou par la chaleur sèche. Selon le premier mode, on l'obtient en maintenant à l'ébullition, durant un certain temps, l'eau dans laquelle ils sont plongés. C'est la *coction*, qui donne ce qu'on nomme des soupes. Nous l'avons vu pratiquer en grand, avec un outillage bien installé, dans une ferme de l'arrondissement de Saint-Omer (Pas-de-Calais), pour l'alimentation des vaches à l'engrais. Elle agissait là principalement sur des farines de céréales. La soupe fluide était envoyée dans les auges des étables à l'aide d'un système de conduites.

La cuisson obtenue par coction nécessite que le bouillon soit distribué avec les aliments cuits; sans cela les parties solubles de ceux-ci seraient perdues. C'est surtout le cas pour les viandes qu'on fait consommer aux porcs. C'est pourquoi, dans la plupart des cas, l'action de la chaleur humide, sous forme d'un jet de vapeur envoyé dans l'enceinte qui contient les aliments en vase clos, est préférable.

Les *mélanges d'aliments* n'ont pas seulement l'avantage d'exciter l'appétit par la variété qu'ils introduisent dans l'alimentation, ainsi que nous pouvons nous en rendre compte par nos propres impressions, et d'accroître ainsi le coefficient digestif par leur action condimentaire; il est facile de montrer qu'en outre, dans certains cas, ils agrandissent le coefficient de digestibilité.

Cela concerne surtout les aliments bruts ou grossiers qui, consommés seuls et sans préparation aucune, ont une digestibilité très faible, tandis que, mélangés intimement avec d'autres, surtout avec ceux qui sont humides et fermentescibles, ils en acquièrent une plus forte. Ainsi, par exemple, le coefficient de digestibilité de la protéine contenue dans la paille de froment est de 0,26. Dans cette même paille hachée et mélangée intimement avec des betteraves ou des pulpes, il s'élève à 0,46.

Les mélanges bien exécutés permettent de faire consommer et d'utiliser, par conséquent, des substances qui, sans eux, ne seraient point possibles. Dans l'état actuel de la science, on peut dire qu'à la faveur de cette sorte de préparation, toute substance végétale dépourvue de propriétés toxiques devient alimentaire. Il suffit pour cela de la mélanger, en proportion convenable, avec une ou plusieurs de celles que les animaux mangent avec appétit.

Composition des rations. — La ration alimentaire est la quantité d'aliments que l'animal consomme dans les vingt-quatre heures, et dans laquelle doivent se trouver, qualitativement et quantitativement, toutes les substances nutritives nécessaires pour réparer ses pertes.

Anciennement, on divisait la nourriture journalière en deux parties, sans avoir égard à sa composition. La première, considérée comme nécessaire pour la réparation des pertes occasionnées par le fonctionnement des organes dans le seul intérêt de la santé, était appelée *ration d'entretien*. La seconde partie, représentée par tout ce qui excédait le quantum ainsi déterminé, était appelée *ration de production*.

Ces notions, pour être justes, ne répondent plus avec assez de précision aux nécessités de la science actuelle. L'entretien de la machine animale n'est pas suffisamment garanti en lui assurant une quantité quelconque de substance alimentaire. La considération de qualité est au moins aussi importante. Ce n'est pas seulement d'une ration qu'il s'agit, c'est d'un aliment spécial d'entretien, qui est essentiel pour que l'organisme fonctionne dans des conditions tout à fait normales.

L'*aliment essentiel d'entretien* est celui que l'animal, livré à son propre instinct, consomme de préférence, celui dont il vit à l'état de liberté. Pour les herbivores, c'est l'herbe des gazons naturels ou des prairies, principalement formée de plantes graminées, et qui, récoltée et conservée après dessiccation à l'air, constitue le foin de pré. Pour les omnivores, ce sont les tubercules féculents, les racines tendres, les fruits des arbres des forêts, les larves d'insectes et les petits animaux rongeurs.

Parmi nos animaux herbivores, les grands ruminants Bovidés peuvent s'entretenir avec les herbes ou le foin des prairies basses et humides, contenant des plantes grossières et peu sapides; les Équidés et les petits ruminants Ovidés ne le peuvent bien qu'avec celles des prairies élevées et sèches, ou des pâturages d'herbes fines et savoureuses. La grande capacité de l'estomac des premiers et leur fort coefficient digestif pour la cellulose brute expliquent la différence, vérifiée d'ailleurs expérimentalement un grand nombre de fois.

Toute ration, pour être bien constituée, doit donc avoir pour base un certain quantum de l'aliment essentiel d'entretien comme il vient d'être défini, variant qualitativement, selon le genre de l'animal à nourrir: herbe ou foin de prairie basse ou haute pour le Bovidé; de prairie ou de pâturage sec pour l'Équidé ou l'Ovidé; tubercules, racines ou fruits et matières animales pour le Suidé. Quel doit être ce quantum? L'expérience l'a déterminé.

Il résulte des recherches poursuivies sur un grand nombre de points qu'il peut être fixé, en matière alimentaire séchée à l'air, c'est-à-dire ne contenant plus qu'environ 15 p. 100 d'eau, à une moyenne de 0,01 du poids vif du sujet à nourrir. Le coefficient s'abaisse à mesure que le poids vif augmente; il s'élève à mesure que celui-ci diminue. Les pertes sont inversement proportionnelles au poids vif: 5 kilog. de foin de pré entretiendront aussi bien, par exemple, un cheval de 700 kilog. qu'un cheval de 500 kilog. Mille pesées exécutées par Baudement (1) sur les chevaux de la garnison de Versailles l'ont fait voir clairement. Nous avons constaté aussi, par de très nombreuses observations, que l'insuffisance de l'aliment essentiel d'entretien se traduit toujours par un accroissement des indisponibilités et de la mortalité dans les cavaleries considérables, comme celles de l'armée et des grandes

(1) E. BAUDEMONT, *Études expérimentales sur l'alimentation du bétail. — I. Expériences sur l'alimentation des chevaux. Annales de l'Institut agronomique. Paris, juin 1852.*

entreprises de transport. D'un autre côté, Müntz (1) a vu, sur les chevaux des omnibus de Paris, que le poids vif se conserve sans variation sensible avec environ 600 grammes de protéine pour 520 à 600 kilog., ce qui correspond au quantum de foin indiqué plus haut en moyenne.

L'entretien assuré de la sorte, qualitativement et quantitativement, la machine est disposée au mieux pour fonctionner à notre profit. Il reste à lui fournir pour cela des matières premières, à composer ce qu'on appelait naguère la ration de production.

En augmentant le poids de l'aliment d'entretien, le but pourrait être atteint; mais il contient une proportion de cellulose brute dont le volume ne permettrait point, dans la plupart des cas, en égard à la capacité de l'estomac, d'y introduire une quantité suffisante de ces matières premières, dont la plus importante est la protéine. Les transformations nutritives, quel qu'en soit le produit, force motrice, lait ou viande (chair et graisse), peuvent être admises comme proportionnelles à cette protéine. Il convient donc mieux d'emprunter le complément de la ration aux aliments concentrés. Nous leur donnons en ce cas le nom d'aliments complémentaires.

L'aliment complémentaire peut être formé d'une seule substance ou de plusieurs. En général, plusieurs valent mieux qu'une, pour les raisons déjà signalées et relatives à l'utilité de la variété dans l'alimentation. Il y en a aussi d'économiques, sur lesquelles nous aurons à revenir. On n'a pas toujours le choix entre les aliments concentrés, ainsi que nous le verrons en étudiant l'alimentation de chacun des genres d'animaux en particulier; mais dans la plupart des cas, cependant, il est permis de se mouvoir entre des limites très étendues. La protéine complémentaire peut être alors empruntée aux aliments concentrés qui, en égard à leur valeur commerciale, la fournissent au plus bas prix.

(1) A. MÜNTZ, *Recherches sur l'alimentation et sur la production du travail*, 5^e partie. *Annales de l'Institut national agronomique*, n^o 3, 3^e année, 1878-1879.

Chez les Équidés et les Suidés, à estomac simple et d'une capacité se maintenant entre 6 et 15 décimètres cubes pour les premiers, et entre 3 et 6 pour les seconds, l'aliment essentiel d'entretien et l'aliment complémentaire forment ensemble un volume suffisant pour remplir à chaque repas cette capacité. Pour atteindre le maximum de puissance digestive, il est nécessaire qu'il en soit ainsi. Si la distension de l'estomac produit une sensation pénible, qui entrave le fonctionnement des glandes à pepsine, sa réplétion, au contraire, le favorise par la multiplication des contacts avec les extrémités nerveuses.

Chez les ruminants, Bovidés et Ovidés, dont la panse va jusqu'à 40 et 45 décimètres cubes, et ne descend guère au-dessous de 15, le volume des deux seuls aliments indiqués serait notoirement insuffisant pour en produire la réplétion. Force est d'en ajouter à la ration un autre que nous nommons adjuvant.

L'*aliment adjuvant* se caractérise essentiellement par ceci que son rôle principal est de fournir à la ration de la cellulose brute, qui augmente son volume et qui, après la digestion, laisse un résidu suffisant pour pourvoir les intestins du lest nécessaire à leur bon fonctionnement. En l'absence de ce lest qui augmente les contacts entre les éléments nutritifs digérés et les villosités intestinales, l'osmose de ces éléments est toujours moins complète, et leur effet utile conséquemment diminué. Pour un tel rôle, les substances alimentaires les plus pauvres en protéine peuvent être utilisées. Il permet de tirer parti de celles dont la valeur commerciale est la moins élevée et même nulle, comme les grosses racines ou leurs pulpes épuisées, les menues pailles ou balles, les siliques, les marcs de pommes, etc., etc., qui sont ainsi mises en valeur d'une manière remarquable, et qui toutes seules, du moins pour la plupart d'entre elles, ne pourraient être utilisées.

La ration complète se compose donc nécessairement de trois aliments : l'aliment essentiel d'entretien, l'aliment complémentaire et l'aliment adjuvant. Deux et même les trois, sont parfois représentés par une seule et même substance. C'est le premier et le dernier qui peuvent se

confondre, lorsque la teneur de l'aliment d'entretien en cellulose brute ou en fibres ligneuses est suffisante pour qu'il fournisse le lest nécessaire à l'intestin.

Mais cette ration n'est point par cela seul bien constituée. Il faut en outre que dans son ensemble elle présente une relation nutritive convenable.

L'aliment essentiel d'entretien, quand il a été bien choisi conformément au principe posé, la présente toujours. Il n'y a donc à s'occuper que des deux autres et qu'à combiner leurs proportions de façon à la réaliser. Le but est de faire atteindre, de ce chef, à la ration son maximum de digestibilité relative, qui dépend du coefficient digestif de l'animal à nourrir. Nous avons vu que ce coefficient est variable comme le genre et comme l'âge de cet animal. La relation nutritive convenable ne peut donc pas être indiquée d'une façon générale. Il faut la réserver pour les cas particuliers de son application à l'alimentation des divers genres d'animaux.

En consultant les tables et en appréciant judicieusement, d'après la qualité des substances alimentaires à mettre en œuvre, les écarts qu'elles peuvent présenter dans leur composition immédiate par rapport aux moyennes indiquées, on réalise facilement par des calculs simples la relation nutritive voulue.

L'aliment essentiel d'entretien ajouté à l'aliment adjuvant, qui se mesure au volume, donne une première relation, qui, bien entendu, est toujours trop large. Il s'agit de la ramener aux limites indiquées, par l'adjonction d'un ou de plusieurs aliments concentrés, qui doivent renforcer la valeur du premier terme. Un exemple fera saisir la marche à suivre.

Supposons qu'il s'agisse de composer une ration de Bovidé adulte, dont la relation nutritive doit être 1 : 4.

L'aliment essentiel d'entretien et les adjuvants se calculent ainsi :

| | Matère sèche. | Protéine. | Matières solubles dans l'éther. | Extractifs non azotés. | Cellulose brute. |
|-----------------------------------|---------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------|--------------------|
| 5 ^k Foin de pré. | 4 ^k 285 | 0 ^k 425 | 0 ^k 150 | 1 ^k 915 | 1 ^k 465 |
| 30 ^k Betteraves..... | 3 ^k 600 | 0 ^k 330 | 0 ^k 030 | 2 ^k 700 | 0 ^k 300 |
| 3 ^k Paille de froment. | 2 ^k 910 | 0 ^k 060 | 0 ^k 048 | 1 ^k 050 | 1 ^k 476 |
| 38 ^k | 10 ^k 795 | 0 ^k 815 | 0 ^k 2.8 | 5 ^k 665 | 3 ^k 241 |

$$\text{La relation de cette ration est } \frac{\text{MA } 0,815}{\text{MNA } 0,228 + 5,665} = \frac{1}{7,23}.$$

En y ajoutant 3 kil. de tourteau de lin, nous aurons la composition suivante :

| | | | | | |
|---|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 38 ^k 1 ^{re} ration..... | 10 ^k 795 | 0 ^k 815 | 0 ^k 228 | 5 ^k 665 | 3 ^k 241 |
| 3 ^k Tourteau de lin... | 2 ^k 655 | 0 ^k 849 | 0 ^k 300 | 0 ^k 945 | 0 ^k 330 |
| | 13 ^k 450 | 1 ^k 664 | 0 ^k 528 | 6 ^k 610 | 3 ^k 571 |

$$\text{Dont la relation nutritive sera } \frac{\text{MA } 1,664}{\text{MNA } 0,528 + 6,610} = \frac{1}{4,2}$$

La décimale, étant moindre que 5, peut être négligée. On ne vise point, dans ces sortes de calculs, à une précision que ne saurait comporter l'incertitude des appréciations sur la composition des matières alimentaires.

Pour rétrécir davantage la relation, il suffirait de substituer au tourteau de lin, en totalité ou en partie, son équivalent en protéine d'un autre aliment concentré moins riche en extractifs non azotés ou plus riche en protéine. On y arrive par approximations successives. L'habitude de ces calculs pour la composition des rations se prend assez vite.

Normes d'alimentation. — Les auteurs allemands, et après eux quelques Français, ont eu la prétention de déterminer d'une manière fixe le maximum des quantités de chacun des groupes de principes immédiats nutritifs qui doivent composer la ration alimentaire, non seulement pour chaque genre d'animaux, mais encore pour chaque objet de production auquel cette ration s'applique. Ils ont appelé cela des normes d'alimentation. Il y en a pour les

Bovidés à la mamelle et pour le jeune bétail, pour les vaches laitières, pour les bœufs de travail, pour ceux d'engrais, pour les chevaux, pour les Ovidés et pour les Suidés aux diverses phases de leur développement et de leur exploitation. E. Wolff a même été jusqu'à distinguer entre les moutons à viande et les moutons à laine, et parmi ceux-ci entre les moutons à laine fine et les autres.

On ne doit pas hésiter à dire qu'une telle préoccupation est tout à fait en dehors du sens pratique. Hormis les Équidés moteurs, au sujet desquels il y a des cas de service limité par les circonstances de leur emploi, et où par conséquent l'alimentation doit être réglée, en quantité, d'après les exigences de ce service, tous les autres animaux ne peuvent obéir utilement à d'autre règle que celle qui leur est imposée par leur appétit. Quels que soient leurs produits accessoires, ils sont avant tout producteurs de matières comestibles. Ce sont des machines qui travaillent à notre profit, en transformant des aliments. Ceux-ci sont les matières premières de leur fabrication. Plus le travail est grand, plus elles rendent de produits fabriqués, lait, laine, force motrice ou viande.

A la condition que la ration soit composée de façon à ce que son coefficient de digestibilité atteigne la valeur la plus élevée, il est clair que la quantité de cette ration consommée chaque jour et bien digérée ne saurait être trop forte. La meilleure machine, en ce sens, la machine qui rend le plus, la plus avantageuse à exploiter, est nécessairement celle qui se montre capable du plus grand travail. Non seulement il convient, par conséquent, de mettre à la disposition des animaux comestibles toute la quantité d'aliments qu'ils se montrent aptes à consommer, mais encore tous les moyens doivent être mis en œuvre pour exciter leur appétit.

Il n'y a point, pour ces animaux, d'autre norme pratique d'alimentation. L'un des principaux éléments de succès, dans les entreprises zootechniques quelconques, est de nourrir toujours les animaux au maximum. L'économie dans l'alimentation ne consiste point à épargner les ali-

ments, mais bien à en faire toujours le meilleur emploi, à leur faire rendre le plus possible de profits.

L'observation attentive des déjections donne seule la mesure de l'alimentation excessive, parce qu'elle avertit de l'existence des troubles digestifs. Tant que ces déjections se montrent de consistance et de couleur normales, formées de résidus alimentaires bien liés, on peut être assuré que la ration est convenablement composée et utilisée au maximum possible par l'appareil digestif. Dès qu'elles deviennent, au contraire, ramollies à l'excès et expulsées plus fréquemment que de coutume, on est averti qu'il y a lieu de modérer un peu l'alimentation. L'habitude d'observer ces sortes de choses en apprend d'ailleurs plus à leur sujet que les dissertations.

Mais s'il n'est nullement pratique d'établir des normes d'alimentation pour les cas particuliers, il peut être utile de déterminer, en vue des calculs de prévision sur le poids vif des animaux pouvant être nourris au maximum avec un certain poids d'aliments, les limites entre lesquelles se meuvent, d'après l'observation, les variations de l'appétit. Nous avons à cet égard des indications assez solides.

On sait que la capacité, pour les animaux qui nous intéressent, se maintient, en matière sèche alimentaire, entre 0,025 et 0,03 du poids du corps. Plus le poids vif s'abaisse, plus la capacité proportionnelle s'élève, et inversement; en telle sorte qu'un sujet du poids vif de 300 à 400 kil. consommera plus facilement une ration journalière représentant 9 à 12 kil. de matière sèche, qu'un autre du poids de 600 à 800 kil. une représentant 15 à 20 kil. de cette même matière.

Cela connu, ainsi que le poids des provisions alimentaires dont on dispose, le plan de campagne d'alimentation peut être dressé avec la certitude de conduire les opérations jusqu'au bout, sans manquer de munitions.

Formules de comptabilité. — Les auteurs dont il a été parlé plus haut, au lieu d'adopter, comme leurs devanciers empiriques, pour l'établissement du compte des animaux, les prix commerciaux des aliments, ont imaginé de

prendre pour base de leur estimation une certaine valeur de la protéine et de chacun des autres éléments nutritifs, d'après ce qui ressort du prix commercial du foin. Le cours commercial des aliments ne se règle point d'après leur richesse en tels ou tels principes immédiats, mais seulement d'après la loi économique de l'offre et de la demande. Il nous appartient, quand nous devons en acheter, de préférer ceux dont le cours fait ressortir leur protéine au plus bas prix. On sait que le problème est de déterminer la valeur donnée par les animaux eux-mêmes aux aliments qu'ils ont transformés, non pas de rechercher le prétendu prix de revient de leurs produits à l'aide d'évaluations des matières premières de ces produits. Si ceux-ci étaient obtenus par la transformation d'un seul aliment, rien ne serait plus simple ni plus facile. La valeur réalisée par la vente des produits représenterait celle de cet aliment, déduction faite des frais accessoires, ainsi que nous l'avons vu (p. 12). Mais dans le plus grand nombre de cas, pour ne pas dire toujours, plusieurs substances alimentaires concourent à la production. Il s'agit de déterminer leur part respective.

Cela serait encore fort simple si cette part était seulement proportionnelle au poids pour lequel les aliments interviennent dans la ration. Mais il est évident maintenant que les choses ne se peuvent point passer ainsi. L'effet utile, quel que soit le produit de transformation considéré, dépend de la digestibilité des principes immédiats nutritifs contenus dans la substance alimentaire. Cet effet utile est donc à la fois en fonction du poids, de la richesse et de la digestibilité. Nous avons à présent les données nécessaires pour le calculer.

On peut admettre sans inconvénient sensible, en pareille matière, que l'effet utile de chaque aliment est proportionnel à celui de sa protéine efficace ou digestible. Il suffira donc, pour le mesurer, de déterminer la quantité de protéine efficace fournie à la machine par cet aliment. Cette quantité sera donnée par le calcul de la formule suivante :

$$N = p \times e,$$

dans laquelle N désigne la protéine efficace ou digestible, p la protéine brute de l'aliment et c le coefficient de digestibilité de cette protéine. Les tables fournissent les valeurs correspondant à ces signes.

Les valeurs trouvées pour l'N de chacun des aliments composant la ration représenteront les parts respectives de ceux-ci dans le produit en argent. Pour faciliter la répartition de ce produit, on n'aura qu'à réduire ces valeurs en fractions décimales.

Supposons une ration composée de 5 kil. de foin de pré, de 30 kil. de pulpe de betterave et de 4 kil. de tourteau de lin, et ayant produit une valeur de 3 fr.; il s'agit de savoir à quel prix chacun de ces trois aliments se trouve payé.

| | | |
|---|----------------------|------------|
| Les 5 kilogr. de foin contiennent 425 gr. de protéine, dont le coefficient de digestibilité est 0,59 : c'est 250 gr. 75 qui ont été utilisés, ci. | $425 \times 0,59 =$ | 250 gr. 75 |
| Les 30 kilogr. de pulpe en contiennent 570, dont le coefficient est 0,77, ci. | $570 \times 0,77 =$ | 438 gr. 90 |
| Les 4 kilogr. de tourteau en contiennent 1 kilog 132, dont le coefficient est 0,86, ci. | $1132 \times 0,86 =$ | 973 gr. 52 |

Total de la protéine efficace. 1,663 gr. 17

| | |
|---|-----------------------------------|
| $\frac{250 \times 100}{1,663} = 0,15 \times 3 = 0 \text{ fr. } 45,$ | valeur des 5 kilogr. de foin. |
| $\frac{438 \times 100}{1,663} = 0,25 \times 3 = 0 \text{ fr. } 75,$ | valeur des 30 kilogr. de pulpes. |
| $\frac{973 \times 100}{1,663} = 0,60 \times 3 = 1 \text{ fr. } 80,$ | valeur des 4 kilogr. de tourteau. |

Total : 3 fr. »

Valeur commerciale des aliments. — En Allemagne, on a attribué, comme nous l'avons déjà dit, une valeur déterminée à l'unité en poids de chacun des trois principaux groupes de principes immédiats nutritifs, à l'aide de laquelle on calcule la valeur commerciale des aliments concentrés, d'après leur composition. Les trois facteurs du calcul ont été tirés eux-mêmes du cours du foin sur le marché. Ainsi, d'après E. Wolff, le foin de pré se vendant 7 fr. 58 les 100 kilogr., la valeur réelle du foin de luzerne serait de 8 fr. 73.

Le rapprochement de ces deux nombres met tout de suite en évidence l'erreur de la méthode. Nul n'ignore en effet que, sur le marché, le foin de luzerne est toujours coté moins cher que le foin de pré. Mais en appliquant cette méthode à l'évaluation des aliments concentrés, on est en outre frappé d'un vice encore plus grave. Étant donné le rôle de ces aliments dans la constitution des rations, il est clair que les extractifs non azotés entrant dans leur composition sont non seulement inutiles, mais encore nuisibles, en tant qu'ils contribuent à déprimer la digestibilité de la protéine. Plus l'aliment en contient, plus sa valeur relative diminue. Il n'est donc nullement pratique de leur attribuer une valeur positive quelconque, les aliments grossiers avec lesquels ils doivent être associés en contenant toujours un excès.

Les bases d'évaluation admises par les Allemands sont par conséquent inacceptables. Elles conduisent à des appréciations absolument erronées. Et d'ailleurs ne sait-on pas qu'il n'y a point concordance entre la cote commerciale des aliments en général, des aliments concentrés en particulier, et leur composition ? Le cours des marchandises s'établit d'après des considérations d'un tout autre ordre. Ce qui nous intéresse, lorsque nous avons à acheter un aliment concentré, c'est de nous procurer la protéine et les matières solubles dans l'éther qu'il doit nous fournir au plus bas prix de revient possible. Il nous faut donc accorder la préférence à celui qui, d'après la cote et au cours actuel, les livrera au meilleur marché. C'est d'une appréciation comparative et non pas absolue qu'il s'agit. Nous voyons, par exemple, que les mercuriales font ressortir le prix du kilogramme de protéine à 0 fr. 86 dans les féveroles, à 2 fr. dans l'orge, à 1 fr. 40 dans le maïs, à 1 fr. 90 dans le tourteau de lin, à 0 fr. 60 dans celui de colza, à 0 fr. 35 dans celui d'arachide décortiquée et dans ceux de sésame et de coton. Et il en est ainsi parce que 100 kilogr. de tourteau d'arachide, qu'on nous offre pour 16 fr., contiennent 47 kil. 500 de protéine, tandis que 100 kilogr. de tourteau de lin, qu'on veut faire payer 26 fr., n'en contiennent que 28 kil. 300. 100 kilogr. de tour-

teau d'arachide, de sésame ou de coton, qui, d'après la méthode allemande, auraient beaucoup moins de valeur que 100 kilogr. d'orge, en ont ainsi pour nous près de six fois autant, parce que l'amidon contenu dans cette orge n'est qu'une valeur négative.

La notion est si simple qu'il n'est évidemment pas nécessaire d'insister.

Distribution des aliments et des boissons. — La digestion est une fonction intermittente. Une fois remplis d'aliments, les organes digestifs ont besoin d'un certain temps pour s'en débarrasser. C'est pourquoi la faim, sensation pénible résultant de la vacuité de ces organes, ne se manifeste qu'à intervalles déterminés.

Le besoin de prendre des aliments se montre par des signes d'impatience et d'agitation lorsqu'arrive l'heure à laquelle il est habituellement satisfait. La faim devient bientôt une souffrance. Il importe d'éviter cette souffrance aux animaux, et pour cela on ne saurait mettre trop de régularité dans la distribution de leurs repas. C'est pour eux une occasion de dépense en pure perte. Les mouvements d'impatience se traduisent nécessairement par une diminution de poids.

En principe, les repas doivent être aussi multipliés que possible ; leur nombre ne peut pas, en tous cas, descendre sans inconvénient au-dessous de trois par jour, en raison de la durée de la digestion stomacale, qui est de quatre heures environ.

Il ne faut pas méconnaître, toutefois, qu'en vue de certaines éventualités, comme celles qui se présentent à la guerre, par exemple, il y a lieu de faire acquérir, par l'entraînement de l'habitude, l'accoutumance à des repas plus rares, et même au jeûne, pour certains chevaux. La sobriété, pour le cheval de guerre, est une qualité de premier ordre.

Si la multiplicité des repas stimule l'appétit, ce que personne ne contestera, il est vrai aussi que les animaux ne manifestent pas un goût également prononcé pour les aliments de toute sorte. La variété dans la composition de ces repas est donc nécessaire, en ayant soin de distri-

buer en dernier lieu les aliments pour lesquels les animaux manifestent leur prédilection.

Quant à la distribution des boissons, le mieux est de mettre toujours à leur disposition de l'eau pendant les repas, afin qu'ils puissent boire à volonté, selon leur désir. Pouvant ainsi calmer leur soif dès qu'elle se manifeste, ils mangent mieux, profitent mieux de leur nourriture, ne sont plus exposés aux indigestions qui résultent parfois de l'ingestion d'une forte quantité d'eau, et, ce qui dans les cas où elle s'achète n'est pas à dédaigner, ils n'en consomment que la quantité strictement nécessaire.

Les expériences de Boussingault ont démontré qu'un cheval de taille moyenne perd en vingt-quatre heures, par les urines et les exhalations de la peau et du poumon, environ 30 kil. d'eau ; celles de Henneberg et Stohmann, qu'un bœuf en perd environ 25 kil. C'est donc ces quantités que le bœuf et le cheval doivent recevoir, en moyenne, pour réparer leur perte de chaque jour et entretenir constante la proportion d'eau normale de leur sang. Tout ce qui ne se trouve pas dans leurs aliments solides doit être fourni par les boissons. La ration journalière de celles-ci sera calculée d'après ces bases. Elle variera conséquemment selon que les aliments seront plus ou moins aqueux.

La variété dans la composition de la ration journalière, l'ordre de succession dans ses distributions et la régularité de celles-ci stimulent l'appétit, facilitent la digestion, et réduisent les pertes du corps au minimum. Tout cela donne, au sujet de l'effet utile de l'alimentation, un fort coefficient personnel aux agents chargés de panser les animaux. Avec les aliments de même qualité et en même quantité, les résultats sont bien loin d'être toujours les mêmes. Le vacher, le bouvier, le berger ou le palefrenier soigneux, régulier, affectueux, on peut le dire, pour les animaux dont l'alimentation lui est confiée, a une part considérable dans ces résultats.

L'influence heureuse de la variété dans la composition des rations doit être comprise d'une certaine façon. Il ne faut pas la confondre avec les variations d'alimentation. L'appareil digestif s'accoutume toujours, au bout d'un cer-

tain temps, aux substances alimentaires qu'il reçoit. Une fois accoutumé, tout changement brusque le trouble. Le nouvel aliment, fût-il plus riche ou meilleur, est toujours moins bien digéré d'abord.

Les substitutions d'aliments doivent donc être préparées par des transitions ménagées, qu'il s'agisse, par exemple, de passer du régime sec au régime vert, ou inversement, ou bien de remplacer, dans la ration, un aliment concentré ou adjuvant, surtout ce dernier, par un autre de même ordre. Avant que la provision en soit épuisée, il convient d'opérer la substitution par portions graduellement croissantes, afin d'y habituer progressivement l'appareil digestif.

L'expérience précise montre toujours que chez les animaux en période de croissance ou soumis à l'engraissement, les changements brusques d'aliments, la ration fût-elle plus forte, se traduisent par des diminutions de poids, tandis que l'effet est insensible lorsque la transition a été ménagée.

CHAPITRE VII

APPAREIL DE LA RESPIRATION

Organes. — L'appareil respiratoire est composé des organes suivants :

1^o les *cavités nasales* ; 2^o le *larynx* ; 3^o la *trachée* ; 4^o les *bronches* ; 5^o la *cavité thoracique* ; 6^o les *poumons* ; 7^o les *plèvres*.

1. — Cavités nasales.

Définition. — Les cavités nasales sont au nombre de deux, séparées par une cloison cartilagineuse. Les os propres du nez en forment le plafond et les parties palatines des grands sus-maxillaires le plancher. Elles s'ouvrent à l'extérieur par les *naseaux* ou les *narines*, circonscrites par les *ailes du nez*, plus ou moins mobiles et constituées par une charpente cartilagineuse qui les tient constamment ouvertes, et par des muscles ayant pour fonction de les mouvoir. Du côté de la ligne médiane, les ailes du nez présentent un repli de la peau formant cul-de-sac, et qui porte le nom de *fausse narine*.

Tous les muscles qui aboutissent aux naseaux en s'attachant aux os de la face ont pour fonction de les dilater. C'est chez les Équidés que ces ouvertures sont le plus dilatables et le plus mobiles. Chez les Bovidés, les narines sont tenues constamment au même degré d'ouverture par le mufle, dans l'épaisseur duquel elles se trouvent percées. La peau qui recouvre ce mufle, dépourvue de poils et riche en glandes, est, dans l'état normal, toujours humectée par un liquide visqueux. Chez les Suidés, les narines s'ouvrent dans le groin, sorte de plaque circulaire soutenue par un

petit os situé verticalement au bout du nez, entre les sus-naseaux et l'os incisif.

Fosses nasales. — Les fosses nasales, assez étroites à partir du point où cessent les ailes du nez, présentent dans leur intérieur des anfractuosités et divers méats. Du côté opposé à la cloison, il y existe en haut deux *cornets*, formés par des lames osseuses enroulées sur elles mêmes. Ces deux cornets, disposés longitudinalement, laissent entre eux, et aussi entre chacun d'eux et le plafond et le plancher des fosses nasales, les méats, qui sont ainsi au nombre de trois : le supérieur, l'inférieur et le moyen.

On constate, en arrière, des ouvertures largement béantes, au moyen desquelles les fosses nasales communiquent avec le pharynx; ce sont leurs ouvertures gutturales.

En divers points de leur étendue, elles sont en communication avec les *sinus*, cavités anfractueuses creusées dans l'épaisseur des os de la face et qui, au nombre de cinq de chaque côté, sont considérées comme des diverticules des cavités nasales. Ce sont les *sinus frontaux* qui, chez les Bovidés et les Ovidés, s'étendent jusqu'à l'intérieur des chevilles osseuses frontales, et les *sinus maxillaires*.

Membrane pituitaire. — Les cavités nasales sont tapissées par une muqueuse qui porte les noms de *pituitaire*, de *membrane olfactive*, ou encore de *membrane de Schneider*. Cette muqueuse est recouverte d'un épithélium pavimenteux. Elle se continue avec la peau qui tapisse la face interne des ailes du nez.

En pénétrant dans les sinus frontaux et maxillaires, la pituitaire est devenue très mince et elle a perdu de sa grande vascularité.

2. — Larynx.

Définition. — Le larynx (fig. 57, B) est l'organe où se produit la voix. Il est séparé des cavités nasales par le pharynx.

Le larynx représente une sorte de boîte cartilagineuse

très courte, ou plutôt un manchon irrégulier, déprimé d'un côté à l'autre. L'ouverture supérieure, qui porte le nom de glotte, se trouve située au fond de la cavité pharyngienne (A); l'inférieure ou postérieure est celle par laquelle le larynx se continue avec la trachée.

Situation. — Situé dans l'espace inter-maxillaire, le larynx se trouve soutenu entre les deux branches de l'hyoïde et fixé au pourtour des ouvertures postérieures des cavités nasales par les parois du pharynx, auquel il sert lui-même d'appui.

Cartilages. — Le larynx a pour charpente plusieurs pièces cartilagineuses dont la description minutieuse serait ici sans utilité. L'une de ces pièces est le *Cartilage cricoïde*, l'autre le *Cartilage thyroïde*; la troisième s'appelle *Épiglotte*, et enfin les deux dernières sont les *Cartilages aryténoïdes*.

(1) A, pharynx; BC, larynx; D, œsophage; E, sac gauche de l'estomac; F, sac droit; G, duodénum; H, trachée; I, ramifications bronchiques droites; K, poumon gauche.

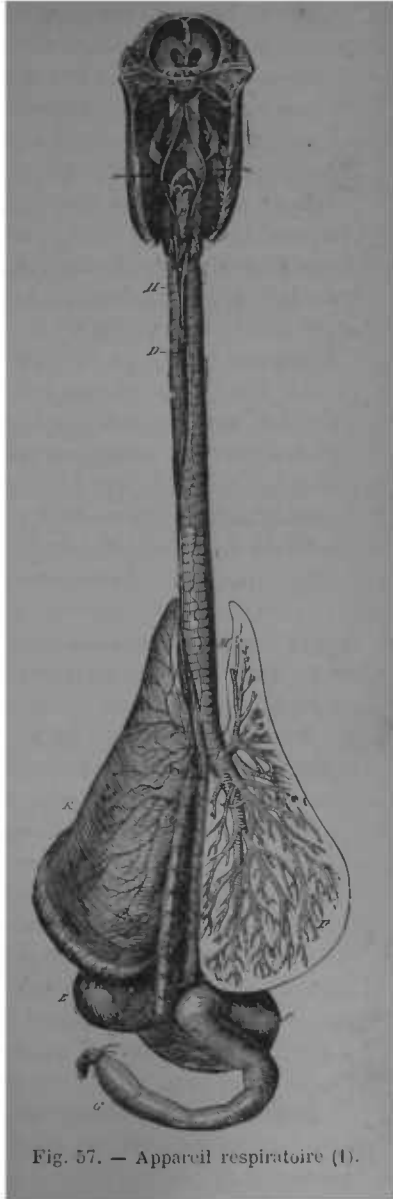


Fig. 57. — Appareil respiratoire (1).

Ceux-ci, en se réunissant sur la ligne médiane, circoncrivent par leurs bords l'ouverture de la glotte, et forment en avant une sorte de bec d'aiguière. C'est sur cette ouverture que l'épiglotte, appendice flexible et mou, en forme de feuille de sauge, vient s'appliquer lors du passage du bol alimentaire, pour la clore hermétiquement.

Ces diverses pièces s'articulent entre elles et jouissent d'une certaine mobilité les unes sur les autres. Elles sont mues par des muscles particuliers, dont l'action exercée chez les chanteurs produit ces modulations de la voix qui charment notre oreille.

Muqueuse. — La surface intérieure du larynx est tapissée par une muqueuse à épithélium cylindrique pourvu de cils vibratiles, dont l'irritabilité pour tout ce qui n'est par l'air ou tout autre gaz inoffensif est bien connue. Nul n'ignore les efforts de toux provoqués par l'introduction fortuite dans la glotte de la plus petite parcelle d'aliments lorsqu'on a, suivant la locution vulgaire, *avalé de travers*.

C'est immédiatement au-dessous de la glotte, et de chaque côté du triangle représenté par cette ouverture, que se trouvent les deux membranes élastiques auxquelles on a donné le nom impropre de *cordes vocales*, et dont les vibrations produisent le son de la voix. Elles sont très développées chez tous les animaux, excepté chez les ruminants, où elles sont presque effacées.

3. — Trachée.

Définition. — La trachée (fig. 57, II) est un tube cartilagineux, flexible, cylindrique chez quelques animaux, mais légèrement aplati de dessus en dessous chez la plupart. Ce tube se continue avec le larynx (BC) et se termine par une bifurcation donnant naissance aux bronches.

Situation. — Il est situé le long du bord inférieur de l'encolure, jusqu'à l'entrée de la poitrine, dans laquelle il pénètre entre les deux premières côtes, en se relevant un peu, pour aller ensuite, un peu plus en arrière, se diviser en deux branches.

Cartilages. — Le tube trachéal est formé d'une série

d'anneaux cartilagineux incomplets ou plutôt d'arcs dont les extrémités, appliquées l'une sur l'autre postérieurement, sont amincies et élargies. Ces cerceaux sont unis par leurs bords au moyen de ligaments élastiques qui, en vertu de leur élasticité même, permettent l'allongement et le raccourcissement du tube, et se prêtent ainsi aux diverses formes qu'il doit prendre pour suivre les mouvements du cou.

Les intervalles ainsi remplis par les ligaments forment autant de sillons circulaires, ou plutôt presque circulaires, car ils s'arrêtent en arrière au niveau de la partie amincie de chaque cerceau. Celle-ci se trouve unie transversalement avec l'extrémité correspondante au moyen d'une membrane musculaire à fibres lisses qui règne tout le long de la partie postérieure de la trachée.

Muqueuse. — L'intérieur de l'organe est tapissé par une muqueuse analogue à celle du larynx, avec laquelle elle se continue ; mais elle s'en distingue cependant par un peu moins de sensibilité. C'est par les mouvements des cils vibratiles de son épithélium que les mucosités épaissies sont ramenées de l'intérieur du poumon vers les cavités nasales ou la bouche par la toux.

4. — Bronches.

Situation. — A partir de sa division dichotomique, la trachée prend la forme régulièrement cylindrique, pour constituer les bronches. Celles-ci, après un trajet de quelques centimètres, en s'écartant un peu à droite et à gauche, pénètrent dans les poumons, où elles se ramifient suivant les dispositions dichotomiques représentées dans la figure 57, II.

Cartilages. — Dans les bronches, les cerceaux cartilagineux sont **complets** ; ils vont en **diminuant** à chaque nouvelle ramification, jusqu'à disparaître tout à fait à l'extrémité de l'*Arbre bronchique*. Il y a ainsi des grosses bronches, des petites bronches et des bronchioles. Les cerceaux sont unis entre eux par la **membrane musculaire** étalée en couche mince à leur surface interne, tapissée par

la muqueuse, qui, à l'extrémité terminale, forme le cul-de-sac appelé vésicule ou alvéole pulmonaire.

5. — Cavité thoracique.

Définition. — C'est dans l'intérieur du *Thorax*, encore appelé *Cavité pectorale*, que sont logés les poumons. Comme ces derniers se moulent sur les parois de cette cavité, il convient de la décrire d'abord.

Configuration. — Le thorax, considéré dans son ensemble, représente un cône creux, couché horizontalement, déprimé sur ses côtés, surtout vers le sommet, et dont la base serait coupée obliquement de haut en bas et d'arrière en avant, de telle sorte que la dimension antéro-postérieure fût environ du double et même plus en haut qu'en bas.

La capacité intérieure du thorax, qui commande celle des poumons, dépend par conséquent surtout de l'obliquité de sa base et de la figure de celle-ci. Elle diminue à mesure que cette figure se rapproche davantage de l'ellipse, pour augmenter, au contraire, quand elle devient plus voisine du cercle.

Composition. — La charpente osseuse de cette cavité se compose des vertèbres dorsales, en nombre variable selon les genres, et des côtes articulées avec elles par une tête et par une apophyse, les deux articulations étant maintenues par des ligaments. Un certain nombre de ces côtes aboutissent au sternum, par l'intermédiaire de leur cartilage de prolongement ; chacun des cartilages s'appuie sur celui qui le précède dans les autres. Les premières sont appelées *Côtes sternales* ou *Vraies côtes* ; les secondes *Côtes asternales* ou *Fausses côtes*. Le sternum, qui forme le plancher de la cavité thoracique, est un assemblage d'os courts et aplatis enveloppés dans le cartilage. Il a, chez les Équidés, assez exactement l'aspect de la quille d'un vaisseau. Chez les autres genres, il est plat sur ses deux faces. Dans tous les cas il se termine, à son extrémité postérieure, par une plaque cartilagineuse élargie appelée *appendice xyphoïde* du sternum.

Les espaces intercostaux sont occupés par deux plans musculaires à fibres striées, distincts et superposés, dont les faisceaux, disposés en sens inverse et obliquement, sont croisés à la manière des lames de ciseaux. Ce sont les muscles intercostaux.

Les *Intercostaux externes* vont obliquement en arrière et en bas, du bord postérieur de la côte qui précède à la face externe de la côte qui suit. Ils s'arrêtent au niveau du cartilage de prolongement.

Les *Intercostaux internes* vont, au contraire, obliquement de haut en bas, du bord antérieur de la côte qui suit au bord postérieur et à la face interne de celle qui précède.

Les premiers, plus épais en haut, s'amincissent progressivement en descendant ; les seconds, plus épais en bas, sont réduits en haut à une aponévrose recouverte de quelques faisceaux musculaires.

L'appareil musculaire de la cavité pectorale est complété par le *Grand dentelé*, très large muscle en forme d'éventail, qui s'attache en haut au scapulum, et en bas à la face externe des côtes sternales, par autant de dentelures ; par le *Transversal des côtes*, qui s'insère en avant à la face externe de la première côte, et en arrière sur le sternum et le quatrième cartilage sternal ; par les *Sus-costaux*, qui recouvrent chaque articulation costale en partant de la vertèbre correspondante, pour aller s'insérer, en s'épanouissant, sur la face externe de la première ou des deux premières côtes qui suivent ; enfin, par le *Triangulaire du sternum*, muscle aplati et dentelé à son bord supérieur, qui va de la surface supérieure du sternum aux cartilages des côtes sternales, à l'intérieur de la cavité thoracique.

Tous ces muscles ont pour fonction de tirer en avant par leur contraction les côtes sternales surtout, qui sont les plus mobiles et les plus arquées, et d'agrandir ainsi le diamètre transversal de la cavité thoracique.

Diaphragme. — La face postérieure de la cavité thoracique, ou la base du cône, est occupée par le muscle membraneux que nous avons déjà eu l'occasion de désigner sous le nom de *Diaphragme*, à propos de ses rapports avec l'appareil digestif.

Le *Diaphragme* (fig. 58, D) forme une large cloison qui sépare la cavité thoracique de la cavité abdominale. Il est composé d'une partie périphérique, large bande muscu-

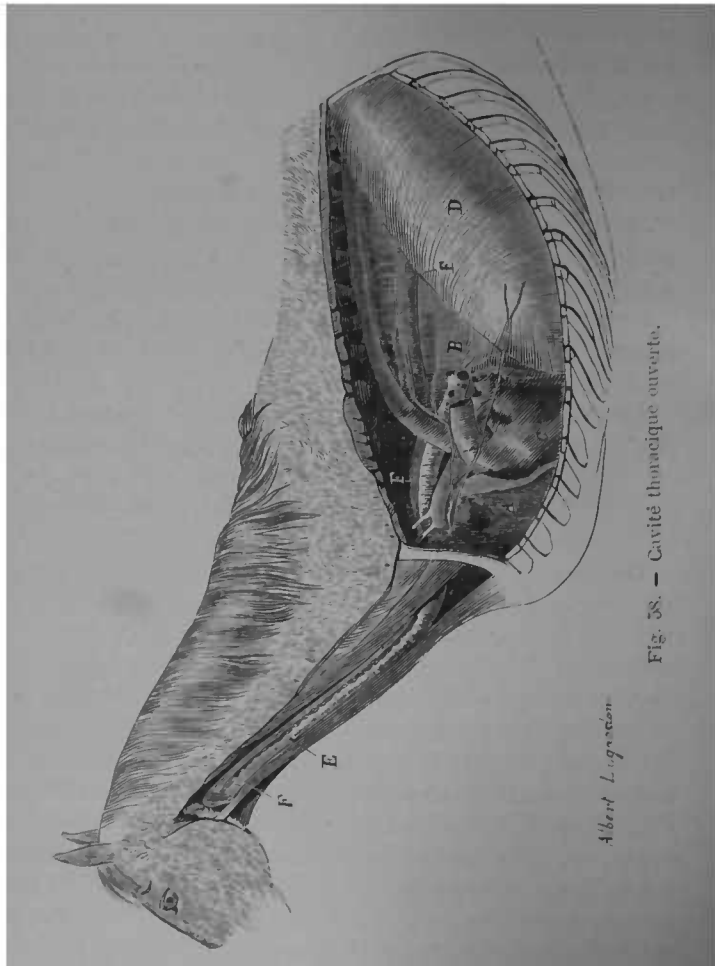


Fig. 58. — Cavité thoracique ouverte.

laire à faisceaux rayonnants qui entoure une membrane aponévrotique centrale, désignée sous le nom de *Centre phrénique* du diaphragme.

Ce muscle s'attache d'abord en haut sur le corps des

vertèbres lombaires, par les tendons de deux faisceaux très épais dits *piliers du diaphragme*.

Le *Pilier droit*, beaucoup plus considérable que l'autre, descend vers le centre phrénique. C'est près de son extrémité inférieure que ce pilier livre passage à l'œsophage (F) par un trou pratiqué dans son épaisseur.

Le *Pilier gauche*, de forme triangulaire, s'étend beaucoup moins en bas. Il est séparé du précédent par un orifice percé dans le diaphragme, pour livrer passage à l'aorte abdominale et au canal lymphatique.

Par le reste de sa portion musculaire, le diaphragme s'insère sur la face interne des dernières côtes et en bas sur la face supérieure de l'appendice du sternum.

Le diaphragme est concave du côté de la cavité abdominale, et par conséquent convexe du côté de la cavité thoracique.

Lorsque ses faisceaux musculaires se contractent, il tend à devenir plan, par la tension du centre phrénique.

6. — Poumons.

Définition. — Le poumon est l'organe spongieux (fig. 57, K) formé par l'agglomération des vésicules terminales de l'arbre bronchique, unies par du tissu conjonctif. On admet indifféremment deux lobes pulmonaires, dans chacun desquels se divisent les bronches, ou deux poumons, l'un droit, l'autre gauche.

Ces deux lobes ou ces deux poumons, bien qu'ils ne soient ni également volumineux, ni exactement conformés l'un comme l'autre, ont cependant une configuration fort analogue, dont les surfaces sont pour ainsi dire moulées sur la cavité thoracique qui les contient. Entre les deux poumons sont logés le cœur et les troncs des vaisseaux sanguins aboutissant à cet organe.

La surface extérieure des poumons est toujours exactement appliquée contre les parois de la cavité thoracique dans l'état normal. Ils suivent celle-ci dans ses mouvements d'extension et de resserrement.

Structure. — Considéré dans son ensemble, le tissu

pulmonaire se présente avec une coloration rosée. Il est très mou, mais cependant résistant lorsqu'on cherche à le déchirer, et très élastique. Il est très léger et surnage lorsqu'on le plonge dans l'eau.

Le tissu pulmonaire est disposé en un très grand nombre de petits lobules polyédriques, unis entre eux par du tissu conjonctif. Cette disposition est surtout bien accusée dans le poumon des Bovidés; elle est moins évidente chez les autres animaux. Chacun de ces petits lobules contient les tuyaux bronchiques qui précèdent les ramifications terminales ou bronchioles formant les petits groupes de vésicules pulmonaires. Celles-ci, agglomérées de cette façon aux extrémités des rameaux de l'arbre bronchique, sont des petits culs-de-sac ou ampoules, dont le diamètre est de 3 à 5 dixièmes de millimètre. Leur surface intérieure est tapissée par un épithélium prismatic.

Des vaisseaux sanguins de deux ordres entrent dans la constitution du tissu pulmonaire. Nous n'en parlerons pas pour l'instant.

En résumé, l'organisation du tissu pulmonaire, examinée sur une coupe de l'organe, se compose donc de divisions bronchiques et de divisions vasculaires de plus en plus ramifiées, qui aboutissent toutes aux vésicules pulmonaires.

7. — Plèvres.

Définition. — La surface intérieure de la cavité pectorale est tapissée par deux membranes séreuses absolument disposées dans leur ensemble comme le péritoine. Chacune est un sac clos de toutes parts.

Disposition. — Après avoir recouvert la paroi costale et la paroi diaphragmatique, le sac pleural se replie verticalement entre les deux poumons, en haut et en bas, pour former, par son adossement avec celui du côté opposé, les *Médiastins* (fig. 58, AB), et revient de là sur le lobe pulmonaire correspondant, qu'il tapisse dans toute son étendue. De cette façon, entre les faces extérieures du

lobe et la cavité thoracique se trouve compris l'intérieur du sac.

Chez les Équidés, le médiastin postérieur (B) est très mince et très facile à déchirer.

8. — Fonction respiratoire.

Objet. — La respiration a pour objet d'introduire de l'oxygène dans le sang et d'en éliminer l'acide carbonique. Pour se rendre compte de la façon dont les deux phénomènes s'accomplissent, il faut d'abord examiner la composition du mélange gazeux contenu dans les poumons, pour la comparer avec celle de l'air atmosphérique, qui nous est connue.

Ce mélange est toujours beaucoup plus riche en acide carbonique et beaucoup plus pauvre en oxygène que l'air atmosphérique. Des expériences nombreuses, exécutées sur les grands animaux, nous ont montré les variations quantitatives qu'il présente (1).

Sa température varie aussi : elle est celle de l'individu considéré. Quant à son degré d'humidité, il varie de même comme la température. Le mélange gazeux des poumons est sensiblement saturé de vapeur d'eau à la température qu'il possède.

On voit par là que dans la respiration, l'atmosphère cède à l'économie animale de l'oxygène et en reçoit de l'acide carbonique, de l'eau et de la chaleur.

Phénomènes mécaniques. — Dans l'exécution de la fonction respiratoire, l'air atmosphérique est d'abord introduit dans les poumons par un courant d'entrée, puis une portion seulement du mélange gazeux que contiennent ceux-ci est expulsé par un courant de sortie.

Le premier courant est produit par des mouvements d'*inspiration*, le second par des mouvements d'*expiration*.

(1) A. SANSON, *Recherches expérimentales sur la respiration pulmonaire chez les grands mammifères domestiques. Journal de l'anatomie et de la physiologie. Paris, 1876.*

L'inspiration et l'expiration, voilà de quoi se compose le mécanisme de la respiration.

C'est par la dilatation de la poitrine dans tous les sens que se produit l'inspiration. L'écartement des côtes par leur élévation et l'abaissement du diaphragme par la disparition de sa convexité déterminent cette dilatation.

Les nombreux muscles qui agissent dans ce sens et que nous avons fait connaître sont dits inspirateurs. Le diaphragme, en se contractant et en augmentant ainsi la dimension antéro-postérieure de la cavité pectorale, diminue d'autant celle de la cavité abdominale ; les viscères contenus dans celle-ci sont refoulés en arrière, et c'est ainsi que chaque mouvement d'inspiration se traduit par une élévation du flanc, secondée en outre par le mouvement correspondant des dernières côtes et de leurs cartilages de prolongement.

A mesure que la poitrine se dilate de cette façon, la tension gazeuse diminue dans les vésicules pulmonaires, et il y a ainsi appel de l'air extérieur, qui pénètre dans l'appareil respiratoire largement ouvert, en raison de sa tension plus forte.

La quantité introduite à chaque inspiration est relative à l'étendue de la capacité pulmonaire et à l'amplitude de la dilatation thoracique ; elle varie suivant les espèces, les individus et les circonstances. Elle n'est pas uniquement en raison du nombre des inspirations effectuées en un temps donné, celles-ci étant d'autant moins amples qu'elles sont plus répétées, et réciproquement.

Pendant la marche, leur amplitude et leur nombre dépendent principalement de la vitesse de l'allure.

L'expiration succède immédiatement, et sans aucun temps d'arrêt, à l'inspiration. Le mélange gazeux qui remplit les poumons lorsque l'inspiration a atteint sa limite ne peut pas y séjourner sans que l'animal en ressente une gêne qu'il doit faire cesser aussitôt.

Les mouvements d'expulsion ou d'expiration sont en grande partie, sinon tout à fait passifs. Les côtes s'abaissent et le diaphragme se relâche ; la cavité thoracique reprend sa capacité première, et le poumon, en vertu de

sa propre élasticité, revient sur lui-même de la même façon qu'il s'était dilaté lors de l'inspiration.

Dans l'état normal, aucune puissance musculaire extérieure ou volontaire n'entre en jeu pour expulser les gaz contenus dans l'appareil respiratoire. C'est seulement lorsque l'élasticité du poumon a été détruite ou amoindrie par une lésion de sa substance ou une altération nerveuse que des efforts deviennent nécessaires pour hâter l'évacuation. Alors, vers la moitié du mouvement d'expiration, une contraction brusque, une sorte de soubresaut se produit, qui marque un temps d'arrêt.

Durant l'accomplissement des mouvements successifs d'inspiration et d'expiration, toutes les parties des voies respiratoires demeurent toujours largement béantes. La rigidité de ces parties assure le maintien de l'état dont il s'agit, indispensable à l'exercice régulier de la fonction, au point que la moindre circonstance capable de le diminuer y met obstacle sérieusement. Seuls les narines et le larynx, mus par des muscles, se prêtent par les contractions de ces derniers à des variations de forme; ils se dilatent lors de l'inspiration et reviennent sur eux-mêmes pendant l'expiration.

Ces mouvements alternatifs sont automatiques et si étroitement liés à ceux de la cage thoracique qu'ils s'exécutent alors même que l'air, pénétrant dans le poumon par une ouverture artificielle pratiquée à la trachée, ne passe plus par les fosses nasales.

L'entrée de l'air dans les poumons et la sortie du mélange gazeux produisent dans l'intérieur de la poitrine un bruit particulier nommé *Murmure respiratoire*, que l'oreille appliquée sur la paroi latérale perçoit facilement. Ce bruit est un souffle léger résultant de la collision de l'air sur les parois des conduits aériens, surtout pendant l'inspiration; il est plus faible et presque instantané au commencement de l'expiration.

La *Toux* et l'*Éternuement*, par lesquels l'appareil respiratoire se débarrasse des obstacles passagers qui peuvent obstruer quelque partie de son conduit, sont des mouvements brusques, saccadés et bruyants d'expiration. Dans

le cas de toux, le bruit plus ou moins retentissant, suivant que l'obstacle, le plus souvent causé par des mucosités épaisses, est situé dans les bronches, dans la trachée ou le larynx, est dû à la collision de l'air sur les bords de la glotte, rétrécie pour donner plus de vitesse au courant d'expiration. Dans l'éternuement, ou dans ce qu'on appelle chez le cheval l'*Ébrouement*, ce sont les narines qui vibrent, parce que l'obstacle est aux fosses nasales.

Nombre des mouvements respiratoires. — A l'état normal, le nombre des respirations complètes, inspiration et expiration comprises, est variable au repos, selon les genres d'animaux, selon les individus, et aussi, pour chaque individu, selon son âge. Il en est de même pour la quantité d'air introduite dans les poumons par chaque mouvement de dilatation de la poitrine. Cette quantité dépend de l'amplitude de celle-ci ou de la durée de l'inspiration. Pour un même poids vif, les besoins respiratoires des animaux sont donc très différents. Ceux des Équidés, par exemple, sont absolument plus grands que ceux des Bovidés, bien que dans l'unité de temps le nombre des respirations soit plus fort chez les derniers que chez les premiers.

Voici les nombres moyens admis, aux âges différents de la jeunesse et de la maturité, pour une minute de temps :

| Équidés. | | Bovidés. | | Ovidés. | |
|----------|----------|----------|----------|---------|----------|
| Jeunes. | Adultes. | Jeunes. | Adultes. | Jeunes. | Adultes. |
| 10-12 | 9-10 | 18-20 | 15-18 | 16-17 | 13-16 |

Phénomènes physiques. — Les phénomènes physiques sont relatifs aux modifications que subit l'air introduit dans les poumons. Ce qu'on appelle communément l'air expiré contient, avons-nous déjà dit, plus d'acide carbonique et moins d'oxygène que l'air inspiré. Le phénomène qui change ainsi la composition du mélange gazeux s'accomplit dans les vésicules pulmonaires. Il s'y opère, par osmose au travers de leurs parois, un échange entre l'oxygène de l'air et l'acide carbonique contenu dans le

sang. Ce phénomène est soumis aux lois de la diffusion des gaz, ainsi que nous l'avons démontré (1). Le rapport $\frac{CO^2}{O}$ n'est nullement constant.

En effet, l'échange des gaz dans le poumon n'est pas proportionnel. A plus d'oxygène introduit peut correspondre moins d'acide carbonique éliminé, et réciproquement. L'élimination de l'acide carbonique dépend de la tension atmosphérique. Son intensité est directement proportionnelle à la température ambiante, à l'étendue de la surface déployée du poumon et à la fréquence des mouvements respiratoires; elle est inversement proportionnelle à la pression extérieure.

L'introduction de l'oxygène dépend bien, elle aussi, mais en sens inverse, de sa propre tension. Elle est, en outre, subordonnée à la richesse du sang en hémoglobine, avec laquelle l'oxygène se combine.

En somme, on voit que la fonction respiratoire a pour unique effet de renouveler incessamment la provision d'oxygène du sang nutritif et d'en éliminer l'acide carbonique. C'est simplement une fonction d'alimentation gazeuse. Tous les autres phénomènes que les physiologistes ont coutume de lui attribuer ressortissent à la nutrition proprement dite. Ils ne sont nullement respiratoires. Dès que l'élimination de l'acide carbonique est suspendue, le malaise commence à se produire, et si la suspension se prolonge au-delà d'un certain terme, la mort arrive infailliblement. Ce gaz exerce une action toxique sur les nerfs qui animent le cœur. L'arrêt de celui-ci se produit bien avant que l'insuffisance d'oxygène se soit accusée. La mort n'est donc point due à l'absence d'oxygène, mais bien à une intoxication carbonique.

9. — Hygiène de la respiration.

Quantité nécessaire d'air respirable. — Les animaux qui vivent en plein air, dans le climat qui leur est

(1) A. SANSON, *Recherches expérimentales, etc., loc. cit.*

propre, trouvent toujours de quoi respirer à l'aise. Seuls les changements d'altitude peuvent troubler la fonction, lorsqu'il s'agit d'une diminution ou d'une augmentation assez grande de la pression atmosphérique. Pour le même volume d'air introduit dans les poumons, la quantité d'oxygène est alors ou trop faible ou trop forte, et cesse d'être, dans l'un ou dans l'autre cas, en rapport avec les besoins respiratoires naturels.

Mais ces cas ne trouvent que de rares applications pour nos animaux domestiques. La question de l'atmosphère des habitations dans lesquelles nous les tenons enfermés est autrement intéressante. Les gaz qu'ils expirent vicient cette atmosphère et la rendraient promptement irrespirable, si elle n'était incessamment renouvelée. Il résulte des expériences de Max Maercker qu'elle devient impropre à la diffusion complète de l'acide carbonique seulement à dater du moment où elle en contient plus de 2,5 à 3 p. 1000.

C'est là une donnée précieuse, beaucoup plus pratique, à coup sûr, que celles qu'on a voulu tirer de la quantité d'air pur ou nouveau nécessaire par tête et par heure, pour les diverses sortes d'animaux. Les besoins sont à cet égard si variables qu'il n'est vraiment pas possible d'arriver à quelque chose de précis. Et, d'ailleurs, il n'y a aucune habitation des animaux, si confiné qu'y paraisse l'air, dans laquelle la provision d'oxygène puisse être considérée comme insuffisante. C'est la capacité de diffusion pour l'acide carbonique qui importe avant tout.

Les recherches de Pettenkofer ont démontré qu'il se produit, au travers des parois des habitations humaines, un renouvellement constant de leur atmosphère intérieure, dû à l'échange des gaz de cette atmosphère contre ceux de l'air extérieur, échange dont l'étendue dépend de la porosité des matériaux de construction. Ces habitations respirent donc comme nous. Appliquant la méthode de recherches de Pettenkofer aux habitations des animaux, Max Maercker (1) a déterminé exactement, par des expériences

(1) Max MAERCKER, Versuche über die Porosität einiger Bau-

variées instituées sur des écuries, des étables et des bergeries, les étendues de parois qui sont nécessaires pour assurer le maintien de la proportion d'acide carbonique indiquée plus haut.

De ces expériences il est résulté d'abord qu'eu égard à leur porosité, les matériaux de construction devaient être rangés dans l'ordre suivant : 1^o pisé; 2^o tuffeau; 3^o briques; 4^o moellons de calcaire; 5^o grès. Quant aux surfaces de parois nécessaires pour assurer la ventilation naturelle, tout en maintenant la température intérieure à + 13° C et + 15° C, par des températures extérieures de + 4° à + 6°, elles ont été les suivantes, selon les matériaux de construction :

| | | | | |
|------------|--|---|---|-------|
| Grès . . . | 17,8 mètr. carrés de paroi par tête, pour 10 têtes de gros bétail. | | | |
| Calcaire | 12,9 | — | — | 15 |
| Briques. | 10,6 | — | — | 25 |
| Tuffeau. | 8,2 | — | — | 40 |
| Pisé.. | 5,9 | — | — | 60-70 |

Sur ces bases, voici quelles sont, d'après l'auteur, les surfaces totales nécessaires pour assurer une bonne ventilation naturelle des habitations peuplées de dix à quarante têtes de gros bétail :

| | 10 têtes. | 20 têtes. | 30 têtes. | 40 têtes. | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------------------------|---|
| Grès. . . | 178 | 356 | 534 | 712 | mètres carrés de parois latérales. | |
| Calcaire | 129 | 258 | 387 | 516 | | — |
| Briques. | 106 | 212 | 318 | 424 | | — |
| Tuffeau. | 82 | 164 | 246 | 328 | | — |
| Pisé.... | 59 | 118 | 177 | 236 | | — |

On voit par ces nombres que la surface ventilante croit dans une proportion moindre que celle de la capacité cubique. En tenant compte des besoins respiratoires différents des genres d'animaux à loger, il sera facile de cal-

materialen, sowie über den Künstlichen und natürlichen Luftwechsel im Stallgebäude. *Journ. f. Landwirthschaft, 1870.* Traduit en français par J. Leyder. Bruxelles et Paris, 1873.

culer, avec les données ci-dessus, l'étendue qu'il convient de donner à leurs habitations, suivant les matériaux de construction, pour en assurer la ventilation.

Ces faits rendent facilement compte d'observations qui, avant que nous les connaissions, semblaient inexplicables, telles, par exemple, que celles recueillies dans les pays de montagnes à climat froid, où les animaux sont durant l'hiver entassés dans des étables basses et sans ouvertures, sans que toutefois leur respiration paraisse en souffrir. Nous savons maintenant que la ventilation se produit, dans ce cas, par les parois.

Pour ce qui concerne les dispositions intérieures des écuries, étables, bergeries et porcheries, en vue de la commodité du service et de la ventilation artificielle, l'indication spéciale en sera mieux à sa place à propos de la zootechnie de chacun des quatre genres d'animaux.

CHAPITRE VIII

APPAREIL DE LA CIRCULATION

Organes. — L'appareil circulatoire comporte un organe central qui est le *Cœur*, et deux ordres de vaisseaux dont les uns charrient le sang et les autres la lymphe.

Les premiers, divisés eux-mêmes en deux catégories, sont les *Artères* et les *Veines*; les seconds sont connus sous le nom de *Vaisseaux lymphatiques*.

1. — Cœur.

Situation et forme. — Le cœur (C, fig. 58) est situé dans la poitrine entre les deux poumons. Il a la forme d'un cône renversé, dont la pointe est obliquement dirigée vers le sternum, en avant et à gauche, et la base vers la tige vertébrale, à laquelle il est suspendu par l'intermédiaire des gros vaisseaux.

Cavités. — Le cœur est un muscle creux, divisé en deux paires de cavités parfaitement distinctes et superposées, à tel point qu'on admet deux cœurs, l'un droit, l'autre gauche.

De chacune de ces deux paires de cavités, l'une, l'inférieure, est appelée *Ventricule*, l'autre, la supérieure, est l'*Oreillette*, sorte de poche flasque qui semble surajoutée. Ces cavités superposées communiquent entre elles par des ouvertures munies de soupapes portant le nom de *Valvules*.

Par rapport à la situation normale du cœur dans la poitrine, les deux paires de cavités superposées sont distinguées en droites et en gauches.

Le *Ventricule droit* représente un segment longitudinal

de cône creux, dont la coupe horizontale ressemble à un croissant. Cela tient à ce que la face de la cloison inter-ventriculaire tournée de son côté est convexe dans les deux sens, et que ce ventricule semble ajouté à l'autre et n'avoir en propre que sa paroi externe.

Sur tous les points de la surface intérieure de ce ventricule on remarque des sortes de colonnes charnues faisant saillie, et dont quelques-unes, appelées *Piliers du cœur*, courtes et épaisses, ont un sommet libre sur lequel s'implantent de petits cordages tendineux qui vont de là se fixer à la valvule; les autres semblent sculptées en relief sur la paroi ventriculaire, où elles sont libres par leur partie moyenne seulement.

À la région supérieure de la cavité ventriculaire droite, il existe deux orifices: l'un, qui est l'*Orifice auriculo-ventriculaire*, est placé au niveau de l'étranglement qui constitue ce qu'on appelle le sillon coronaire de la base du cœur. Il est presque régulièrement circulaire et pourvu d'une soupape dite *Valvule tricuspide* ou *triglochine*, à cause de la division de son bord libre en trois festons, auxquels viennent se fixer les cordes tendineuses partant des piliers. Ces trois festons, en se relevant, viennent clore l'orifice.

L'autre orifice, situé en avant et à gauche du précédent, est l'*Orifice pulmonaire*, ainsi nommé parce qu'il établit la communication du ventricule avec l'artère pulmonaire. Cet orifice est muni de trois *Valvules sigmoïdes*, disposées à la manière de trois nids de pigeon réunis en triangle. Lorsqu'elles se relèvent, elles viennent s'appliquer par leur face concave sur les parois de l'artère; lorsqu'elles s'abaissent, au contraire, leurs bords en s'adossant ferment l'ouverture autour de laquelle ces valvules, d'ailleurs très minces, sont placées.

L'*Oreillette droite* est une sorte de couvercle fortement concave appliqué sur l'orifice auriculo-ventriculaire. Sa cavité est aréolaire dans la plus grande partie de son étendue. À la paroi supérieure, il existe deux ouvertures qui font communiquer l'*oreillette* avec les *Veines caves*.

Le *Ventricule gauche* a la forme d'une cavité cylindro-

conique irrégulière. Ses parois sont beaucoup plus épaisses que celles du ventricule droit, et leur face interne ne présente guère que des piliers et des colonnes en relief. Sa base est également percée de deux orifices.

L'*Orifice auriculo-ventriculaire* est muni d'une *Valvule mitrale*, ainsi nommée parce que ses deux principaux festons sont disposés à la manière d'une mitre d'évêque. Cette valvule est, comme la tricuspide, jointe à ses deux piliers par des cordes tendineuses.

L'autre est l'*Orifice aortique*, par lequel le cœur gauche communique avec le tronc de l'artère aorte. Cet orifice est situé en avant et à gauche de l'ouverture auriculo-ventriculaire, dont il n'est séparé que par un mince faisceau musculaire. On y remarque trois *Valvules sigmoïdes*, ne différant en rien de celles de l'orifice pulmonaire du ventricule droit.

L'*Oreillette gauche* ne diffère pas essentiellement de la droite. Sa paroi supérieure est seulement pourvue de quatre à huit orifices donnant ouverture à l'embouchure des *Veines pulmonaires*, où il n'y a point de valvules.

Structure. — La substance propre du cœur est constituée par des faisceaux de fibres musculaires striées, d'une espèce particulière, ramifiés, et dont la contraction est soustraite à l'influence de la volonté. Ces faisceaux sont dirigés en divers sens. Les uns sont communs aux deux ventricules, tandis que les autres sont particuliers à chacun d'eux. Chez les Bovidés, on y trouve deux petits os spongieux, dit *Os du cœur*, situés à sa base.

Endocardes. — Les cavités sont tapissées par deux membranes séreuses indépendantes l'une de l'autre, et qui se replient aux orifices pour former les valvules en embrassant, entre les deux replis constituant, des fibres musculaires lisses. Ces membranes séreuses sont les *Endocardes*. Elles sont munies d'un endothélium.

Péricarde. — La surface extérieure du cœur est recouverte par une autre séreuse, qui est le feuillet viscéral du *Péricarde*. Celui-ci est une poche extérieurement fibreuse, qui fixe le cœur dans la cavité pectorale en s'attachant en haut autour de la base et en bas au sternum. La face in-

terne de cette poche fibreuse est tapissée par le feuillet pariétal de la séreuse péricardienne.

Sa disposition générale a été justement comparée à un bonnet de coton, dont la partie externe représenterait le feuillet pariétal, et la partie rentrée le feuillet viscéral; de telle sorte que du côté de la cavité du sac les deux feuillets soient appliqués l'un contre l'autre, le péricarde enveloppant le cœur et la base des gros vaisseaux en laissant, par sa laxité, toute latitude à celui-là pour se mouvoir.

Fonction. — Lorsque les faisceaux musculaires du cœur se contractent, l'amplitude de ses cavités diminue. Les contractions produisent des bruits particuliers ou battements, et elles donnent la sensation d'un choc à la main placée sur la paroi thoracique. L'état de relâchement est appelé *Diastole*; celui de contraction, *Systole*. Les mouvements du cœur sont des diastoles et des systoles successives, d'où résulte la circulation du sang dans les vaisseaux.

Il est facile de comprendre, d'après cela, l'importance du volume du cœur. Sa puissance est en raison directe de ce volume, qui se montre, en effet, plus grand, pour un poids vil égal du corps, chez les animaux les plus vigoureux.

2. — Systèmes artériels.

Définition. — Une bonne définition des systèmes artériels, formés de tubes ramifiés, ne saurait être empruntée ni à la structure des vaisseaux qui les constituent, ni aux qualités du sang que ces vaisseaux charrient. Une des principales artères charrie du sang veineux (l'artère pulmonaire); du sang artériel est charrié par des veines (des veines pulmonaires). On définit donc ces systèmes en disant qu'ils servent à conduire le sang du cœur vers un lieu quelconque de l'économie, dans une direction excentrique ou centrifuge.

Ajoutons toutefois que les vaisseaux portant le nom d'artères se distinguent tous par leur lumière exactement

circulaire, par leurs parois formées de tissu jaune élastique, et par la parfaite continuité de leur forme tubulaire intérieure dépourvue de tout repli membraneux.

Ces vaisseaux, ainsi que tous les autres, du reste, sont pourvus à leur intérieur d'une membrane mince appelée endothélium et formée de lamelles.

Il y a deux systèmes artériels partant du cœur, chacun par un tronc unique qui se divise ensuite en troncs secondaires et en branches plus ou moins multipliées. Le premier est le *Système pulmonaire*; le second, le *Système aortique*.

Système pulmonaire. — L'*Artère pulmonaire*, qui constitue le premier système, part du ventricule droit du cœur, par un tronc volumineux. Ce tronc se dirige d'abord en haut, puis il s'infléchit en arrière pour arriver au-dessus de l'oreillette gauche, où il se divise en deux troncs secondaires dont chacun pénètre, avec la bronche correspondante, dans le tissu pulmonaire, où il se ramifie exactement comme celle-ci.

À leur extrémité terminale, les divisions de l'artère pulmonaire pénètrent dans les parois des vésicules pour communiquer avec le réseau capillaire de ces vésicules.

Système aortique. — Le *Tronc Aortique* ou *Aorte primitive* part du ventricule gauche du cœur et se dirige en haut et un peu en avant, et, après un court trajet, se bifurque pour donner naissance à deux divisions primitives, dont l'une se dirige en avant et l'autre en arrière.

La première branche, la moins grosse des deux, est l'*Aorte antérieure*. Elle vient se placer au-dessus de la trachée (E, fig. 58), entre les deux lames du médiastin antérieur (A), et après un court trajet en avant, elle se divise en deux nouvelles branches, qui sont les *Troncs brachiaux*, fournissant les artères des membres et celles de toutes les parties de la région antérieure du corps et de la tête.

Du tronc brachial droit en part un autre, qui est le tronc commun des deux *Artères carotides primitives*, lesquelles longent les côtés de la trachée et vont se diviser au niveau des parotides pour fournir les artères de la tête.

La seconde division du tronc aortique donne naissance

à l'*Aorte postérieure*, qui est, en réalité, la véritable continuation de ce tronc. Dirigée en haut et en arrière, elle se courbe en forme de crosse, pour gagner le côté gauche de la tige vertébrale, qu'elle suit en s'inclinant insensiblement à droite, jusqu'au niveau des piliers du diaphragme, où elle gagne le plan médian, qu'elle ne quitte plus après, en parcourant ainsi toute la longueur du rachis.

Chemin faisant, elle donne naissance à des artères spéciales, partant à angle droit de ses parois. Les^{unes} sont dites *pariétales*, parce qu'elles se distribuent dans les parois des cavités thoracique et abdominale; les autres, *viscérales*, se distribuent aux organes logés dans ces cavités. Nous parlerons seulement des dernières.

Les branches viscérales de l'aorte postérieure sont : le *Tronc broncho-œsophagien*, qui fournit les artères du poumon et de l'œsophage; le *Tronc cardiaque*, d'où partent les artères de l'estomac, du foie et de la rate; l'artère *grande mésentérique*, fournissant des divisions à la presque totalité des intestins; la *petite mésentérique*, qui se distribue dans le côlon flottant et le rectum; les *Artères rénales*, allant directement de l'aorte à chacun des deux reins; et les artères qui se distribuent dans les organes de la génération, testicules ou ovaires et utérus.

Arrivée au niveau de l'articulation lombo-sacrée, à l'entrée de la cavité pelvienne, l'aorte postérieure se termine par une double bifurcation, pour donner naissance aux *Troncs pelviens* ou *iliaques*, dont l'un, l'interne, fournit les artères du bassin, et l'autre, l'externe, celles des membres postérieurs.

Chacune des divisions du système aortique affecte toujours la forme régulièrement cylindrique, d'un diamètre égal dans toute son étendue. Ces mêmes divisions sont toujours dichotomiques; et comme celles du système pulmonaire, elles se terminent finalement dans les tissus, où, par les artérioles, elles communiquent avec les réseaux capillaires.

C'est, dans toute l'étendue, comme un tube cylindrique, car la somme des sections terminales est égale à la section de l'aorte primitive ou tronc aortique.

3. — Systèmes veineux.

Définition. — Le système veineux commence aux réseaux capillaires, qui en sont les intermédiaires entre les artères et les veines.

Au lieu donc que le point de départ du système veineux soit au cœur, comme celui du système artériel, il est à la périphérie, et il converge vers l'organe central.

Capacité. — Le système veineux, dans son ensemble, a une capacité beaucoup plus grande que celle du système artériel. Chaque artère de la circulation générale est accompagnée dans son trajet d'une veine au moins, mais il y en a souvent deux; de plus, on observe à la surface du corps, sous la peau, tout un réseau veineux considérable qui n'a pas d'analogue dans le système artériel; en outre, il y a le système particulier de la veine porte.

Structure. — Les vaisseaux veineux ont une forme cylindrique, mais moins régulière que celle des artères. On y observe de distance en distance des renflements, sortes de nodosités qui correspondent aux valvules. Leur intérieur présente en effet des replis valvulaires analogues aux valvules sigmoïdes du cœur. Quelques-unes cependant font exception. Les valvules y sont nulles ou très peu développées. Nous les indiquerons.

Les parois des veines sont minces et flasques; elles s'affaissent dans l'état de vacuité du vaisseau; elles sont transparentes et constituées par des fibres conjonctives mélangées de fibres musculaires lisses.

Division. — Comme il y a deux systèmes artériels, de même il y a deux systèmes veineux, le *pulmonaire* et celui des *veines caves*; en plus, celui de la *veine porte*.

Système pulmonaire. — Les racines ou veinules pulmonaires, partant de chaque vésicule, se réunissent comme les bronches et les artères en branches progressivement plus grosses, et elles aboutissent, en sortant des poumons, à des troncs veineux au nombre de quatre à huit, qui viennent s'ouvrir dans la paroi supérieure de l'oreillette gauche.

Les veines pulmonaires sont dépourvues de valvules intérieures dans toute leur étendue.

Système des veines caves. — Le système des veines caves correspond aux artères de la circulation générale. Il faut le considérer, dans son ensemble, comme représentant les racines de l'arbre circulatoire, dont les veinules partent de toutes les parties du corps. Celles des portions antérieures aboutissent finalement à l'un des premiers troncs, et celles des portions postérieures à l'autre.

Les veines de la tête arrivent, de chaque côté, au niveau de la glande parotide, à une grosse veine unique qui descend le long du cou, au-dessus de la carotide, dans la gouttière qui règne entre la trachée et le bord inférieur de la tige cervicale. Cette veine est la *Jugulaire*.

Près de l'entrée de la poitrine, les deux jugulaires droite et gauche se réunissent en un confluent qui porte le nom de *Golfe des jugulaires*, et auquel viennent aboutir les autres veines de la région, notamment les *Veines axillaires*, formées par la réunion de celles des membres antérieurs et des parois thoraciques extérieures.

A partir de l'entrée de la poitrine, le tronc unique qui résulte de la réunion de tous ces affluents prend le nom de *Veine cave antérieure* et vient s'ouvrir dans la paroi supérieure de l'oreillette droite. Dans son trajet thoracique, la veine cave antérieure est comprise entre les deux lames du médiastin antérieur (fig. 58, A), en dessous de la trachée et à la droite de l'aorte antérieure.

Près de son embouchure à l'oreillette, cette veine en reçoit une autre, qui est unique et vient en sens inverse de celles dont il était question tout à l'heure. C'est la *Veine azygos*, dont les racines sont au niveau des premières vertèbres lombaires. De là elle s'étend d'arrière en avant, sous le corps des vertèbres dorsales, reçoit chemin faisant des divisions veineuses des parois du thorax, et vers la sixième elle s'infléchit en bas pour former une espèce de crosse jusqu'à son embouchure, qui a lieu quelquefois aussi directement dans l'oreillette droite.

La veine cave antérieure apporte donc au cœur le sang venu de la tête, de l'encolure, des membres thoraciques

et aussi des parois supérieures des cavités abdominale et pectorale.

Les veines des membres postérieurs, dont la principale est appelée *Saphène*, celles des parois du bassin et celles des moitiés postérieures des mamelles inguinales, dites improprement *veines périnéales*, se réunissent, en suivant les divisions artérielles de ces régions, à l'entrée de la cavité pelvienne, pour former deux grosses racines, qui se confondent à leur tour en un seul tronc.

Celui-ci est la *Veine cave postérieure*, qui est le plus volumineux vaisseau veineux de toute l'économie. De l'entrée du bassin, la veine cave postérieure se dirige en avant, sous le corps des vertèbres lombaires, pour gagner le bord supérieur du foie, vers lequel elle descend pour se loger dans la scissure creusée sur la face antérieure de l'organe. Elle traverse ensuite le centre aponévrotique du diaphragme, pour pénétrer dans la cavité thoracique, où elle chemine près de la face interne du poumon droit, et aller enfin se jeter dans l'oreillette droite, qu'elle atteint à sa partie postérieure et externe.

Chemin faisant, elle reçoit plusieurs affluents principaux qui sont, énumérés d'arrière en avant : les *Veines lombaires*, venant des muscles des lombes ; les veines des cordons testiculaires du mâle, ou des ovaires et de l'utérus de la femelle ; les *Veines rénales*, venant des reins ; les *Veines diaphragmatiques*, au nombre de deux ou trois, dont les racines viennent de la portion musculaire de la cloison ; les deux *Veines mammaires* ou sous-cutanées abdominales, venant des moitiés antérieures des mamelles, chez la vache, et pénétrant dans l'abdomen par des orifices situés de chaque côté de l'appendice du sternum ; enfin, les divisions terminales du système de la veine porte, dont nous allons nous occuper en particulier.

On voit par là que la veine cave postérieure apporte au cœur le sang des membres postérieurs et celui de tous les viscères situés en arrière du diaphragme.

Système de la veine porte. — Les racines de la veine porte sont dans toutes les parties de l'appareil digestif où s'opère l'osmose intestinale ; elles aboutissent à

deux branches principales, qui sont les *Veines mésentériques* ou *mésaraïques*. Il s'y joint la *Veine splénique*, venant de la rate et de l'estomac.

La *Grande mésentérique* ou *Mésaraïque antérieure* est constituée par tous les affluents veineux sortis des parois de l'intestin grêle, du cœcum, du côlon replié et de l'origine du côlon flottant. Ses divisions correspondent exactement à celles de l'artère grande mésentérique, qu'elles accompagnent. C'est une sorte d'arbre en éventail, dont les branches courent entre les deux feuillettes du mésentère.

La *Petite mésentérique* ou *Mésaraïque postérieure* commence près de l'anus, au-dessus du rectum, et vient entre les lames du second mésentère se réunir à la veine splénique, au niveau de la terminaison de la grande mésentérique.

La *Veine splénique* est un énorme canal qui suit le trajet de l'artère du même nom. Elle commence à l'estomac par des branches anastomosées, c'est-à-dire communiquant entre elles, et qui sont contenues dans l'épaisseur de l'épiploon spléno-gastrique. Elle a en outre pour affluents d'autres rameaux venant de l'estomac, de la rate et de l'épiploon lui-même.

Ces trois veines se réunissent à la région sous-lombaire, pour former l'unique tronc de la *Veine porte*. Ce tronc se dirige ensuite en avant, au-dessous de la veine cave, et vient se loger dans la grande scissure postérieure du foie. De là il se divise en plusieurs branches portant le nom de *Veines sous-hépatiques*, qui se ramifient dans l'intérieur de la glande d'après les dispositions que nous avons fait connaître en décrivant le foie.

En sortant des acini, les veinules se réunissent de proche en proche pour donner naissance à des branches qui sortent du tissu propre du foie, pour aller se jeter dans le tronc de la veine cave postérieure à son passage dans la scissure antérieure.

Ces branches terminales du système de la veine porte sont les *Veines sus-hépatiques*, par lesquelles, en conséquence, le sang chargé des matériaux pris dans le tube

digestif arrive dans la circulation générale, après avoir laissé dans le foie ceux qui étaient nécessaires pour former la bile.

Le système de la veine porte représente donc exactement un arbre véritable, ayant ses racines, son tronc et ses branches, ces dernières étant toutefois bien moins multipliées et moins étendues que les racines.

4. — Rate.

Définition. — La rate a été longtemps considérée comme une annexe de l'appareil digestif. En réalité, c'est plutôt un ganglion sanguin, puisqu'elle n'est en communication qu'avec l'appareil de la circulation sanguine.

Forme et situation. — C'est une masse aplatie, de forme variable selon les genres d'animaux, falciforme chez les Équidés, elliptique chez les autres, de couleur grisâtre, bleuâtre ou violacée. Dirigée de haut en bas et d'arrière en avant, elle est située à droite dans la région diaphragmatique de l'abdomen, suspendue par deux replis du péritoine entre les lombes et la grande courbure de l'estomac des Équidés et des Suidés, et de la caillette des Bovidés et des Ovidés.

Structure. — Entourée d'une capsule de tissu conjonctif fibreux tapissée par le péritoine, la rate présente à l'intérieur de nombreuses travées conjonctives circonscrivant des lacunes veineuses remplies de sang dans un état de consistance particulière, qui lui a fait donner le nom de *boue splénique*. De ces lacunes partent des racines veineuses qui, en se réunissant, vont aboutir à la veine splénique. L'artère splénique, venant de l'aorte postérieure, lui amène du sang artériel.

Fonction. — La fonction de la rate n'est pas encore connue. Malassez et Picard ont constaté toutefois que le sang de la veine splénique contient beaucoup plus de globules rouges que celui de l'artère.

5. — Système capillaire.

Définition. — Entre le système artériel et le système veineux, il existe un groupe de vaisseaux appelés capillaires à cause de leur diamètre comparable à celui d'un cheveu. Ces vaisseaux, avec lesquels les branches terminales des artères ou artérioles, et les racines des veines, ou veinules, sont en communication, forment des réseaux à mailles plus ou moins serrées et diversement disposées, dans l'intérieur desquelles les éléments anatomiques des tissus sont groupés. Ces réseaux capillaires, dans leur ensemble, forment un véritable canevas pour les organes.

Structure. — La structure des capillaires n'est ni celle des artères ni celle des veines. Ces petits vaisseaux sont pourvus d'une tunique musculaire annulaire constituée par des fibres cellulaires, d'autant plus forte, relativement, qu'ils sont d'un plus petit diamètre. Leur lumière se rétrécit quand cette tunique se contracte ; elle s'agrandit lorsqu'il y a relâchement ou dilatation.

6. — Système lymphatique.

Définition. — Ce système est composé de vaisseaux et de ganglions. Les vaisseaux lymphatiques, dits vaisseaux blancs, sont analogues aux veines. Les divisions radicales, qui partent des lacunes du tissu conjonctif, et non des capillaires, en sont seulement beaucoup plus nombreuses, chaque vaisseau veineux étant habituellement accompagné de plusieurs vaisseaux lymphatiques. Ceux des intestins ont été appelés *Chylifères*.

Ganglions. — Ces vaisseaux viennent aboutir sur beaucoup de points du corps à des ganglions. Ces ganglions lymphatiques sont des corps arrondis, bosselés, d'un volume variable, qui semblent être des centres pour autant de départements du système. Leur intérieur, constitué par des travées conjonctives, présente des lacunes remplies par des cellules lymphatiques.

Forme et dispositions. — La forme des lymphati-

tiques est, comme celle des veines, cylindrique et noueuse. Les nodosités en sont beaucoup plus rapprochées, en raison du plus grand nombre des valvules. La capacité intérieure du système lymphatique, malgré le nombre considérable des vaisseaux qui le composent, n'est peut-être pas plus grande que celle du système veineux, ces vaisseaux étant chacun beaucoup moins volumineux que la veine correspondante. Leurs parois sont minces et transparentes.

Réservoir sous-lombaire. — Les lymphatiques des membres postérieurs aboutissant aux ganglions inguinaux, ceux de la cavité pelvienne et des muscles qui l'entourent, ceux de la cavité abdominale et des viscères abdominaux, interrompus dans leur cours par des ganglions très nombreux, viennent s'ouvrir dans une cavité spéciale située dans la région sous-lombaire, au-dessus de l'aorte et de la veine cave postérieure, au niveau de la naissance de l'artère grande mésentérique.

Vers ce même point viennent converger les lymphatiques partis de la moitié gauche de la tête, du cou et du thorax, et aussi du membre antérieur gauche.

On peut donc dire que tous les vaisseaux blancs de l'économie convergent vers la région sous-lombaire, à l'exception de ceux du membre antérieur droit et de la moitié droite de la tête, du cou et du thorax.

Ce renflement ou *Réservoir sous-lombaire*, encore appelé *Citerne de Pecquet*, est divisé, à l'intérieur, par des lamelles, en plusieurs compartiments incomplets. Il est d'un volume et d'une forme très variables.

Canal thoracique. — A ce réservoir succède un tube relativement fort étroit et d'un volume irrégulier, appelé *Canal thoracique*, qui pénètre dans la cavité thoracique entre les piliers du diaphragme, et vient s'ouvrir dans la veine cave antérieure, au point de jonction des deux jugulaires. A sa terminaison, le canal thoracique forme une ampoule, moins volumineuse et moins irrégulière que le réservoir. L'orifice, qui est quelquefois double, est muni de valvules.

Grande veine lymphatique. — Les vaisseaux lymphatiques du côté droit de la tête, de l'encolure, du

membre et de la paroi thoracique du même côté, viennent tous converger vers des ganglions situés à droite de l'entrée de la poitrine. Ces ganglions sont le réservoir du liquide que charrient les vaisseaux. De là part le second canal collecteur du système.

Ce canal, appelé *Grande veine lymphatique*, bien qu'il soit fort court, pénètre dans l'intérieur du thorax et vient s'ouvrir dans le golfe des jugulaires par un orifice muni de valvules.

Lymphhe. — Considérée dans les vaisseaux du système périphérique et dans les chylières d'un sujet qui n'a pas reçu d'aliments depuis un certain temps, la lymphhe est un liquide transparent, légèrement jaunâtre, qui se coagule spontanément en dehors des vaisseaux. Elle contient de l'eau, des globules blancs ou leucocytes, de l'albumine, de la fibrine, du sucre et des sels. La proportion d'eau est en moyenne de 925 pour 1000.

7. — Thyroïde et thymus.

Définitions. — Le corps thyroïde est constitué par deux lobes ovoïdes de couleur brune et rougeâtre, situés en dessous du larynx, sur les côtés des deux premiers cerceaux de la trachée.

Le thymus, corps lobulé de couleur blanche rosée, est situé à la face inférieure de la trachée, partie en dehors et partie en dedans de la cavité thoracique, entre les deux lames du médiastin antérieur.

Le corps thyroïde est un organe permanent dont la fonction n'est pas encore bien connue, tandis que le thymus est seulement transitoire. Il disparaît par résorption dans les premiers mois de la vie. Chez les Bovidés, il est connu sous le nom de *Ris de veau*.

Structure. — Les deux organes dont il s'agit sont constitués principalement par des éléments lymphatiques soutenus par du tissu conjonctif. C'est pourquoi nous les rattachons ici au système lymphatique, sans insister davantage sur leur description, qui n'a aucune importance pour les études zootechniques.

8. — Circulation du sang.

Mécanisme. — Pour expliquer clairement le mécanisme de la circulation du sang, il faut supposer que le mouvement commence par la systole du cœur dans l'appareil rempli et au repos. La figure 59 représente le schéma du système circulatoire, dans lequel les deux moitiés du cœur sont séparées et indépendantes. La direction des flèches indique le sens de la circulation.

Prenons donc les cavités des deux cœurs en état de diastole, c'est-à-dire pleines de sang. La première systole se produit ; les deux cœurs se contractent, et voici ce qui arrive simultanément dans les deux systèmes pulmonaire et général.

Du côté du cœur droit AB, le sang veineux, chassé vers la base, presse sur les valvules placées aux deux orifices ; celles de l'orifice auriculo-ventriculaire, qui agissent de

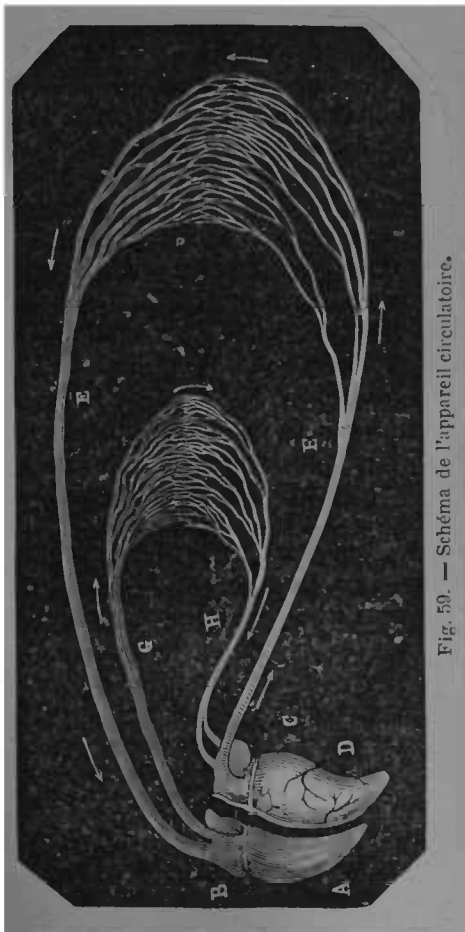


Fig. 59. — Schéma de l'appareil circulatoire.

bas en haut, se relèvent et ferment cet orifice. Le sang veineux, ne trouvant pas d'issue par là, s'engage dans l'orifice de l'artère pulmonaire, dont les valvules se relèvent pour lui livrer passage.

L'artère pulmonaire G conduit ce liquide jusqu'aux capillaires, jusqu'aux vésicules du poumon, où s'opère sa transformation en sang artériel, ou ce qu'on appelle son hématoze.

Du côté du cœur gauche CD, les mêmes phénomènes se produisent aux orifices ; le sang artériel que contient le ventricule gauche, ne pouvant refluer vers l'oreillette, franchit l'orifice aortique, et il est ainsi lancé dans le conduit aortique, représenté par E, jusqu'à l'extrémité des divisions du système artériel général.

L'effet de la systole des ventricules étant épuisé, le cœur revient au repos par un mouvement de diastole. Alors les oreillettes vident leur contenu dans les ventricules par l'abaissement des valvules auriculo-ventriculaires, en partie sous l'influence de la pesanteur et en partie par leur propre contraction. Elles se remplissent de nouveau du sang venu des veines caves F pour la droite, et des veines pulmonaires H pour la gauche.

Le même phénomène d'abaissement des valvules des orifices pulmonaire et aortique s'oppose, au contraire, en raison de leur disposition, au reflux du sang dans les ventricules par ces deux orifices.

Lors de la diastole ventriculaire, le sang est donc mis en mouvement vers les ventricules, dans les oreillettes, et de proche en proche dans tout le système veineux ; par la systole, il est chassé dans le système artériel, où la colonne fluide rebondit de manière à produire, lors de chaque ondée, ce mouvement élastique du vaisseau qu'on appelle le *pouls*, et qui correspond exactement à chaque battement du cœur.

En outre des mouvements du cœur, la circulation sanguine est secondée, dans toute l'étendue des deux systèmes, par l'élasticité même des parois des vaisseaux et par les valvules qui existent dans l'intérieur des veines.

Durée de la révolution du sang. — En considérant

l'étendue du système circulatoire, on aurait peine à se douter du peu de temps qu'il faut pour que le sang y fasse sa révolution complète, c'est-à-dire pour qu'une parcelle déterminée de ce sang, partant du ventricule gauche, revienne au ventricule droit.

Des expériences bien faites ont démontré que la durée moyenne d'une révolution circulatoire est égale, chez les grands mammifères, au temps pendant lequel le cœur exécute 26 ou 28 battements. Or, la quantité du sang en circulation et le nombre des battements du cœur, dans un temps donné, étant en raison inverse de la taille, il en résulte que le temps nécessaire pour la révolution est d'autant plus court que l'animal est plus petit.

Il en faut conclure que chez les animaux domestiques les plus gros, le sang a parcouru tout le système circulatoire en une demi-minute environ.

9. — Nutrition, travail musculaire et calorification.

Principes fondamentaux. — Laissant de côté l'origine première des choses, dont la préoccupation n'est pas scientifique, nous devons constater d'abord que tous les phénomènes naturels, physiques, chimiques ou biologiques, sont sous la dépendance de deux principes dont la découverte est assurément la plus grande conquête de la science moderne. Le premier, dû à notre immortel Lavoisier, est celui de la conservation ou de l'indestructibilité de la matière. Quelques changements de forme ou d'état qu'elle subisse, son poids initial se retrouve dans les produits de la décomposition ou de la recombinaison des corps qui la **représentent**. C'est l'emploi de la balance, dans l'étude des phénomènes chimiques, qui a révélé ce principe fondamental.

Le second, dont Carnot a eu le premier la notion nette, et qui a ensuite été deviné par Mayer, de Heilbronn, est celui de la conservation de l'énergie. Ce second principe, étudié, calculé par les plus grands esprits dans le courant de ce siècle, a servi de point de départ ou de base à la théorie **mécanique de la chaleur**, à la **thermodynamique**,

en dehors de laquelle il n'y a plus moyen d'expliquer aucun phénomène naturel.

La matière ne se peut pas plus concevoir séparée de l'énergie que l'énergie indépendante de la matière. De celle-ci l'énergie est l'attribut ou la propriété nécessaire. Toute mutation de matière s'accompagne nécessairement d'une manifestation d'énergie sous l'un des aspects connus de chaleur, d'électricité, de lumière ou de travail mécanique. La théorie dynamique montre que tous ces modes de manifestation de l'énergie sont réductibles les uns en les autres par voie d'équivalence. Pour l'énergie comme pour la matière, rien ne se crée ni ne se détruit ; tout se transforme continuellement. Il y a donc dans l'univers une quantité déterminée de matière et une quantité déterminée d'énergie.

La science moderne a montré que cette énergie, sous ses divers modes, est caractérisée essentiellement par des mouvements vibratoires des dernières particules des corps, mesurables en les rapportant à des unités convenues, dont celles qui nous intéressent ici directement sont la calorie et le kilogrammètre. La première, la *calorie*, est la quantité de chaleur nécessaire pour élever d'un degré centigrade la température d'un kilogramme d'eau ; la seconde, le *kilogrammètre*, est la quantité d'énergie nécessaire pour élever à la hauteur d'un mètre le poids d'un kilogramme. D'après les calculs de Joule, la calorie en contient assez pour produire, en se transformant, un travail de 425 kilogrammètres. Ce nombre 425 est l'équivalent mécanique de la chaleur.

Par rapport à nous, la source commune de l'énergie est dans le soleil, centre vers lequel gravitent et autour duquel se meuvent toutes les planètes du système dont nous faisons partie. La chaleur solaire est indispensable à l'organisation de toutes les matières qui nous intéressent. C'est sous son influence directe que les végétaux s'assimilent les matières minérales et les rendent ainsi, sous leur nouvelle forme, assimilables par les animaux pour en constituer, sous la même influence, des combinaisons plus complexes et animées d'une plus forte quantité

d'énergie. Entre le règne minéral et le règne animal, le règne végétal est donc un intermédiaire indispensable, qu'il s'agisse de matières solides, liquides ou gazeuses, dont la capacité calorifique ou dynamique est déterminée.

L'énergie dont disposent les êtres vivants est ainsi toujours de source extérieure. Elle leur vient par les aliments solides, liquides ou gazeux, qui l'ont empruntée à la source commune. Tout ce qui entre au corps animal se retrouve tôt ou tard sous un mode quelconque : les substances matérielles, dans les déjections solides, liquides ou gazeuses, ou bien dans les tissus et les fluides de l'organisme, sous forme d'accroissement de poids ; l'énergie, sous la modalité du travail ou sous celle de la chaleur mesurable au calorimètre. Il ne peut plus, dans l'état actuel de la science, être question de la force vitale de nos devanciers. Les phénomènes des corps vivants se présentent à nous sans doute avec des modalités particulières, qui constituent les lois biologiques, mais ils n'en sont pas moins sous la domination des deux principes fondamentaux exposés plus haut.

On nomme *énergie actuelle* celle qui se manifeste comme chaleur ou comme lumière ; *énergie potentielle*, celle qui peut déplacer les corps dans l'espace, comme la gravitation, ou changer la situation des dernières particules des corps réagissant les uns sur les autres, pour former des combinaisons nouvelles. L'énergie potentielle produit du travail moteur ou du travail moléculaire, dit travail chimique. L'énergie actuelle produit de la chaleur ou de la lumière. Ces deux énergies se transforment par équivalence. La chaleur donne du travail, et le travail donne de la chaleur.

Berthelot (1) a montré que les combinaisons chimiques se divisent à cet égard en deux groupes nettement distincts.

Le premier comprend celles dans la formation directe

(1) BERTHELOT, Nouvelles recherches de thermochimie. *Annales de chimie et de physique*, 2^e série, t. XVIII, p. 5-202, 1869.

desquelles les corps constituants, qui se trouvent à l'état libre, se combinent avec dégagement de chaleur. Elles sont qualifiées d'*exothermiques*. Le second groupe comprend les combinaisons dans la formation desquelles il y a nécessairement une absorption de chaleur. Elles sont dites *endothermiques*.

Dans le travail des cellules de l'organisme animal, ce sont seulement ces dernières combinaisons qui peuvent se former, comme nous le verrons. Examinons d'abord, sous le bénéfice de ces principes fondamentaux de la science moderne, le milieu intérieur, selon l'heureuse expression de Claude Bernard, dans lequel elles se produisent.

Sang. — Le sang, contenu dans l'appareil circulatoire, est un liquide de couleur rouge plus ou moins foncé chez les vertébrés, qui a la propriété de se coaguler ou de se prendre en masse lorsqu'il reste en repos. Cette masse est appelée *caillot*. Elle est uniformément rouge brun pour le sang de la plupart des animaux qui nous intéressent : pour celui des Équidés, elle se sépare ordinairement en deux parties superposées, l'une inférieure, dite *caillot noir*, l'autre supérieure, appelée *caillot blanc*. Il s'en échappe bientôt une partie liquide, de couleur citrine, dans laquelle les caillots contractés finissent par nager. C'est le *sérum sanguin*, ou le *plasma*.

Le sang contient des éléments figurés en suspension dans l'eau qui en forme la base, et des éléments colloïdes ou cristalloïdes, à l'état de diffusion ou de dissolution. Il doit donc être étudié au double point de vue histologique et chimique.

Les éléments figurés sont :

1^o Les *globules rouges*, encore appelés *hématies*, petits disques régulièrement circulaires chez les quatre genres d'animaux que nous étudions, renflés sur leurs bords et paraissant conséquemment déprimés à leur centre. Sur le champ du microscope, ils se montrent parfois isolés, vus à plat et obliquement, parfois empilés à la manière des pièces de monnaie. Leur diamètre varie de 0^m^m005 à 0^m^m008. Leur nombre varie aussi beaucoup suivant les

individus. Malassez en a le premier fait la numération. Par millimètre cube de sang, il en a trouvé chez l'homme en moyenne 5 millions. Ce sont ces globules qui, en se précipitant lorsque le sang est au repos, donnent sa coloration au caillot noir.

Les globules rouges sont constitués par une matière albuminoïde spéciale appelée *globuline*, et par une matière cristalloïde colorée en rouge, qui est l'*hémoglobine*, contenant du fer et du manganèse. Cette matière se combine instantanément avec l'oxygène, mais la combinaison est très instable. Sa tension de dissociation est considérable. A la température du corps, l'*oxyhémoglobine* abandonne la totalité de son oxygène avec la plus grande facilité dans la pompe à gaz. (P. Bert.) L'oxyde de carbone le déplace entièrement. C'est à elle que les globules rouges doivent leur fonction, qui est de prendre l'oxygène dans le poumon, de le transporter vers toutes les parties du corps, et de le céder aux éléments anatomiques pour l'accomplissement de leurs réactions nutritives. Ces globules sont donc, dans l'organisme, les véritables convoyeurs de l'oxygène, ou plutôt de l'énergie dont il est animé. On comprend facilement, d'après ce qui vient d'être dit, que la capacité respiratoire du sang soit proportionnelle à sa richesse en globules rouges.

2° Les *globules blancs*, venant de la lymphe et appelés encore *leucocytes*. Ces globules ne sont pas autre chose que des cellules lymphatiques, telles que nous les avons décrites. On sait que leur forme est sphérique. Leur volume est très variable. Quelques-uns descendent jusqu'à un diamètre de 0^{mm}004 à 0^{mm}006, mais la plupart sont beaucoup plus grands que les globules rouges. Leur nombre est toujours bien inférieur à celui de ces derniers. Il y a environ un globule blanc pour 350 à 500 globules rouges.

3° La *fibrine*, matière albuminoïde diluée dans le plasma sanguin. Elle a la propriété de former, dans le sang au repos, un réticulum de filaments élastiques, qui emprisonne les globules et constitue ainsi le caillot. Lorsqu'on agite du sang dans un vase fermé ou quand on le bat

avec un faisceau de verges, la fibrine se prend en masse irrégulière, et quand elle en est séparée, ce sang reste fluide. C'est la prise spontanée de la fibrine qui est le phénomène de la coagulation du sang.

Les éléments figurés du sang sont en suspension dans le *sérum*, constitué par l'albumine plus ou moins étendue d'eau, qui contient en dissolution des matières nombreuses et variées, parmi lesquelles se rencontrent toujours :

1° Le *glycogène* et le *sucré de raisin* ou *glycose* ;

2° L'*urée*, les *acides urique* (carnassiers) ou *hippurique* (herbivores), la *créatine*, la *créatinine* et autres dérivés de l'albumine formant la série urique ;

3° Les *sels minéraux*, qui sont à base de soude, de potasse, de chaux, de magnésie et de fer, et dont les acides du chlore, du soufre et du phosphore déterminent l'espèce ; le chlorure de sodium en représente la plus forte part ; les phosphates viennent après ;

4° L'*acide carbonique*, qui, avec l'oxygène des globules, forme les gaz du sang.

Les proportions de ces diverses matières dans le sang sont extrêmement variables. Il est le siège de continuelles mutations, de continuels échanges entre ses matériaux et ceux des éléments anatomiques des tissus. Le sang d'un vaisseau n'est jamais complètement identique à celui d'un autre vaisseau ; il ne l'est même point dans un seul et même vaisseau à de faibles distances, sur son parcours, à plus forte raison chez les individus différents. Les analyses quantitatives ne peuvent donc donner que des moyennes sans valeur. Chacune ne vaut que pour le cas considéré. C'est pourquoi nous nous abstenons de reproduire ici celles qui ont été données par les auteurs.

Le sang se présente sous des aspects différents, selon les vaisseaux dans lesquels on le considère. Dans le cœur droit et dans les veines, il se montre avec une couleur d'un rouge sombre, qui est celle du *sang veineux*. Dans le cœur gauche et les artères, il est d'un rouge rutilant. Sous cette couleur, il est appelé *sang artériel*. Sous les deux aspects, sa composition quantitative ne diffère point, sauf en ce qui concerne les gaz.

D'après les analyses de Nawrocki, 100 volumes de sang de mouton contiendraient :

| | Sang artériel. | Sang veineux. |
|---------------------------|----------------|---------------|
| Acide carbonique | 34,40 | 34,50 |
| Oxygène | 8,13 | 4,13 |
| Azote. | 1,36 | 2,53 |
| Mélange gazeux total..... | 43,89 | 41,16 |

Sur 100 volumes de sang de cheval, Gréhant a trouvé :

| | Sang artériel. | Sang veineux. |
|---------------------------|----------------|---------------|
| Acide carbonique..... | 8,23 | 7,30 |
| Oxygène | 3,14 | 1,47 |
| Azote. | 1,15 | 2,35 |
| Mélange gazeux total..... | 12,52 | 11,12 |

On voit par ces deux exemples, qui montrent d'ailleurs suffisamment les variations absolues dont nous avons parlé plus haut, que le sang artériel ne se distingue du sang veineux que par la proportion toujours plus forte d'oxygène qu'il contient. La proportion d'acide carbonique est tantôt plus forte et tantôt plus faible que dans le sang veineux. Elle n'a donc rien de caractéristique.

En traversant les capillaires du poumon, le sang veineux perd de l'acide carbonique, et ses globules rouges prennent de l'oxygène, qu'ils perdent ensuite en partie dans leur passage par les capillaires de la circulation générale. L'oxydation de l'hémoglobine dans le poumon lui fait acquérir la coloration rouge rutilant qui caractérise physiquement le sang artériel et qui est celle de l'*oxyhomoglobine*, tandis que la couleur de l'hémoglobine est le rouge foncé. C'est le phénomène anciennement connu sous le nom d'*hématose*. Il n'a sûrement point la signification qu'on lui accordait, puisque l'oxyde de carbone, qui a une action toxique, le produit comme l'oxygène, et peut-être même à un degré encore plus élevé.

La richesse du sang en oxygène, proportionnelle à sa richesse en globules rouges, est donc nécessairement très

variable. Quant à sa richesse en acide carbonique, dans les conditions normales d'une respiration régulière, elle est absolument dépendante de l'intensité des actions nutritives et relativement des facilités de l'élimination, qui sont aussi très variables.

Comme il n'y a, contrairement à ce qu'admettent encore la plupart des physiologistes, aucun rapport fixe entre l'introduction de l'oxygène et l'élimination de l'acide carbonique, la première étant affaire de combinaison avec l'hémoglobine et la seconde une simple diffusion dans l'atmosphère ambiante, on conçoit parfaitement que les proportions des deux gaz dans la masse sanguine n'aient rien de constant.

La quantité totale du sang varie entre 0,02 et 0,07 du poids du corps.

Nutrition. — Pour bien comprendre les réactions nutritives, qui toutes sont de l'ordre chimique, il convient de se rappeler d'abord que chaque cellule de l'organisme doit être considérée comme un individu distinct. Cet organisme entier n'est pas autre chose qu'une véritable association de cellules groupées de diverses façons. L'association est plus ou moins nombreuse, plus ou moins complexe, suivant le degré qu'occupe le type sur l'échelle animale.

Chacun de ces individus cellulaires jouit de tous les attributs de l'être vivant. Il naît et il se développe en accroissant son protoplasma et en prenant des formes spéciales au tissu dont il fait partie; une fois sa croissance achevée, il s'entretient, puis il dépérit progressivement et meurt.

Pour croître et s'entretenir ensuite, il lui faut des matériaux. Il les reçoit du sang. Le sang cependant ne baigne point les éléments anatomiques. Il en est séparé par les parois des capillaires placés comme lui dans une lacune du vaste sac lymphatique représenté par le tissu conjonctif. Au travers des parois, qui font ainsi l'office de véritables dialyseurs, il se produit un échange continuuel entre le plasma sanguin et le corps cellulaire. Ce dernier cède les cristalloïdes résultant de son travail, et reçoit les

colloïdes nécessaires à son accroissement ou à sa reconstitution partielle. Le travail cellulaire a pour conséquence forcée une mutation de matière, un nouveau groupement des molécules, qui change leurs propriétés et qui s'accomplit conformément à l'une des deux lois des combinaisons chimiques posées plus haut d'après Berthelot.

Le mouvement à la suite duquel le protoplasma cellulaire s'approprie les matériaux venant du plasma sanguin est connu depuis longtemps sous le nom d'*assimilation* ; le mouvement inverse, par lequel les matériaux usés ou ayant accompli leur fonction repassent dans le sang pour être éliminés, est appelé *désassimilation*. Ces termes vagues ne donnent plus une idée suffisante des faits. Ils sont trop généraux. Nous devons pénétrer plus avant dans la connaissance des échanges d'éléments qui s'opèrent.

Dans l'organisme, le protoplasma des cellules est en perpétuel renouvellement. Rien n'y est permanent, si ce n'est la forme ou le type de chaque élément anatomique.

Des principes immédiats constituants, quelques-uns sont communs aux végétaux et aux animaux, et se trouvent ainsi tout formés dans le sang qui les a reçus des aliments ; d'autres sont des produits d'élaboration animale : les aliments n'en fournissent que les matériaux ; d'autres enfin, bien qu'appartenant au premier groupe, peuvent aussi être rangés dans le second, l'organisme animal jouissant, comme l'organisme végétal, de la faculté de les élaborer.

Le protoplasma cellulaire reçoit du plasma sanguin l'albumine, la fibrine, les matières grasses, le glycogène, le glycose, les matières minérales ; de l'oxyhémoglobine lui vient l'oxygène. Toutes les substances solides y pénètrent à la faveur de ses mouvements amiboïdes. C'est ainsi que la cellule s'accroît ou s'entretient par une addition continue de matière, selon qu'elle est jeune ou adulte, et proportionnellement à la richesse du sang.

Pour certaines d'entre elles, notamment l'albumine et le glycose, il se produit dans le protoplasma de quelques éléments anatomiques spéciaux des réactions qui leur

font subir des modifications et donnent ainsi naissance à de nouveaux principes immédiats. Nous en connaissons déjà des exemples dans les glandes salivaires, dans l'estomac et dans l'intestin, pour la diastase, la pepsine et le ferment intestinal, qui sont des principes albuminoïdes. Nous en connaissons un autre pour la substance des muscles. Nous en verrons encore plus tard pour la caséine, également albuminoïde, et pour le lactose, qui se trouve dans le lait.

Les matières grasses peuvent provenir toutes formées, et elles proviennent effectivement, en partie du plasma sanguin. Elles y sont présentes, introduites par les aliments, où elles ne manquent jamais. Longtemps on a cru que les animaux les recevaient ainsi entièrement des végétaux, et qu'ils étaient eux-mêmes dénués de la propriété de les élaborer. Les doutes sont nés sur ce sujet à partir des recherches de Dumas et Milne Edwards (1), et de Lacaze-Duthiers et Riche (2), sur des insectes. Mais après celles de Persoz (3) et de Boussingault (4), il n'a plus été possible d'hésiter.

Persoz a constaté que des oies nourries avec du maïs dégraissé par l'éther avaient accumulé en vingt-huit jours 1,068 gr. de graisse; qu'une autre nourrie dans le même temps avec du maïs non dégraissé, et ayant reçu ainsi 1,120 gr. de graisse, en avait accumulé 2,045 gr. Boussingault, de son côté, a répété l'expérience. Les oies, qu'il a également nourries avec du maïs durant trente-un jours, recevaient par jour en moyenne 27 gr. de graisse; elles en ont accumulé en moyenne 44^{gr} 4. De cette graisse, 17^{gr} 4 au moins ont donc dû être formés aux dépens des autres principes immédiats nutritifs, comme dans les cas

(1) DUMAS et MILNE-EDWARDS, Note sur la production de la cire des abeilles. *Ann. des sciences nat.*, 1843, t. XX, p. 174.

(2) LACAZE-DUTHIERS et RICHE, Recherches sur l'alimentation des larves gallicoles. *Comptes-rendus*, 1853, t. XXXVI, p. 998.

(3) *Comptes-rendus*, 1844, t. XVIII, p. 245.

(4) *Ann. de chimie et de physique*, 3^e série, 1845, t. XIV, p. 410, et 3^e série, t. XXIV, p. 420.

de Persoz. Quels sont ces éléments? Là était la question.

En Allemagne, Pettenkofer et Voit avaient fait admettre que les graisses animales résultent de la combustion partielle de l'albumine. La partie comburée aurait donné de l'acide carbonique, de l'eau, de l'urée, et il serait resté de la graisse. D'après un calcul de Henneberg, 100 d'albumine auraient donné ainsi 51,4 de graisse.

Avec les faits connus, il a été facile de démontrer l'impossibilité de la transformation dont il s'agit. En effet, les oies de Persoz, citées plus haut, qui ont formé 1,068 gr. de graisse, avaient reçu seulement par leur alimentation 1,400 gr. de protéine. D'après l'hypothèse, elles n'auraient dû en produire au plus que 719^{gr}6. Celles de Boussingault ont reçu en tout 973^{gr}40 de protéine brute. Elles ont formé 1^k377 gr. de graisse, c'est-à-dire un plus fort poids que celui de la protéine. En admettant la théorie allemande, il faudrait donc qu'elles eussent créé de la matière. Et encore nous supposons gratuitement que la totalité de la protéine brute était digestible et a été digérée.

En outre, les faits d'engraissement des grands animaux sont encore, sous ce rapport, bien plus significatifs, sans qu'il soit besoin d'invoquer les expériences négatives qui ont été faites, notamment celles de Tchirwinsky.

En vérité, l'on ne comprend pas comment une hypothèse si compliquée, aujourd'hui abandonnée d'ailleurs, même par ses auteurs, avait pu se présenter à l'esprit des expérimentateurs allemands, alors qu'il était si simple et si plausible, dans l'état actuel de la chimie, d'attribuer la formation de la graisse, dans l'organisme animal, à un processus de synthèse aux dépens des hydrates de carbone fournis en si grande abondance par l'alimentation.

La question, du reste, n'est point soluble directement par l'expérimentation physiologique. On peut ajouter qu'elle n'a d'ailleurs pas d'intérêt pratique, car nous savons qu'il n'est possible de nourrir exclusivement un animal ni avec de la protéine, ni avec des hydrates de carbone. Les deux sont également indispensables, dans des proportions déterminées. Mais hypothèse pour hypo-

thèse, il est clair que celle qui fait dériver la graisse des hydrates de carbone était la seule vraisemblable, étant donnée la connaissance que nous avons de la synthèse des corps gras telle qu'elle se réalise dans le laboratoire.

Secrétions. — Entre les phénomènes de *secrétion*, qui constituent la fonction spéciale des glandes, et ceux de nutrition proprement dite, la différence consiste seulement en ce que ces phénomènes se passent dans les épithéliums spéciaux, dits sélecteurs, dont la disposition caractérise ces glandes. Ils fonctionnent d'autant plus activement que la tension du sang, dans les vaisseaux de la glande, est plus forte. Quant aux différences caractéristiques des produits de leur fonctionnement, dans l'état actuel de la science, nous en ignorons absolument la raison.

Travail musculaire et calorification. — Lorsque Lavoisier découvrit la théorie de la combustion, il fut naturellement conduit à en étendre l'application à la physiologie. Le poumon fut dès lors considéré comme un foyer de combustion, dans lequel l'oxygène de l'air, en se combinant avec le carbone et l'hydrogène du sang, produisait l'acide carbonique et l'eau, qui s'éliminent par la respiration, et dégageait la chaleur, qui entretient la température animale.

Cette conception, frappante par sa simplicité, a été durant longtemps la seule adoptée. Mais, d'un côté, la découverte de l'hémoglobine et de son rôle physiologique, et, de l'autre, la constatation par Claude Bernard de ce fait que le sang, en traversant le poumon, au lieu de s'échauffer, perd de la chaleur, durent y faire renoncer. On admit qu'au lieu de se passer seulement dans le poumon, l'oxydation se produisait dans les capillaires de toutes les parties du corps, où l'oxygène était porté par les globules rouges. L'idée fondamentale de Lavoisier restait intacte. La chaleur animale avait toujours sa source dans la combustion; seulement le foyer de cette combustion était partout, et non pas localisé dans le poumon. La respiration devenait purement et simplement une « combustion organique », et les phénomènes calorifiques de l'orga-

nisme étaient le résultat des « combustions respiratoires ».

Rien de plus facile, d'après cela, que de calculer les quantités de chaleur dégagées dans cet organisme. Il suffisait de connaître les chaleurs de combustion des substances qui en font partie. Frankland d'abord, et plusieurs autres après lui, Stohmann, Max Rübner, etc., les ont déterminées. Les résultats des recherches de Frankland sont consignés dans le tableau suivant :

| SUBSTANCES. | CALORIES | | | | |
|------------------------|----------|-------|-------|-------|-----------|
| | 1. | 2. | 3. | 4. | Moyennes. |
| Chair de bœuf..... | 5,174 | 5,062 | 5,195 | 5,088 | 5,103 |
| Albumine épurée..... | 5,009 | 4,987 | — | — | 4,998 |
| Graisse de bœuf..... | 9,069 | — | — | — | 9,069 |
| Acide hippurique..... | 5,330 | 5,437 | — | — | 5,383 |
| Acide urique..... | 2,645 | 2,585 | — | — | 2,615 |
| Urée..... | 2,121 | 2,302 | 2,207 | 2,197 | 2,206 |
| Sucre de canne..... | 3,348 | — | — | — | 3,348 |
| Farine de froment..... | 3,941 | — | — | — | 3,941 |

Plusieurs nombres de ce tableau ont été rectifiés par les recherches ultérieures. Mais Berthelot (1) a fait voir que ces choses ne sont pas tout à fait aussi simples. Il a fait remarquer que les animaux ne brûlent point du carbone libre et de l'hydrogène libre; qu'ils introduisent dans leur corps, sous forme d'aliments, des principes organiques très divers et très complexes, et dans lesquels l'état de combinaison des éléments est plus ou moins avancé; que d'autre part ils ne rejettent pas seulement de l'acide carbonique, mais aussi de l'eau, de l'urée et d'autres produits excrémentitiels complexes; que par conséquent on part d'une hypothèse inexacte en déduisant, à l'exemple de

(1) M. BERTHELOT, Leçon professée au collège de France sur la chaleur des êtres vivants. *Revue scientifique de la France et de l'étranger*, 1879, n° 1, 5 juillet, p. 6.

Lavoisier, de la comparaison de l'oxygène absorbé avec l'acide carbonique éliminé, le poids du carbone brûlé (équivalant à l'acide carbonique) et celui de l'hydrogène brûlé (équivalant à l'excès d'oxygène), en supposant que la production de l'acide carbonique et celle de l'eau ont dégagé la même quantité de chaleur que si elles avaient eu lieu au moyen du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène libres.

En outre, les phénomènes chimiques de l'organisme vivant ne sont pas seulement de l'ordre des réductions ou oxydations. Il s'y passe aussi des synthèses, des dédoublements, des hydratations et des déshydratations. Nous savons que, parmi ces processus, les uns s'accomplissent avec dégagement de chaleur et les autres avec absorption. Les derniers, complètement négligés par les physiologistes dans leurs calculs sur la chaleur animale, semblent avoir au contraire la plus grande importance.

En effet, remarque Berthelot, les substances alimentaires se rapportent à trois catégories générales : 1^o les substances grasses ; 2^o les hydrates de carbone ; 3^o les principes albuminoïdes. Or, les principes albuminoïdes sont des amides, et, comme tels, peuvent donner lieu à des phénomènes calorifiques tranchés, lors de leur hydratation avec dédoublement, ou de leurs déshydratations avec combinaison. Les hydrates de carbone, sucrés et analogues, etc. peuvent dégager de la chaleur par leurs seuls dédoublements, indépendamment de toute oxydation. Enfin les corps gras neutres peuvent aussi produire de la chaleur en se dédoublant et par la simple hydratation, comme il paraît arriver sous l'influence du suc pancréatique. C'est aussi une hydratation qui a lieu dans l'estomac lorsque les albuminoïdes se transforment en peptones, et il se dégage alors manifestement de la chaleur.

Sans entrer dans le détail des preuves chimiques, que l'on trouvera d'ailleurs dans la belle leçon de Berthelot, ainsi que la série des théorèmes qui les résument, on doit conclure avec lui que la chaleur développée par un être vivant, pendant une période quelconque de son existence,

accomplie sans le concours d'aucune énergie étrangère à celle de ses aliments (oxygène et eau compris), est égale à la chaleur produite par les métamorphoses chimiques des principes immédiats de ses tissus et de ses aliments, diminuée de la chaleur absorbée par les travaux extérieurs effectués par l'être vivant.

Il y a loin de là, comme on le voit, à l'idée généralement admise sur la source de la chaleur animale. Le dégagement de celle-ci est attribué aux combustions respiratoires exclusivement, et l'on a cru pouvoir le mesurer en tenant compte de l'oxygène absorbé et de l'acide carbonique éliminé. Pettenkofer et Voit, Zuntz et autres, ont fait sur ce sujet de nombreuses recherches et de nombreux calculs. Nous avons montré expérimentalement (1) que tous ces calculs s'appuient sur une base fautive.

Il n'y a aucun rapport nécessaire entre la quantité d'acide carbonique formée durant un temps déterminé et la quantité d'oxygène introduite par la respiration durant le même temps. La formation de l'acide carbonique dépend du travail des éléments anatomiques, travail chimique de nutrition ou travail musculaire. La quantité d'oxygène introduite dépend de la température, de la pression et du nombre des mouvements respiratoires ou de la fréquence de renouvellement du mélange gazeux contenu dans le poumon. Elle dépend aussi de la richesse du sang en hémoglobine.

On devait croire, conformément à la doctrine des combustions organiques, que la formation et l'accumulation de la graisse ne pouvaient manquer d'être inversement proportionnelles à l'intensité de ces prétendues combustions, qui, elles-mêmes, devaient être directement proportionnelles à l'oxygène introduit. On n'y a pas manqué en faisant les diverses théories de l'engraissement. Nous savions cependant que les animaux engraisés au plus haut degré ont le sang le plus riche en globules. Des recherches

(1) A. SANSON, Mémoire sur la source du travail musculaire et sur les prétendues combustions respiratoires. *Journal de l'anatomie et de la physiologie*, t. XIV, septembre-octobre 1880.

directes de P. Régnard (1) sur des sujets engraisés à l'excès l'ont confirmé de la façon la plus complète. Leur sang saturé d'oxygène en a dégagé plus que celui des autres animaux, et il contenait en effet plus d'hémoglobine. L'auteur en a conclu justement que leurs fonctions respiratoires sont beaucoup plus actives.

Cela étant, il est clair que les matériaux les plus combustibles ne sont point oxydés à mesure de leur introduction dans le sang, comme le prétendaient Pettenkofer et Voit, puisque les sujets dont les prétendues combustions respiratoires devraient être les plus actives sont précisément ceux qui accumulent le plus de graisse formée à leurs dépens. L'acide carbonique éliminé sans cesse et la chaleur qui entretient à peu près constante la température du corps ont donc d'autres sources, que nous allons voir en recherchant celle de l'énergie musculaire.

Il était on ne peut plus logique, en parlant de la doctrine des combustions respiratoires ou organiques, de considérer la machine animale comme une machine à feu. Le foyer de combustion, alimenté par la nourriture et par l'oxygène, dégage de la chaleur qui se transforme en travail selon son équivalent mécanique. Comme dans la machine à feu, il y a des produits gazeux qui s'en vont par la cheminée pulmonaire, et des cendres, qui sont les excréments. En mesurant au calorimètre la chaleur dégagée, en dosant les produits comburés, urée et acide carbonique, on devait pouvoir calculer les variations, et en rapprochant la chaleur dégagée du travail effectué, déterminer le rendement de la machine.

Des essais de calcul de ce genre ont été, en effet, tentés. Ils ont conduit à constater que ce rendement serait, pour la machine animale ainsi comprise, environ dix fois plus grand que celui de la machine à vapeur de même force. Une telle constatation aurait dû faire naître des doutes sur la théorie; non pas, bien entendu, sur le principe

(1) P. RÉGNARD, Recherches sur la capacité respiratoire du sang chez les animaux primés au concours général de 1880. *Annales de l'Institut national agronomique*, n° 3, 3^e année, 1878-1879.

fondamental de la thermodynamique, qui est inattaquable, mais bien sur la justesse de l'application qui en était faite au cas particulier. Mais l'idée était simple, séduisante.

Cette idée est cependant tout à fait inadmissible, pour cause d'impossibilité. La condition indispensable de la transformation de la chaleur en travail, telle qu'elle a été formulée par Carnot, manque dans la machine animale. « La chaleur qui se transmet d'un corps chaud à un corps froid peut seule, et en partie seulement, être transformée en travail (1). » Or, dans l'économie animale, toutes les parties sont sensiblement à la même température. Les différences qu'on observe, dans les muscles notamment, sont à peine mesurables avec les moyens dont nous disposons. D'un autre côté, il est connu que le travail musculaire augmente la température du sang, au lieu de la diminuer, comme cela devrait être si une partie de la chaleur dégagée se transformait en travail, ainsi que les choses se passent dans la machine à feu.

Quelle que fût la source de la chaleur animale, qu'il y eût ou non des combustions respiratoires, la calorimétrie ne pourrait donc point donner la mesure du travail musculaire par voie d'équivalence, contrairement à l'opinion de Pettenkofer et Voit, de Hirn et autres, qui ont calculé le fonctionnement de la machine animale d'après les bases qui conviennent pour la machine à feu. Elle travaille dans des conditions différentes. Ces conditions, nous les avons cherchées, et, croyons-nous, trouvées (2). Du reste, nous avons, en outre, démontré (3) qu'un cheval dont le travail extérieur journalier est de 2,000,000 kilogrammètres et qui suffit à ce travail en conservant son poids, ne reçoit par jour que la quantité d'aliments ca-

(1) CARNOT, *Réflexions sur la puissance motrice du feu et les machines propres à la développer*. In-8, 1824.

(2) A. SANSON, mémoire cité sur la source du travail musculaire, etc.

(3) *Ibid.* Travail musculaire et chaleur animale. *Revue scientifique*, 1887, t. I, p. 346.

pables de dégager, par leur combustion, 23,735 calories; que de cette somme de calories, 17,193 sont employées pour réparer les pertes dues au rayonnement du corps et pour mettre en équilibre de température avec celui-ci les aliments, les boissons et l'air inspiré; qu'il n'en resterait conséquemment plus que 6,582 pour être transformées en travail, soit intérieur, soit extérieur. Or, il est reconnu que la moitié de la ration alimente le travail intérieur ou entretient la machine. En fin de compte, il faudrait donc que le travail extérieur résultât de la transformation de 3,271 calories, ce qui porterait l'équivalent mécanique de la chaleur à 614 au lieu de 425, conclusion absolument inadmissible.

Le travail musculaire a pour conséquence une consommation des substances albuminoïdes, des hydrates de carbone et des matières grasses de l'économie. Lorsque l'équation n'est pas satisfaite entre l'énergie dépensée et l'énergie introduite par les aliments, le corps diminue de poids et s'amaigrit. Les principes immédiats ainsi détruits s'éliminent principalement sous les deux formes d'acide carbonique et d'urée, dont les quantités sont exactement proportionnelles à l'énergie dépensée en travail.

L'urée est, comme on sait, le produit ultime de la décomposition des albuminoïdes dans l'économie. Selon la doctrine des combustions respiratoires, on la considère comme un produit de réduction. Elle n'a toutefois jamais pu être obtenue d'une manière certaine par oxydation. Plusieurs auteurs, et notamment Fick et Vislicenus, ont prétendu que le travail musculaire n'en augmentait point la production. Les expériences sur lesquelles ils appuient leur opinion ne supportent pas l'examen, à raison des nombreuses causes d'erreur qu'elles comportent, au premier rang desquelles se trouve une trop courte durée. Il n'y a point de rapport nécessaire entre l'urée formée et l'urée éliminée dans le courant de vingt-quatre heures seulement. Parkes (1), en dosant l'urée d'une semaine, avait déjà obtenu des résultats contraires. Mais une re-

(1) *Proc. of the Roy. soc.*, 1867, n° 94.

cherche poursuivie durant une année à Hohenheim sur un cheval par Oskar Kellner (1), dans des conditions d'exactitude rigoureuse, a montré avec une évidence complète la relation directe entre l'urée produite et le travail musculaire effectué. Celui-ci a été mesuré au dynamomètre. En outre, avec les diminutions corrélatives du travail et de l'urée coïncide toujours, l'alimentation ne variant point, une augmentation de poids vif. Ce poids reste invariable lorsque l'équation entre l'alimentation et l'urée se maintient dans ses limites normales.

Une semblable équation ne peut pas être établie pour les produits de la décomposition des hydrates de carbone et de la graisse, contrairement à ce qu'en ont pensé Zuntz et C. Lehmann (2), parce que nous ne les connaissons point tous. En admettant, d'après l'hypothèse des combustions, que ce fût seulement de l'acide carbonique et de l'eau, on n'en serait point plus avancé, car nous allons voir tout à l'heure que dans tous les cas l'acide carbonique est aussi au nombre de ceux qui résultent de la transformation des albuminoïdes en urée. Comment en faire la part? C'est l'impossibilité de mesurer cette part qui montre le mieux la fragilité des idées de Voit et Pettenkofer, Traube, Fick et Vislicenus, Frankland, Douglas, Haughton, Zuntz et autres, sur la source du travail musculaire. Ils l'attribuent à la seule combustion de la graisse et des hydrates de carbone, mesurée par l'acide carbonique éliminé. Il est évident que les calculs de ce genre manquent de base solide.

Pourtant on ne peut douter de la destruction de ces corps sous l'influence du travail de la machine animale. En l'absence d'alimentation ou avec une alimentation insuffisante, la réserve de graisse s'épuise. L'énergie qu'elle contient se consomme en travail, à mesure des besoins.

(1) *Landwirthschaftliche Jahrbücher*, de Berlin, VIII Band. 1879, Heft 5, p. 701.

(2) N. ZUNTZ und C. LEHMANN, Untersuchungen über den stoffwechsel des Pferdes bei Ruhe und Arbeit. *Landw., Jahrb.* XVIII Band. (1889), p. 1.

Si le travail extérieur est nul ou à peu près, et si l'apport est considérable, elle s'accumule,¹ quelle que soit la richesse du sang en principe comburant. Conséquemment il est bien certain que, pour n'être point l'unique source de l'énergie potentielle manifestée dans l'organisme animal, les principes en question contribuent cependant à sa manifestation. S'ils ne sont point comburés et détruits à mesure qu'ils se forment, comme le veulent les auteurs cités, ils se détruisent néanmoins lorsque les besoins du travail musculaire l'exigent. Ils contribuent ainsi au dégagement de l'énergie. Comment ?

Berthelot (1) nous a montré que les hydrates de carbone peuvent dégager de l'énergie par leurs seuls dédoublements, indépendamment de toute oxydation. Leur fermentation le fait voir d'ailleurs à l'évidence. Il en est de même pour les corps gras neutres, qui en dégagent en se dédoublant et par simple hydratation.

Quant aux albuminoïdes, Gréhant et Madrzejewski (2) d'abord, puis Stintzing, puis nous-même (3), avons fait voir qu'ils se dédoublent ainsi en dégageant de l'acide carbonique. L'albumine du sérum, privée de tous ses gaz et laissée dans le vide à la température de 40° C., subit des réactions qui lui font perdre, avec un peu d'hydrogène et d'azote, des quantités considérables d'acide carbonique. Il ne peut être nullement question là d'oxydation du carbone ou de combustion.

Toutes nos recherches nous ont conduit à la conclusion suivante, que nous reproduisons ici :

L'expérience rend extrêmement probable que le dégagement de l'énergie dans la machine animale est dû, sinon en totalité, du moins pour la plus grande partie, à des phénomènes de dédoublement analogues à ceux qui se passent dans les fermentations proprement dites, attribués à l'activité des organismes cellulaires, dits ferments figurés. En présence des éléments anatomiques, les

(1) Leçon citée plus haut.

(2) C. R., t. LXXIX, p. 244.

(3) A. SANSON, mémoire cité.

principes immédiats du plasma sont décomposés. Il se dégage de l'acide carbonique et sans doute se forment d'autres combinaisons qui empruntent, pour se constituer, de l'oxygène à l'hémoglobine, et cèdent de leur énergie aux éléments musculaires qui la manifestent en se contractant. Ce qui n'en est pas utilisé comme travail se transforme en chaleur et échauffe le sang qui sort du muscle en contraction. La chaleur, au lieu d'être la source du travail, n'en est donc que le résidu.

Cette conclusion a été depuis confirmée par Chauveau à la suite de recherches faites dans une autre direction (1).

Il ne sera peut-être pas inutile de faire remarquer qu'elle satisfait tout aussi bien que l'ancienne aux exigences de la théorie dynamique de la chaleur, en même temps qu'elle a l'avantage de n'être pas en opposition avec le théorème de Carnot.

D'après la théorie, le travail se transforme en son équivalent de chaleur, comme la chaleur se transforme en son équivalent de travail. La chaleur et le travail sont l'un et l'autre des modes de manifestations de l'énergie dont tous les corps sont doués. Dans le système musculaire, elle est en tension, comme elle serait dans un ressort bandé : c'est de l'énergie potentielle. Partout ailleurs, sa présence se manifeste comme chaleur sensible, en accroissement de température. Toute celle qui, dans le muscle, ne s'utilise pas en travail, devient libre de même et se manifeste comme chaleur.

C'est ainsi que les réactions dont le protoplasma de toutes les cellules organiques est continuellement le siège fournissent l'énergie qui entretient à la fois le travail musculaire et la chaleur animale indispensables à la continuation de la vie, et que la machine animale, en tant que machine motrice, utilisant directement son énergie, fonctionne avec une perfection que ne saurait atteindre la machine à feu.

Température animale. — Sous le rapport de leur

(1) CHAUXEAU, *Le travail musculaire et l'énergie qu'il représente*. Un vol. in-8, 1892.

température, les animaux se divisent en deux groupes. Les uns sont toujours en équilibre de température avec le milieu dans lequel ils vivent, les autres ont, au contraire, une température propre, plus élevée que celle de leur milieu. Les premiers sont appelés animaux à sang froid, les seconds, animaux à sang chaud. Ces derniers, comme tous les autres corps, cèdent nécessairement de la chaleur à l'atmosphère qui les entoure. Leur température, qui est de 38° à 40°, ne peut donc rester constante que par le fait du dégagement continuel de chaleur dont les sources viennent d'être indiquées et qui compense les pertes dues à ce qu'on nomme le rayonnement. Lorsque ces pertes ne sont plus compensées, du moins dans une certaine mesure, la vie ne peut continuer.

Contraction musculaire. — On pourrait croire, d'après les apparences, que le travail musculaire se produit par le raccourcissement instantané des faisceaux primitifs du muscle. Le terme usité de contraction et le résultat final semblent en effet l'indiquer. Mais le phénomène est plus complexe, et il est important de le connaître dans ses détails, pour pouvoir bien apprécier toutes les conditions de sa production.

La première idée qui se présente à l'esprit est d'assimiler le faisceau musculaire primitif à un cylindre de caoutchouc et de lui attribuer la même élasticité. Ce faisceau est bien élastique, en effet. Lorsqu'au repos on exerce sur lui une traction, il s'allonge, puis revient à sa position première quand la traction cesse. Mais cela n'a rien de commun avec le phénomène de la contraction, qui est un phénomène actif.

Ranvier a fait voir, en premier lieu, que tous les muscles ne se contractent point de la même manière. Les mouvements qu'on observe à l'œil nu dans leurs faisceaux, sous l'influence de l'excitation, ont des vitesses très différentes chez un seul et même individu. Aeby, de son côté, puis Marey, ont considéré ces mouvements comme des sortes d'ondulations qui se produisent le long des faisceaux primitifs, et qui les parcourent en se succédant avec une rapidité plus ou moins grande, en sorte que le travail du

muscle, à nombre égal de faisceaux, est proportionnel à cette même rapidité.

Matteucci a montré depuis longtemps que la contraction du muscle a pour effet d'augmenter son volume absolu, ce qui tient évidemment à ce que l'augmentation transversale des faisceaux en contraction surpasse leur diminution longitudinale. Cela semblerait indiquer que la détente se fait dans le sens du diamètre des disques, en diminuant leur épaisseur.

Quoi qu'il en soit, les frères Weber ont établi que la puissance totale du muscle est proportionnelle, non pas à son volume, mais bien à sa plus grande section, qui dépend évidemment aussi du nombre de ses faisceaux. Cela est vrai d'une manière générale; mais ce qui vient d'être constaté oblige, en outre, à conclure que le travail qu'il est capable de développer en un temps donné doit être proportionnel également au nombre des ondulations ou renflements contractiles qui le parcourent durant ce temps, et qui dépend de son excitabilité. L'expérience, d'ailleurs, vérifie cette conclusion. La mesure du plus grand diamètre donne donc bien l'idée de l'effort dont le muscle est capable, mais elle ne suffit pas pour donner celle de sa puissance réelle.

En tout cas, le raccourcissement que subit le muscle en contraction peut aller jusqu'à un tiers de sa longueur, et ce raccourcissement se produit avec des vitesses très variables, dépendantes de l'excitabilité neuro-musculaire.

Avant que l'énergie potentielle soit épuisée dans le muscle, il peut perdre sa faculté de se contracter. On dit alors qu'il est fatigué. La *fatigue musculaire* s'accompagne d'une sensation plus ou moins douloureuse, qui nous est bien connue. J. Ranke a fait voir, par une expérience très simple et très convaincante, que le phénomène est dû à la perte de l'excitabilité musculaire produite par la présence des corps résultant du dégagement de l'énergie. On sait que ces corps appartiennent à la série urique et qu'on trouve aussi, dans les muscles qui ont travaillé, de l'acide sarco-lactique. Ce sont des dérivés des albumi-

noïdes et des hydrates de carbone, dont le rôle nous est maintenant connu aussi. Ils exercent sur l'élément musculaire une action véritablement toxique, quand ils ont atteint une certaine proportion. Dans les conditions normales, ils sont repris par le sang en leur qualité de cristalloïdes, à mesure de leur production, et entraînés pour être éliminés.

Si l'on fait exécuter par un muscle détaché du corps et encore chaud une série nombreuse de contractions, bientôt il cesse d'obéir aux excitations électriques les plus violentes; il ne se contracte plus : il est fatigué. Si l'on a eu le soin préalable de conserver l'artère qui irrigue ce muscle et que par elle on fasse passer dans les capillaires un courant d'eau salée, il ne tarde pas à se contracter de nouveau sous l'influence des plus faibles excitations. Il a recouvré son excitabilité. C'est l'expérience de Ranker. Le courant d'eau salée remplit ici le rôle du courant sanguin, dont il a toutes les propriétés au point de vue de la dialyse des produits en question.

Le résultat toujours très net de cette expérience, que nous avons souvent répétée, a une double signification. Il prouve la justesse de notre conclusion sur la source du travail musculaire, en même temps que la propriété attribuée aux produits des réactions à la suite desquelles se dégage l'énergie contenue dans les principes immédiats nutritifs.

10. — Hygiène de la nutrition.

Problème hygiénique. — La nutrition a pour objet d'apporter aux éléments anatomiques les matériaux nécessaires à leur construction ou à leur réparation, et l'énergie qui doit alimenter leur fonctionnement. Pour qu'ils dégagent leur énergie, ils doivent se détruire en donnant des produits dérivés qui sont éliminés. L'organisme en voie de construction ou de croissance ne peut donc s'achever s'il ne reçoit à la fois de quoi subvenir aux besoins de son développement et à ceux de ses travaux intérieurs et extérieurs; l'organisme achevé ne peut se

conserver qu'à la condition de réparer sans cesse les pertes résultant de ces mêmes travaux.

Le problème hygiénique est ici conséquemment de satisfaire à l'équation générale entre les recettes et les dépenses ou les pertes. Il a pour critérium certain le poids du corps. Celui-ci augmente régulièrement dans le premier cas; il se maintient dans le second, où la condition de conservation de la santé, de l'état normal, est que les profits égalent les pertes, en d'autres termes que l'énergie introduite soit égale à l'énergie dépensée en travail ou en perte de chaleur.

Cette équation générale est facile à poser. Sa vérification l'est également. L'emploi de la balance est à la portée de tout le monde. Les augmentations ou les diminutions du poids vif sont des documents certains. Pour les machines animales dont la fonction économique prédominante est de gagner du poids, le problème est simple. Plus elles accumulent d'énergie, mieux elles fonctionnent. Il n'en est pas nécessairement toujours de même à l'égard de celles dont la fonction exclusive est d'effectuer du travail extérieur.

Nous étudierons en particulier, dans un autre volume, ces machines fonctionnant en qualité de moteurs animés. Ici, nous devons nous borner à l'exposé des données générales du problème, permettant d'évaluer aussi approximativement que possible les recettes et les dépenses en énergie, en telle sorte que la machine animale motrice soit calculable à l'égal de la machine à feu, et que par là sa conservation soit assurée au même degré.

Les dépenses d'énergie sont de deux genres. Les unes se rapportent aux travaux intérieurs de la machine et à l'entretien de la température animale. Elles ne sont pas mesurables directement. Nous n'avons pas à nous en occuper pour l'instant. Les autres, qui concernent le travail extérieur disponible, se mesurent au dynamomètre et se calculent en kilogrammètres. Pour être en état de les couvrir sûrement, il suffit de connaître la valeur des aliments sous le rapport de l'énergie qu'ils peuvent introduire dans la machine; il suffit en un mot d'avoir l'équiva-

lent mécanique des aliments. L'état de la science nous permet maintenant d'en disposer.

Équivalent mécanique des aliments. — L'unité mécanique étant connue, il s'agit d'abord de choisir l'unité alimentaire avec laquelle le rapport d'équivalence doit être établi. Lors de la première détermination de ce rapport (1), nous avons pris pour unité le kilogramme de protéine alimentaire à son maximum de digestibilité, c'est-à-dire dans une ration dont la relation nutritive fût la plus convenable pour l'aptitude digestive de l'animal.

Ce kilogramme de protéine brute, d'après ce que nous savons, peut ainsi être accompagné d'un poids variable de substances non azotées, depuis 3 jusqu'à 5 kilogrammes. Mais dans la généralité des cas auxquels le calcul de l'équivalent est utilement applicable, c'est la relation de 1 : 5 qui se présente. En fait, l'unité alimentaire est donc le plus souvent représentée par une ration complète du poids de 6 kilog. en matière sèche.

De bons esprits semblent avoir pensé que mieux vaudrait adopter pour unité la protéine digestible ou efficace, qui à première vue paraît seule fournir l'énergie dont il s'agit de déterminer l'équivalent. Nous n'avons aucune commune mesure pour l'énergie que les éléments nutritifs dégagent dans l'organisme animal. Sur la digestibilité même de la protéine, nos données sont fort incertaines. Procéder de la sorte, ce serait donc introduire des causes d'erreur dans une matière où il n'y en a déjà que trop. En outre, il n'est pas douteux que la protéine digérée n'est point la seule à dégager de l'énergie.

En prenant pour unité la protéine brute accompagnée comme nous venons de le dire, nous n'entendons parler que de son effet mécanique, laissant indéterminée la quantité d'énergie que peut fournir une telle alimentation.

L'expérience, maintenant établie par un très grand

(1) A. SANSON, Détermination du coefficient mécanique des aliments. *Comptes-rendus de l'Académie des sciences*, t. LXXVI, 1873, p. 1490.

nombre de faits, a démontré qu'un cheval dont l'entretien a été préalablement assuré peut, lorsqu'il a consommé cette unité alimentaire, composée de 1 kilog. de protéine brute, plus 3, 4 ou 5 kilog. d'hydrates de carbone et matières solubles dans l'éther, déployer un travail moteur de 1,600,000 kilogrammètres en nombre rond, sans que son poids vif initial ait varié. Son alimentation a ainsi fourni toute l'énergie nécessaire, sans qu'il en doive être emprunté à sa propre substance. Il a été satisfait pleinement à l'égalité entre la recette et la dépense.

Ce nombre de 1,600,000 kilogrammètres peut donc être considéré, sans chance d'erreur trop sensible, comme l'équivalent mécanique du kilogramme de protéine alimentaire digéré par le cheval. Toute ration bien constituée pourra conséquemment alimenter autant de fois cette quantité de travail qu'elle contiendra de kilogrammes de protéine brute. Des vérifications répétées, en France et à l'étranger, et pas toujours dans les meilleures dispositions d'esprit, n'ont pu aboutir en définitive qu'à le confirmer. Mais nous avons constaté aussi que pour le mulet il devait être porté à 1,800,000, en raison de la plus grande puissance digestive de l'animal (1).

Ainsi la ration alimentaire pourra être exactement réglée d'après le travail exigé, ou le travail exigible réglé d'après la ration alimentaire possible, déterminée par l'appétit. En désignant par P la protéine brute de la ration, par T le travail, par e l'équivalent mécanique, le premier calcul sera exprimé par la formule $P = \frac{T}{e}$, et le second par $T = P \times e$.

Le travail des moteurs animés est en fonction de l'effort musculaire moyen et du chemin parcouru, ou, ce qui revient au même pour ce dernier, de la vitesse de la marche et du temps écoulé en secondes.

La difficulté pratique est de déterminer la valeur de

(1) A. SANSON, Recherches expérimentales sur la puissance digestive comparée du cheval, de l'âne et du mulet. *Journal de l'anatomie*, etc., t. XXV, p. 46.

l'effort. Quand il s'agit du déplacement d'un poids ou d'une charge par traction, elle ne peut l'être exactement que par des essais dynamométriques directs. En leur absence on est obligé de se contenter de l'analogie, en prenant pour point de comparaison des résultats antérieurs et en les interprétant le plus judicieusement possible. La science nous en fournit un certain nombre, dont on trouvera l'indication dans les ouvrages spéciaux, et notamment dans les *Aide-mémoire mécanique*.

Admettons que la valeur de c soit de 0,01 d'une charge de 3,000 kilog. Cette valeur sera alors de $3,000 \times 0,01 = 30$ kilog. Celle de V (vitesse) étant de 1 mètre par seconde et celle du temps t de dix heures ou 36,000 secondes, le travail effectué sera ainsi : $30 \times 0,01 \times 36,000 = 1$ million 80,000 kilogrammètres, nombre égal à celui qui aurait été obtenu en multipliant la valeur de l'effort moyen 30 par le chemin parcouru, qui, dans ce cas, est 36,000 mètres. Ce nombre de kilogrammètres équivaut à $\frac{1,080,000}{1,600,000} = 0^k 675$ de protéine alimentaire.

Toute machine animale motrice dont l'entretien sera d'ailleurs assuré conservera donc son poids en produisant cette quantité de travail, si son alimentation lui fournit 675 gr. de protéine digestible au maximum.



CHAPITRE IX

APPAREIL URINAIRE

Organes. — L'appareil de l'urination se compose de quatre organes, qui sont: 1^o les reins; 2^o les uretères; 3^o la vessie; 4^o le canal de l'urètre.

1. — Reins.

Situation. — Les reins, au nombre de deux, sont situés dans la cavité abdominale, de chaque côté de la tige vertébrale, dans la région lombaire. Sur leur face inférieure sont appliquées les *capsules surrénales*, petits corps dont l'usage n'est pas encore connu. Ils sont entourés d'une forte couche de tissu conjonctif lâche.

Forme. — Chez les Équidés, les reins n'ont pas exactement la même configuration. Le rein droit se rapproche de celle d'un cœur de carte à jouer, avec ses deux faces convexes; le gauche ressemble à un haricot. Chez les Bovidés, les deux reins sont elliptiques et formés d'une agglomération de lobules. Chez les Ovidés et les Suidés, leur forme se rapproche de celle du rein droit des Équidés. L'un et l'autre, sur le bord qui regarde le congénère, présentent chez tous les genres une scissure assez profonde par laquelle entrent les vaisseaux et les nerfs, et d'où sort le canal excréteur. Cette scissure porte le nom de *hile*.

Structure. — La couleur des reins est d'un brun plus ou moins foncé. Ils sont entourés d'une capsule fibreuse, recouverte par le péritoine dans une partie de la face inférieure de l'organe. Leur tissu propre est constitué par

des tubes (fig. 60, *ab*), appelés *tubes urinifères*, très flexueux dans la partie corticale (*a*) et rayonnants dans l'autre (*b*). Ils viennent tous s'ouvrir dans la paroi de la cavité intérieure du rein ou *bassinets rénal* (*d*), située au fond du *hile*.

Cette cavité, tapissée par une muqueuse, se continue d'un côté avec l'uretère (*fg*), et du côté opposé (*c*) se trouvent disposés les orifices des tubes rayonnants; ce

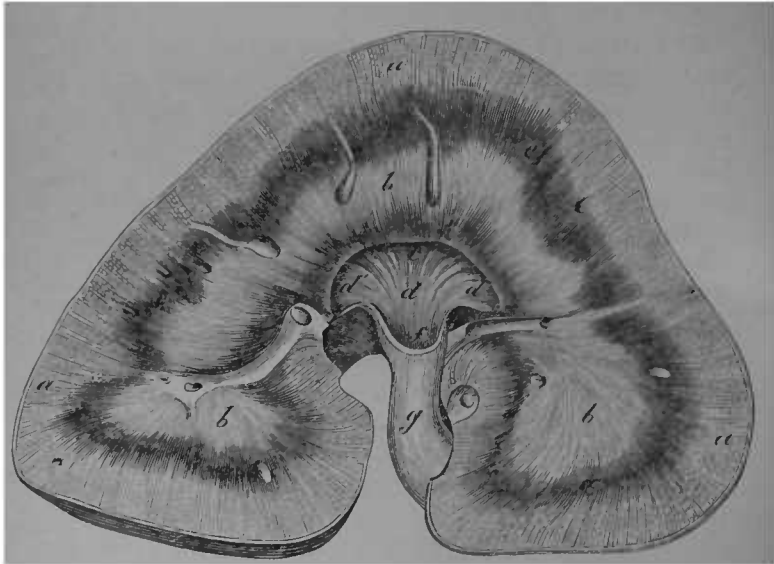


Fig 60. — Coupe du rein droit de l'équidé.

sont les *calices* par lesquels l'urine tombe dans le bassinets rénal.

La partie centrale de la substance rénale formée par les tubes rayonnants est de couleur blanchâtre (*bbh*); la couche corticale (*aa*), où les tubes sont flexueux, est riche en vaisseaux sanguins et en petits corps, qui sont les *glomérules de Malpighi*. Ces *glomérules* sont des capillaires pelotonnés. Ils sont revêtus d'épithéliums granuleux, qui en font de véritables dialyseurs.

Chez les Bovidés, chaque lobule présente les dispositions

que nous venons de voir, sauf que leurs tubes urinifères aboutissent à un tube unique anastomosé avec celui du voisin, et que, finalement, tous les conduits lobulaires se rendent au bassinét rénal.

On voit donc que les reins ont la structure des glandes en tubes.

2. — Uretères.

Situation et direction. — Les uretères (*g*) sont des tubes membraneux partant de chaque bassinét rénal. Ils décrivent une courbe à concavité externe et se dirigent ensuite en arrière directement le long de la tige vertébrale, vers la cavité du bassin, où ils gagnent la partie postérieure et supérieure de la vessie.

Arrivés là, ils pénètrent au travers de la membrane musculaire de celle-ci, et après un trajet de 2 à 3 centimètres entre cette membrane et la muqueuse, ils s'ouvrent dans la cavité vésicale. Cette disposition a pour effet d'empêcher le reflux de l'urine dans leur intérieur, lors des efforts d'expulsion.

Structure. — Les uretères sont constitués par une muqueuse entourée d'une couche de fibres musculaires lisses, dont les contractions accélèrent le transport de l'urine des reins dans la vessie.

3. — Vessie.

Situation. — La vessie est une poche membraneuse située dans la cavité pelvienne, reposant sur sa paroi inférieure, qu'elle déborde, pour s'avancer dans la cavité abdominale, lorsqu'elle est pleine d'urine.

A son extrémité postérieure, terminée en col, par laquelle elle communique avec le canal de l'urètre, elle est fixée à la symphyse ischio-pubienne au moyen d'un ligament particulier.

Structure. — La vessie est constituée par une couche externe de fibres musculaires lisses disposées en faisceaux, et par un sphincter de faisceaux striés, volontaires, entou-

rant son col. Son fond, ou cul-de-sac, est coiffé d'une calotte séreuse qui se prolonge à sa surface plus en haut qu'en bas, et qui est fournie par un repli du péritoine. Cette disposition forme des replis latéraux qui sont les moyens de suspension de la vessie. A son intérieur elle est tapissée par une muqueuse revêtue d'épithéliums cylindriques et unie à la musculuse par une forte couche de tissu conjonctif lâche, ce qui lui permet de se dilater.

4. — Canal de l'urètre.

Direction. — Partant du col de la vessie, le canal de l'urètre, après un court trajet en arrière, se contourne sur le bord postérieur de la symphyse ischio-pubienne, pour se diriger ensuite différemment chez le mâle et chez la femelle.

Chez cette dernière, il s'ouvre bientôt à l'entrée du vagin, au centre d'un tubercule; chez le mâle, il gagne la face inférieure du pénis, qu'il longe jusqu'à l'extrémité de l'organe, où il s'ouvre par un orifice particulier.

Près de sa base, il est pourvu d'un muscle appelé *bulbe métral*.

Nous en reparlerons en décrivant l'appareil génital.

5. — Urination.

Urine. — L'urine des herbivores adultes est un liquide trouble, filant, coloré en jaune, d'une odeur forte et désagréable, et présentant ordinairement une réaction alcaline. Elle contient environ 90 p. 100 d'eau, puis de l'urée, de l'acide hippurique, mais point d'acide urique, des carbonates alcalins et des carbonates terreux, avec une très faible quantité de phosphates.

L'urine des jeunes herbivores allaités est d'un jaune clair, fortement acide, et contient, en outre de l'urée, de l'acide urique, de la créatinine, des phosphates et de l'allantoïne, comme celle des carnivores. Elle n'acquiert la composition de celle des herbivores qu'après le sevrage.

La composition de l'urine varie beaucoup quantitativement selon l'alimentation. Sa proportion de matière sèche est toujours en rapport avec la quantité d'eau absorbée dans l'intestin. Elle diminue à mesure qu'augmente la quantité même de l'urine.

Cette quantité d'urine expulsée dans les vingt-quatre heures est en effet subordonnée à celle de l'eau absorbée dans l'intestin par les vaisseaux, et aussi aux conditions des autres voies d'élimination, surtout de la peau. L'élévation de la température du milieu ambiant la diminue, ainsi que la sécheresse de l'atmosphère. Les conditions opposées l'augmentent. D'après Valentin, un cheval qui boit par jour 30 kilogr. d'eau en expulse le premier jour 4 kilogr., le deuxième 5 et le troisième 6. Colin, toutefois, en a constaté moyennement de 15 à 25 kilogr. par vingt-quatre heures.

Fonctions des reins et de la vessie. — Les reins ont pour fonction de débarrasser le sang des produits solides des échanges nutritifs, dont la présence, quand ils dépassent une certaine proportion, devient une cause de trouble pathologique et de mort. Les effets de l'accumulation de ces produits sont connus sous le nom d'*urémie*. Les reins sont donc des émonctoires pour l'élimination à l'état de dissolution ou de diffusion dans l'eau des substances cristalloïdes, minérales ou organiques, devenues superflues ou nuisibles pour l'économie.

Les principales et les plus importantes de ces substances sont les azotées, urée, acide hippurique, etc.

Le sang qui arrive aux reins par les artères rénales est chargé de ces substances cristalloïdes. Celles-ci sont dialysées par l'épithélium des glomérules. Le liquide ainsi dialysé, qui est l'urine, passe dans les tubes urinaires et vient tomber en gouttelettes dans le bassinnet rénal. Cette sorte de filtration est continue ; mais elle s'active surtout après les repas, et en proportion de la quantité d'eau absorbée, et conséquemment de la tension artérielle.

L'urine passe du bassinnet dans l'uretère, pour se rendre dans la vessie, son réservoir. Celle-ci, une fois remplie, se distend, et l'animal, averti par une sensation particu-

lière devenant bientôt douloureuse, éprouve le besoin de la vider. Le sphincter du col est relâché volontairement; la membrane musculaire se contracte, pressée en outre par la contraction des muscles abdominaux, dont l'animal facilite l'action en plaçant ses membres dans l'attitude du camper, et l'urine sort à l'extrémité du canal de l'urètre par un jet plus ou moins fort.

CHAPITRE X

APPAREIL DE L'INNERVATION

Organes. — L'appareil de l'innervation peut être divisé en deux systèmes d'organes ayant entre eux de nombreuses communications, mais cependant distincts par leurs dispositions.

Le premier est appelé *système nerveux cérébro-spinal*; le second, *système nerveux sympathique*. Chacun de ces deux systèmes nerveux se compose de *centres* et de *cordons* ou *conducteurs*.

Éléments des systèmes nerveux. — Vus à l'œil nu, les centres nerveux présentent deux substances, l'une blanche, l'autre grise. La *substance blanche*, examinée au microscope, est un assemblage de tubes microscopiques dits *fibres nerveuses*, constitués par une enveloppe dite *gaine de Schwann* et un contenu demi-liquide appelé *myéline*, noyant un corps cylindrique central dit *cylindre axe*. On y trouve aussi de ces cylindres à l'état libre, sans *gaine* ni *myéline*, appelés *fibres de Rémak*. Les *cordons nerveux*, ou ce qu'on appelle les *nerfs*, sont exclusivement formés de ces tubes. Ils s'y montrent disposés en longs faisceaux entourés d'une enveloppe cellulo-vasculaire qui porte le nom de *névrilème*. On constate aussi dans la substance blanche des cellules de forme irrégulière, pourvues d'un noyau central et d'un protoplasma granuleux, mêlés à une matière visqueuse, transparente.

Ces *cellules nerveuses* ou *ganglionnaires* présentent des prolongements ramifiés en nombre variable, dont les uns servent à les faire communiquer ensemble; d'autres sont les origines des cylindres-axes des nerfs; d'autres enfin

paraissent se perdre dans la substance environnante, à la façon des racines dans la terre. Elles ont parfois plus d'un dixième de millimètre de diamètre, ce qui les rend visibles à l'œil nu. Elles ne paraissent jusqu'à présent différer que par leurs propriétés. Les unes sont considérées comme *sensitives*, les autres comme *motrices*; mais elles sont toutes en communication les unes avec les autres par leurs prolongements.

La *substance grise* est également constituée par des tubes, mais moins apparents et entremêlés de cellules en plus grand nombre. Cette substance, isolée dans certaines parties des centres, se mêle à l'autre ailleurs, ainsi que nous aurons soin de l'indiquer.

En outre des fibres et des cellules nerveuses, il y a, bien entendu, dans les deux substances des éléments conjonctifs d'une sorte particulière appelée névroglie et des réseaux capillaires comme dans tous les autres tissus.

1. — Système nerveux cérébro-spinal.

Centre cérébro-spinal. — Toutes les parties du système se rattachent à un centre commun, qui est l'*axe cérébro-spinal* ou *encéphalo-rachidien*, logé dans la boîte crânienne et dans le long étui du rachis qui lui fait suite.

Cet axe est composé de deux parties aussi distinctes par leur organisation que par leurs fonctions, bien qu'elles soient continues et que l'une semble n'être que le renflement de l'autre. Ce renflement est l'*encéphale*, placé à l'extrémité antérieure de l'axe représenté par la *moelle épinière*.

Encéphale. — L'encéphale (fig. 61 et 63) représente dans son ensemble une masse ovoïde. Il se compose d'organes distincts, ayant des fonctions particulières. Les uns, parmi ces organes, sont pairs; les autres sont impairs.

Au premier aspect, sa surface montre des sillons plus ou moins profonds et flexueux, circonscrivant ce qu'on appelle les *circonvolutions cérébrales*. En l'examinant d'avant en arrière, on voit d'abord une scissure profonde qui sépare les deux *hémisphères cérébraux* (aa, fig. 61),

constituant le *cerveau* proprement dit ; puis le *cervelet* (*d d'' d'''*) placé en travers sur le *bulbe*.

Vu par sa face inférieure (fig. 63), l'encéphale présente un grand nombre d'autres parties importantes à connaître quand on en veut faire une étude complète. Parlons seulement des *pédoncules cérébraux* (*cc*), qui sont deux gros faisceaux blancs par lesquels les hémisphères du cerveau sont unis au bulbe, dont ils sont la véritable bifurcation, et par ce bulbe à la moelle épinière.

Nous allons passer en revue les principales parties de l'encéphale qui viennent d'être énumérées.

Cerveau. — Les deux hémisphères qui composent le cerveau proprement dit sont parfaitement semblables. Il suffira donc d'en décrire une.

Ce qui attire d'abord l'attention, ce sont les *circonvolutions cérébrales*, constituées par des plis de l'écorce grise du cerveau. Ces plis sont

très profonds et irrégulièrement disposés. Ils sont d'autant plus nombreux et compliqués que l'animal est plus élevé dans l'échelle sous le rapport du développement intellectuel. Aussi le cerveau humain présente-t-il à cet égard la plus riche organisation.

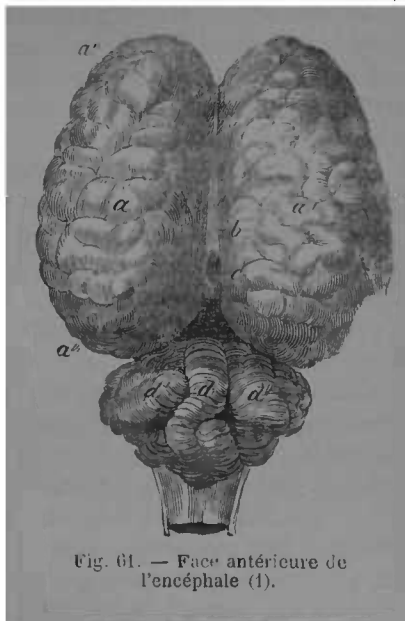


Fig. 61. — Face antérieure de l'encéphale (1).

(1) *a*, hémisphère gauche du cerveau ; *a'*, hémisphère droite du cerveau ; *a''*, lobe inférieur ou antérieur ; *a'''* lobe supérieur ou postérieur ; *b*, corps calleux ; *c*, point de sortie de la grande veine cérébrale ; *d d' d''*, cervelet ; *d*, lobe médian ; *d'* lobe gauche ; *d''*, lobe droit.

Quelque irrégulièrement disposées qu'elles soient, les circonvolutions cérébrales peuvent cependant être suivies dans les contours qu'elles décrivent.

Il paraît établi aujourd'hui que chaque groupe de circonvolutions, et même chaque circonvolution ou partie de circonvolution a sa fonction particulière dans les manifestations intellectuelles ou motrices.

Les hémisphères remplissent la presque totalité de la cavité crânienne ; elles répondent par leur extrémité postérieure au cervelet.

Elles sont enveloppées par une membrane très mince, dans laquelle se ramifient les vaisseaux cérébraux, et qui porte le nom de *Pie-mère*. Celle-ci est elle-même en contact avec l'*Arachnoïde*, séreuse analogue aux plèvres, qui sécrète un liquide spécial. Puis vient la *Dure-mère*, membrane fibreuse résistante, qui tapisse la cavité du crâne et lui sert de périoste en suivant les impressions de la boîte dans laquelle se logent les circonvolutions cérébrales.

Un prolongement transversal de la dure-mère sépare le cerveau du cervelet, et un autre longitudinal, nommé *Faux du cerveau*, pénètre entre les deux hémisphères.

Toutes ces membranes portent le nom commun de *Méninges*.

Chaque hémisphère cérébrale est unie à sa congénère par une commissure blanche nommée *Corps calleux* (*b*, fig. 61). Elle présente dans son intérieur une cavité à parois lisses, dont le plancher est constitué par un épanouissement transversal des fibres réunissant les deux extrémités des pédoncules.

Les deux cavités portent ensemble le nom de *Ventricules latéraux* ou cérébraux. On y remarque en avant le *Corps strié* et le *Plexus choroïde*. Les ventricules sont tapissés par une membrane très fine, l'*Arachnoïde ventriculaire*, qui sécrète une humeur limpide, toujours peu abondante dans l'état normal.

La structure du cerveau est composée à la fois des deux substances dont nous avons parlé.

La substance grise s'étend sur toute la surface en se prolongeant dans les plis, et forme ainsi la couche corti-

cale des circonvolutions cérébrales. Tout le reste est constitué par de la substance blanche.

Les hémisphères cérébrales sont particulièrement les organes de l'intelligence. Flourens les a enlevées en totalité sur des animaux, sans que pour cela ceux-ci aient cessé de vivre ; seulement ils ont perdu les facultés dont l'ensemble préside aux actes intellectuels.

Cervelet. — Le cervelet (*d d' d''*, fig. 61) est une masse presque globuleuse, divisée en trois lobes par des sillons circulaires de sa surface, d'ailleurs parcourue par un grand nombre d'autres moins profonds. Il est uni au bulbe, qu'il recouvre transversalement, en arrière des hémisphères, par deux pédoncules.

On ne trouve dans son intérieur aucune cavité ou ventricule. Il concourt seulement, par son plan inférieur et la face interne de ses pédoncules à former le *Ventricule postérieur* ou *cérébelleux*.

Dans la structure du cervelet, la substance grise est répandue sur toute la surface de l'organe, où elle affecte une disposition parfaitement analogue à celle des circonvolutions cérébrales. La substance blanche, qui n'est que le prolongement des pédoncules, forme la base du cervelet.

Les méninges enveloppent cet organe comme le cerveau.

La fonction du cervelet est de présider à la coordination des mouvements. Lorsqu'il a été enlevé ou seulement lésé, l'animal n'est plus maître d'imprimer à ceux-ci la direction qui lui est indiquée par son intelligence. Il s'agit sans pouvoir atteindre le but. Ces indications, fournies par l'expérimentation et l'observation, on les doit encore aux travaux de Flourens.

Bulbe rachidien. — Le bulbe (*klm*, fig. 63) est la partie qui unit la moelle épinière au cerveau et au cervelet par l'intermédiaire des *Pédoncules cérébraux* et *cérébelleux*.

Ce bulbe est un épais faisceau, de couleur blanche, plus large en avant qu'en arrière, et aplati de dessus en dessous.

A sa face inférieure il existe un sillon bien marqué, situé dans le sens longitudinal, sur la ligne médiane. Il est séparé des pédoncules du cerveau par une saillie transversale de cette même face inférieure, nommée *Protubérance annulaire, Pont de varole* ou *Mésocéphale* (f).

Sa face supérieure, couverte par le cervelet, au-dessous duquel elle forme le plancher du quatrième ventricule, présente en arrière de celui-ci un angle de substance grise taillé en forme de bec de plume. C'est aux environs de ce point, correspondant à peu près à l'entrée de la cavité crânienne, qu'il suffit de piquer le bulbe pour déterminer immédiatement la mort de l'animal par arrêt de la respiration.

Moelle épinière. — La moelle épinière est un gros cordon blanc, irrégulièrement cylindrique, occupant le canal rachidien, depuis le trou occipital, où il fait suite au bulbe rachidien, jusqu'au niveau du tiers antérieur du sacrum, où il se termine par un épanouissement auquel on a donné le nom de *Queue de cheval*. Chaque moitié latérale de la moelle est composée de deux cordons superposés.

La moelle épinière est un peu déprimée de dessus en dessous dans toute son étendue, ce qui donne à sa coupe une figure elliptique. Son volume n'est pas égal dans toute la longueur. Elle présente des renflements, sortes de centres secondaires, en rapport avec l'importance des cordons nerveux qui en partent ou viennent y aboutir.

L'un de ces renflements, situé entre la cinquième vertèbre cervicale et la deuxième dorsale, est dit *Bulbe brachial*; l'autre, qui correspond au milieu des lombes, est le *Bulbe crural*.

La surface extérieure de la moelle présente, sur son plan supérieur et sur son plan inférieur, la double série des racines des nerfs rachidiens, implantés sur une même ligne longitudinale, à droite et à gauche, et se rassemblant en faisceaux en regard des trous situés entre les deux vertèbres correspondantes (fig. 62, A, B, C, D, E).

Sur la ligne médiane, en dessus et en dessous, on voit dans toute la longueur de l'organe deux sillons profonds

et très étroits, dans lesquels s'enfonce la *Pie-mère rachidienne*.

Les mêmes membranes que nous avons vues envelopper l'encéphale se continuent en effet dans le canal rachidien, pour servir d'enveloppes à la moelle. Il y a donc également une *Pie-mère*, une *Arachnoïde* et une *Dure-mère rachidienne*.

La moelle épinière est un cordon plein, sans trace par conséquent de cavité intérieure, et formé de deux moitiés latérales réunies par les commissures au fond de chacun des sillons longitudinaux. Il y a donc, en réalité, deux cordons laté-

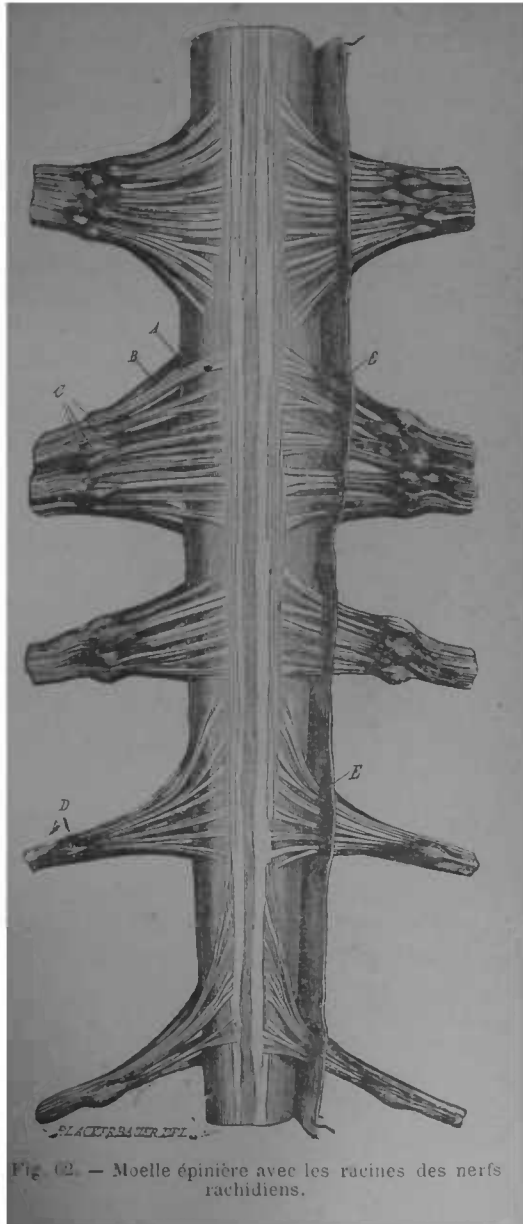


Fig. 02. — Moelle épinière avec les racines des nerfs rachidiens.

raux, comme il y a deux hémisphères cérébrales. Chacun de ces cordons médullaires représente un demi-cylindre de substance blanche, au centre duquel se trouve un amas de substance grise, continu avec tous les autres par des commissures centrales.

La substance blanche se subdivise en faisceaux secondaires, séparés par des sillons latéraux peu marqués. Le premier, ou supérieur, d'où partent les racines supérieures des nerfs rachidiens, est sensitif ; l'inférieur, d'où

partent les racines inférieures, est moteur.

La région supérieure de la moelle épinière est donc le conducteur des impressions sensibles ; la région inférieure est le conducteur et le centre des excitations motrices.

Nerfs. — Les nerfs prennent leur origine ou aboutissent à l'axe cérébro-spinal par des racines plus ou moins nombreuses et ordinairement étalées en éventail (fig. 62 et 63). Après un trajet assez court, ces racines se réunis-

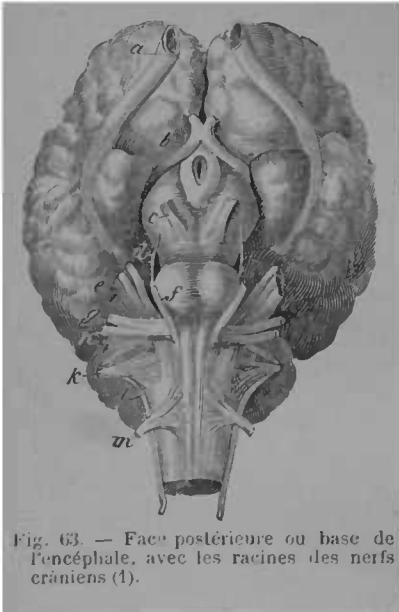


Fig. 63. — Face postérieure ou base de l'encéphale, avec les racines des nerfs crâniens (1).

sent en un tronc unique.

Les troncs nerveux sortent par paires des trous percés

(1) *a*, première paire : nerf olfactif ; *b*, deuxième paire : nerf optique ; *c*, troisième paire : nerf oculo-moteur commun ; *d*, quatrième paire : nerf pathétique ; *e*, cinquième paire : nerf trijumeau ; *f*, sixième paire : nerf oculo-moteur externe ; *g*, septième paire : nerf facial ; *h*, huitième paire : nerf acoustique ; *i*, neuvième paire : nerf glosso-pharyngien ; *k*, dixième paire : nerf pneumo-gastrique ; *l*, onzième paire : nerf accessoire de Willis ou spinal ; *m*, douzième paire : nerf hypoglosse.

à la base du crâne ou sur les côtés du rachis, pour se distribuer ensuite dans toutes les parties du corps, en se divisant en branches successivement décroissantes de volume.

D'après leur centre, les nerfs sont divisés en deux groupes, le premier comprenant les *Nerfs crâniens* ou *encéphaliques*, le second les *Nerfs spinaux* ou *rachidiens*.

Nerfs crâniens. — Les nerfs crâniens sortent tous de l'isthme ou prolongement encéphalique de la moelle, par paires régulièrement disposées à droite et à gauche (fig. 63). Nous ne songeons pas à les décrire : il faut se borner à les nommer successivement, en indiquant leurs fonctions et les organes dans lesquels ils se distribuent.

Quelques-uns des nerfs crâniens ou encéphaliques ont pour fonction de conduire au centre des impressions spéciales ; d'autres, ayant une seule racine, sont uniquement moteurs ; les derniers enfin ont deux racines et sont par là mixtes, ou à la fois sensitifs et moteurs.

Les premiers sont au nombre de trois de chaque côté ; ce sont :

Les *Nerfs olfactifs* (*a*), se terminant par un grand nombre de filets nerveux qui traversent la lame criblée de l'ethmoïde, pour se distribuer dans la partie de la membrane pituitaire qui tapisse le fond des fosses nasales.

Les *Nerfs optiques*, provenant de la partie moyenne de l'isthme, se croisant et se soudant, pour ainsi dire, en un point appelé *Chiasma* (*b*), et allant ensuite isolément au globe de l'œil.

Les *Nerfs acoustiques* (*h*), venant du bulbe encéphalique pour aller se distribuer dans l'oreille interne.

Les nerfs crâniens moteurs sont au nombre de six paires, dont trois (*e d f*) vont aux muscles qui déterminent les mouvements du globe de l'œil ; une autre est le *Nerf facial* (*g*), se distribuant en un grand nombre de branches aux muscles qui entourent la tête et président ainsi à leurs mouvements ; une autre est le *Nerf accessoire* ou *spinal* (*l*), qui se distribue dans les muscles du bord inférieur du cou ; enfin la dernière est l'*Hypoglosse* (*m*), qui se distribue dans la langue.

Les nerfs mixtes sont au nombre de trois paires : l'une formée par les *Nerfs trijumeaux (e)*, ainsi nommés parce qu'ils se divisent en trois branches, fournissant elles-mêmes de nombreux rameaux pour les muscles du front, des sourcils, pour le maxillaire supérieur, les dents, le palais, le voile du palais, etc. ; l'autre, par les *Nerfs glosso-pharyngiens (i)*, fournissant des rameaux à la muqueuse linguale et au pharynx ; la dernière enfin, par les *Nerfs pneumogastriques (k)* ou *Nerfs vagues*.

Ces derniers, les plus longs de tous les nerfs crâniens, partent du bulbe et vont se prolonger jusqu'au-delà de l'estomac, après avoir envoyé dans ce viscère, dans l'œsophage, le poumon, les bronches, la trachée, le larynx, le pharynx, une multitude de filets tenant sous leur dépendance les mouvements, les sécrétions et la sensibilité de ces organes.

Nerfs rachidiens. — Comme les nerfs crâniens, les rachidiens partent de la moelle épinière par paires. Ces paires de nerfs spinaux sont en nombre proportionné à celui des vertèbres et se distribuent dans le système locomoteur et dans la peau, en suivant le trajet des artères et des veines.

Tous les nerfs spinaux sont à la fois sensitifs et moteurs ; ce sont donc des nerfs mixtes, ayant une racine supérieure et une inférieure.

Un certain nombre des paires rachidiennes se réunissent en des points déterminés, pour former ce qu'on appelle des *Plexus*. Ceux-ci sont des faisceaux nerveux, d'où partent ensuite des branches se ramifiant dans les muscles. Ces plexus nerveux sont au nombre de deux, le plexus brachial et le plexus lombo-sacré.

Le *Plexus brachial* est situé entre la paroi thoracique et la face interne du bras. Il fournit les nerfs qui accompagnent le long du membre les artères et les veines, ainsi que tous les filets qui se distribuent dans les muscles de cette région et dans ses téguments.

Le *Plexus lombo-sacré*, situé sous les lombes, donne naissance aux nerfs du membre postérieur, parmi lesquels se trouve le *Grand sciatique*, le plus volumineux de tous.

Les nerfs moteurs se terminent par des plaques microscopiques à l'aide desquelles s'établit leur contact avec les faisceaux musculaires primitifs.

2. — Système nerveux ganglionnaire ou sympathique.

Ganglions nerveux. — Les nerfs, très nombreux, dont se compose ce système, sont dits *ganglionnaires*, parce qu'ils offrent sur leur trajet des *Ganglions* ou renflements plus ou moins volumineux, qui sont en réalité autant de centres d'action nerveuse. Il y a des *Ganglions cervicaux, thoraciques* et *abdominaux*.

Nerfs. — Le *Grand sympathique* se compose d'abord d'une double chaîne à peu près symétrique, placée sous la tige vertébrale. Des filets qui en partent se mêlent avec ceux de tous les troncs nerveux sortant de l'axe cérébro-spinal, par l'intermédiaire de petits ganglions situés au confluent des racines rachidiennes, et qui sont visibles sur la figure 62. D'autres se rendent à leur destination dans tous les viscères, en affectant la complication la plus irrégulière dans leur distribution.

Le grand sympathique forme, lui aussi, des plexus au niveau des viscères importants. Ils se divisent en plexus secondaires, dont les rameaux accompagnent les vaisseaux.

C'est ainsi que le *Plexus solaire*, au centre duquel existe un fort ganglion, et qui est situé immédiatement en arrière des piliers du diaphragme, donne naissance, entre autres, aux *Plexus gastrique, hépatique, splénique, mésentérique antérieur* et *rénal*.

Les noms de ces plexus indiquent assez les organes où leurs divisions se distribuent.

Le *Plexus mésentérique postérieur*, isolé et muni également de son ganglion, se distribue comme la veine mésentérique postérieure et les artères de la région.

Le grand sympathique se compose donc, en somme, de rameaux allant vers l'axe cérébro-spinal et se mêlant à ceux des nerfs crâniens et rachidiens, et de rameaux qui se distribuent dans les organes des trois cavités splanchi-

niques, ce qui lui a valu aussi le nom de *Trisplanchnique*. Il existe donc dans toutes les parties du corps, comme l'autre système.

Les nerfs sympathiques qui se distribuent dans les parois des capillaires sont appelés *vaso-moteurs*.

3. — Fonction de l'innervation.

Propriétés des centres nerveux. — L'encéphale est le centre commun où viennent aboutir toutes les *impressions* périphériques, pour s'y transformer en *sensations*, et d'où partent toutes les *déterminations* dites *spontanées*, tous les actes de la volonté. Chacune de ces sensations et déterminations paraît y avoir son centre particulier ou sa localisation. Ce ne serait pas ici le lieu de s'étendre sur nos connaissances actuelles en fait de physiologie cérébrale, quelque intéressantes qu'elles soient.

La moelle épinière est le conducteur commun, une sorte de collecteur de ces impressions et sensations et des *volitions* ou commandements de l'encéphale, et, en outre, elle est à son tour, ainsi que les ganglions du grand sympathique, un centre d'*action réflexe*, où les impressions sensibles se transforment, sans le concours de la volonté et par simple réflexion, en excitations motrices.

Propriété des nerfs. — Les cordons nerveux des deux systèmes sont purement et simplement des conducteurs; leur unique propriété est la *Conductibilité*. Dès qu'ils sont séparés de leur centre, ils ne conservent plus, mais seulement pendant un certain temps, que leur propre *Excitabilité*, en vertu de laquelle ils sont aptes à transmettre les impressions et les excitations motrices.

La *Conductibilité*, dans les nerfs, se manifeste suivant les deux directions opposées; il en est de même dans la moelle. Elle est *centripète*, c'est-à-dire allant de la circonférence ou périphérie au centre, pour les impressions sensibles, et ne peut s'exercer ainsi que dans les nerfs ayant des racines supérieures ou sensibles à la moelle, en même temps que des racines inférieures. Elle est *centrifuge*, ou allant du centre à la périphérie, dans ces mêmes

nerfs ou ceux qui n'ont que des racines inférieures motrices.

C'est en vertu de ce double phénomène qu'une impression quelconque, reçue en un point de l'économie, provoque aussitôt les mouvements nécessaires pour en écarter ou en pallier le motif. Ces mouvements sont conscients, volontaires, ou automatiques.

La conductibilité dans les nerfs a des vitesses très faibles, en comparaison des transmissions électriques. Elle varie beaucoup, suivant les individualités; mais elle se maintient ordinairement entre 32 et 80 mètres par seconde.

Pouvoir réflexe des centres nerveux. — Le *Pouvoir* ou l'*Action réflexe* est la propriété par suite de laquelle les impressions sensitives périphériques provoquent, dans la moelle ou dans les ganglions, des excitations, sans arriver jusqu'au centre percepteur. Les actions réflexes se produisent donc indépendamment de la volonté. Elles sont *motrices* à l'égard des muscles, *vaso-motrices* pour les capillaires, *secrétaires* pour les glandes, et dites *trophiques* quand elles se rapportent aux excitations nutritives.

Par exemple, l'estomac est vide : ses membranes muqueuse et musculaire restent tout à fait passives, c'est-à-dire qu'il n'y a ni contractions dans la seconde, ni sécrétion du suc gastrique par la première; des aliments arrivent à l'intérieur du sac, et aussitôt son activité se développe : la tunique musculaire exécute des mouvements qui opèrent le mélange des aliments et les chassent vers l'ouverture pylorique; les cellules à pepsine entrent en jeu, et la surface libre de la membrane interne laisse exhiler en abondance le suc gastrique.

C'est que l'excitation exercée par la présence des particules alimentaires sur l'extrémité des fibres nerveuses à conductibilité centripète a été transmise par ces fibres au centre ganglionnaire, puis réfléchie sur les fibres à conductibilité centrifuge et ramenée par elles dans les tuniques de l'estomac, dont elle met en jeu les propriétés spéciales.

Ainsi en est-il pour toutes les excitations normales et

anormales produites dans les viscères. Le plus petit corps étranger dans les bronches ou la trachée provoque la toux, sans qu'on en ait conscience ; un excitant qui passe dans l'appareil urinaire provoque une plus abondante sécrétion d'urine ; un stimulant introduit dans l'estomac active la digestion ; un autre excitant particulier, agissant sur l'intestin, y détermine la purgation en activant la sécrétion des fluides intestinaux et les contractions de sa tunique musculaire. De même pour les glandes salivaires et pour les échanges nutritifs.

On se rend facilement compte de l'action réflexe en réduisant, par la pensée, le système nerveux à deux cellules, l'une sensitive et l'autre motrice, réunies par une fibre nerveuse et en communication chacune avec un nerf. L'impression reçue par le nerf sensitif est transmise par lui à la cellule du même nom, qui la réfléchit, à la manière d'un miroir, sur la cellule motrice. Celle-ci, ébranlée par l'impression, la transmet, par son propre nerf, à l'organe moteur qui entre en action, sans que le cerveau en soit averti, l'impression n'ayant pas été transmise jusqu'à lui.

Au fond, il n'y a très vraisemblablement, dans tous les centres nerveux, que des actions réflexes. La prétendue spontanéité psychique n'est sans doute pas autre chose qu'une conception métaphysique.

CHAPITRE XI

APPAREILS DES SENS

Énumération des sens. — Les sens sont au nombre de cinq : le *Toucher*, le *Goût*, l'*Odeur*, la *Vision* et l'*Ouïe*. Chacun a son appareil anatomique particulier ; mais quelques-uns dépendent en outre d'un appareil mixte, tels sont ceux du toucher, du goût et de l'odorat.

1. — Appareil du toucher.

Organes. — Le *Tact* ou *Toucher* a pour organes spéciaux des corpuscules ou papilles de l'extrémité des nerfs sensitifs, qui ont leur siège dans la peau, membrane de composition complexe, dont il faut faire connaître les éléments divers.

Peau. — La peau est l'enveloppe du corps ; elle en recouvre toutes les parties extérieures. Au niveau des ouvertures naturelles, elle s'amincit, pour se continuer avec les muqueuses tapissant l'intérieur de toutes les cavités qui sont en rapport direct avec l'air. La peau et les muqueuses forment ensemble l'*appareil tégumentaire* externe et interne. La constitution de cet appareil est la même essentiellement, sur quelque point qu'on l'envisage. Il ne diffère que par son épaisseur.

On y reconnaît le derme, avec ses corpuscules du tact et ses glandes, et l'épiderme, avec ses dépendances, le pigment, les poils et les productions cornées propres à la peau.

Derme. — Le *Derme* ou *Chorion* (*cutis*) forme la presque totalité de l'épaisseur de la peau. Il subsiste seul dans la peau tannée ou mégissée. C'est un tissu de faisceaux

conjonctifs entrecroisés (fig. 64, A). Ce tissu, plus ou moins serré, est très riche en vaisseaux sanguins et lymphatiques, ainsi qu'en filets nerveux. Entre ses faisceaux les plus serrés, on trouve aussi des fibres élastiques et des fibres musculaires lisses; entre ceux qui le sont moins, les lacunes sont occupées par des cellules adipeuses chez les animaux gras. C'est dans la couche inférieure du derme, contiguë au tissu conjonctif sous-cutané et aux muscles peauciers dans lesquels s'accumule la graisse, qu'existent ces lacunes et les cellules adipeuses qui les remplissent. Ainsi s'explique la plus grande souplesse de la peau des animaux engraisés.

En sortant du derme, les vaisseaux sauguins forment à sa surface externe un réseau de capillaires appelé *réseau de Malpighi* entourant les papilles que présente cette surface.

Le caractère chimique distinctif de l'élément fondamental du derme est de se transformer en gélatine par la coction, comme ceux des tendons, des ligaments et de la partie organique des os. Lorsque le tissu du derme a été détruit, il ne se régénère point. Il est remplacé par un tissu spécial dit cicatriciel, dépourvu des organes contenus dans le derme.

Sur certains points du corps, le derme adhère fortement au tissu conjonctif sous-cutané, par exemple le long de la ligne médiane et au niveau des saillies du squelette; sur d'autres, où ce tissu conjonctif est lâche et rempli de cellules adipeuses, il est très mobile et se plisse facilement. Au pourtour des ouvertures naturelles, à la face interne des cuisses et sous le ventre, le derme est plus mince que partout ailleurs.

Papilles ou corpuscules du tact. — A la surface externe du derme existent de petites saillies isolées, dites **corpuscules du tact**, formées de divisions nerveuses extrêmement fines. C'est par ces corpuscules, encore nommés *papilles de la peau*, que sont reçues les impressions tactiles au contact des corps extérieurs, impressions transmises ensuite au centre de perception par l'intermédiaire des nerfs de la peau.

Les papilles ou corpuscules du tact ne sont pas en égale abondance sur toutes les régions de la peau. Chez quelques genres, c'est aux lèvres qu'il s'en trouve le plus ; chez d'autres, c'est aux extrémités des doigts. Il y en a cependant plus ou moins partout.

Glandes de la peau. — Il y a dans la peau deux sortes de glandes : les sudoripares et les sébacées.

Les *glandes sudoripares* (fig. 64, J) ne sont point situées dans l'épaisseur du derme, mais bien au-dessous, dans le tissu conjonctif. Ce sont des glandes simples en tubes, dont le conduit excréteur traverse la membrane cutanée. Leur fonction est d'osmoser la sueur.

Les *glandes sébacées* (I) sont des glandes simples en grappes, ayant un conduit excréteur unique pour plusieurs grains glandulaires. Elles élaborent des matières grasses très complexes, que nous étudierons plus loin, et sont situées dans l'épaisseur du derme. Ces glandes ne sont pas également réparties dans la peau. Sur certains points, elles se montrent plus abondantes qu'ailleurs : ainsi dans l'intérieur du conduit auditif

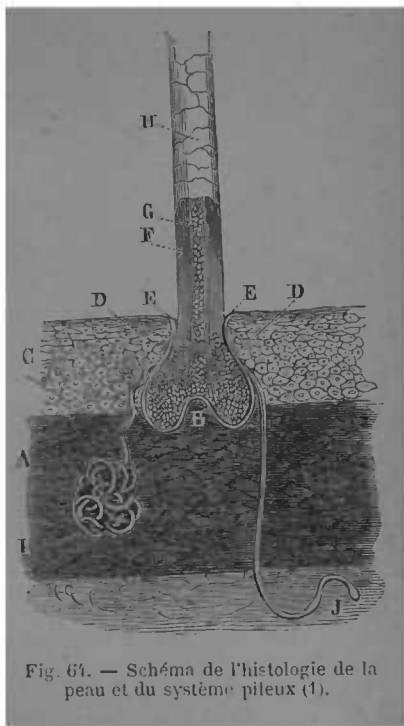


Fig. 64. — Schéma de l'histologie de la peau et du système pileux (1).

(1) A, derme ; B, papille dermique du poil ; C, épiderme ; DD, follicule pileux ; EE, étui ou gaine de la racine du poil ; F, substance corticale du poil ; G, substance médullaire ; H, cuticule ; I, glande sébacée ; J, glande sudoripare.

de tous les animaux, dans la peau du fourreau et du pénis des Équidés, dans l'espace interdigité des didactyles, notamment des Ovidés, et au fond de la poche cutanée qui existe, chez ces derniers, à la face interne des cuisses, au voisinage des aines.

Épiderme. — L'épiderme recouvre le derme. Il se compose de plusieurs couches de cellules spéciales, dites épidermiques, de formes diverses (fig. 64, C) et superposées. La plus profonde, immédiatement contigue au derme, est formée de cellules sphériques à contenu limpide; c'est ce qu'on appelle la *Couche muqueuse*. Les autres couches ont l'aspect d'une masse lamelleuse compacte, tantôt dure et cassante, tantôt molle et élastique, paraissant incolore, jaunâtre, blanche, grise ou noire.

La substance chimique fondamentale de l'épiderme a reçu le nom de *Kératine*. Elle a pour propriétés distinctives d'être insoluble dans l'eau, l'alcool, l'éther, mais de se dissoudre facilement dans les alcalis caustiques, les acides sulfurique et acétique concentrés, et de résister longtemps à la putréfaction. C'est une matière très riche en azote, qui ne donne point de gélatine par la coction.

Dans la couche fondamentale, les jeunes cellules nucléées sont d'abord sphériques, et leur protoplasma est limpide. Peu à peu, ce protoplasma s'épaissit et se solidifie. La cellule devient trouble et opaque. Le noyau ne peut plus être distingué. La cellule a pris l'état corné. Elle a perdu sa forme primitive et s'est aplatie, pour devenir une petite lamelle écailleuse, n'ayant plus aucune activité vitale et constituant la couche externe ou des lamelles cornées. Les frottements l'usent et la détachent des cellules voisines moins âgées.

A mesure que cette usure des lamelles superficielles a lieu, il se produit toujours au-dessous d'elles une quantité proportionnelle de jeunes cellules pour les remplacer, de sorte qu'il y a toujours simultanément production de jeunes cellules et usure de cellules anciennes, la couche profonde étant constamment poussée, jusqu'à ce qu'elle devienne superficielle.

L'épaisseur de l'épiderme varie sur les diverses parties

du corps. Les pressions mécaniques et les frottements exagèrent sa production. Le froid et les intempéries le durcissent. La chaleur le ramollit. Il est très hygroscopique.

Pigment. — La couche profonde de l'épiderme contient, dans la plupart des cas, la *Matière pigmentaire* ou pigment, formée de granulations brunes, que l'on voit par transparence à travers la couche superficielle, et qui se comportent diversement avec la lumière, selon qu'elles sont disséminées ou en masse plus ou moins forte. L'épiderme est généralement grisâtre ou noirâtre chez la plupart des genres d'animaux domestiques. Quelques-uns, cependant, sont dépourvus de pigment, soit sur toute la surface de leur corps, soit seulement par places. La peau s'y montre alors d'un rose pâle. Ces places sans pigment sont appelées *Taches de ladre*.

Poils. — Les poils sont des formations épidermiques dont la structure et le mode de production nous intéressent particulièrement. Ils sortent de la peau par une ouverture de l'épiderme, en affectant des formes diverses, selon leurs espèces particulières, que nous définirons plus loin. Voyons d'abord la structure du poil en général.

Le *Follicule pileux* (DD) est une petite cavité pyriforme ouverte par un goulot, au fond de laquelle se trouve une saillie du derme, qui est la *Papille du poil* (B). En un certain point de la hauteur du goulot s'ouvrent, sur les côtés, le conduit de la *Glande sudoripare* (J), située au-dessous du derme, et celui de la *Glande sébacée* (I) ou glande grasse de la peau. Ces glandes accompagnent chacun des poils, que la dernière enduit de son produit. La direction du col ou goulot est droite ou contournée en spirale plus ou moins complète. C'est de cette direction que dépend celle de la tige du poil, qui est droite dans le premier cas, frisée dans le second.

Dans le poil proprement dit on reconnaît la *Racine* ou le *Bulbe*, en contact immédiat avec la papille, la *Tige* et la *Pointe*.

Le *Bulbe*, petit renflement embrassé par une membrane mince dite *Étui intérieur de la racine* (EE), est formé de

cellules à noyau arrondies et pleines de suc, de la même nature que celles des cellules du réseau de Malpighi, dont elles sont une agglomération.

Par une transformation graduelle de ces cellules arrondies se produit la tige du poil, qui se montre composée de trois couches distinctes : 1^o la *Cuticule* (H) ; 2^o la *Substance corticale* (F), et 3^o la *Substance médullaire* (G).

La *Cuticule* ou *Épidermicule* consiste en une couche très mince de lamelles transparentes imbriquées à la manière des tuiles d'un toit, les inférieures couvrant les supérieures. Elles proviennent des cellules épidermiques de la gaine du follicule.

La *Substance corticale* est composée de cellules fusiformes, contenant un noyau en forme de bâtonnet. Ces cellules laissent entre elles des petits espaces vides dont dépend l'hygroscopicité du poil. C'est elle qui contient le pigment dans les poils colorés.

La *Substance médullaire*, la plus intérieure, est composée de cellules plus ou moins arrondies, souvent anguleuses, entre lesquelles existent des vacuoles. La plupart des histologistes admettent que les cellules de la substance médullaire proviennent du bulbe. W. von Nathusius pense avoir démontré qu'elles dérivent du derme, et que, comme l'élément fondamental de celui-ci, elles donnent de la gélatine par la coction. La substance médullaire n'existe pas dans toute l'étendue de la tige du poil, excepté chez les plus grossiers. Les poils fins en sont le plus ordinairement tout à fait dépourvus.

La *Pointe du poil* n'existe que chez ceux qui n'ont jamais été coupés. Elle est alors aiguë. Quand elle cesse d'être protégée contre les influences extérieures par l'enduit gras, elle se divise en deux branches ou davantage, ce qui donne à l'extrémité libre du poil l'apparence d'un pinceau. Elle est dite alors fourchue.

Mue du poil. — Chez la plupart des espèces animales, le bulbe se flétrit à la fin de l'hiver, par suite du ralentissement de la production des cellules. Alors il y a séparation avec la papille, et le poil tombe au printemps, pour être remplacé par une nouvelle pousse pileuse. C'est ce

qu'on appelle la *Mue*, qui n'a pas lieu chez les moutons domestiques bien entretenus.

Crins. — On distingue les *Crins* des poils, bien que leur organisation soit la même. Ils sont seulement plus gros et plus longs.

Chez les Équidés, les poils sont courts, fins, dans les régions surtout où la peau est mince. Ils sont imbriqués les uns sur les autres, et répandus en une couche mince. Ils constituent la *Robe* chez eux et le *Pelage* chez les Bovidés.

Des crins longs et flottants occupent le sommet de la tête, où ils prennent le nom de *Toupet* ; le bord supérieur de l'encolure pour former la *Crinière* ; la région inférieure des membres, où ils forment le *Fanon* ; et toute la surface de la *Queue*, où ils sont, en général, longs et touffus. Au bord libre des paupières, quelques crins constituent les *Cils*, et d'autres, droits et rigides, forment autour de la bouche les *Tentacules* des lèvres.

Les asiniens n'ont qu'une crinière et un toupet rudimentaires. Il n'y a qu'une petite quantité de crins à l'extrémité de la queue ; sa partie basilaire en est dépourvue.

Chez les Bovidés, il n'existe, en fait de crins, qu'un petit bouquet à l'extrémité de la queue, portant le nom de *Toupillon*, et un autre autour de l'ouverture du fourreau du mâle.

Laine et duvet. — Les Ovidés ont deux sortes de poils : les uns courts et rigides, existant aux membres et à la face chez toutes les espèces, et sur plusieurs autres points de la surface du corps chez quelques-unes, portent le nom de *Jarre* ; les autres, plus ou moins longs, plus ou moins abondants, constituent la *Laine* ou la *Toison* et le *Duvet*.

L'organisation fondamentale des filaments laineux ne diffère pas de celle des poils proprement dits. Seulement, la direction et la finesse du *Brin* varient beaucoup suivant les races, et dépendent des dimensions des follicules pileux. Les follicules grossiers sont moins nombreux, pour une surface donnée, que ceux qui produisent une laine plus fine.

Les brins sont légèrement ondulés, frisés en spirale, ou portent, dans leur continuité, des inflexions alternes et opposées, à angle plus ou moins aigu, dites en zigzag.

Les glandes grasses des Ovidés secrètent une matière complexe, de consistance variable, qui, mêlée avec la sueur, est connue sous le nom de *Suint*. Chez les Caprins, elle a une odeur accentuée, surtout chez les mâles.

Soies. — Les poils de Suidé portent le nom de *Soies*. Ils sont, en général, rudes et grossiers, de couleur blanche ou noire, et exceptionnellement frisés.

Robes. — Les poils et les crins des animaux sont blancs ou diversement colorés par des corpuscules pigmentaires en proportions variables. C'est sur les différences de coloration que sont établies les distinctions de la *Robe* chez les Équidés, et du *Pelage* chez les Bovidés, distinctions si utiles pour la caractéristique des variétés et pour établir les signalements individuels.

Quatre couleurs, avec leurs nuances diverses, se font observer dans les robes et les pelages. Ces couleurs sont le blanc, le noir, le rouge et le jaune. Les robes se classent en deux catégories : l'une comprenant les simples, l'autre les composées. Les robes simples sont formées de poils d'une seule couleur ; les composées en présentent de deux et quelquefois de trois. Seules les robes blanche, noire, alezane, baie, café au lait, souris et isabelle sont simples. Toutes les autres sont composées.

La *robe blanche*, due à l'absence de pigment dans les poils, n'a pas besoin de définition. Elle est exclusivement formée par des poils et des crins blancs, qui comprennent les nuances du *blanc mat*, du *blanc sale*, du *blanc porcelaine* ou à reflet bleuâtre, et du *blanc argenté*.

Il en est de même de la *robe noire*, très riche en pigment, dont les nuances sont le *noir franc* ou *mat*, le *noir jais* ou *jayet* à reflet brillant, et le *noir mal teint*, tirant sur le roux.

Les poils et les crins rouges, sans aucun mélange d'une autre couleur, constituent l'*alezan*, dont les nuances sont l'*alezan clair* ou *doré*, et l'*alezan foncé* ou *brûlé*.

Lorsqu'aux poils rouges sont joints des crins noirs, cela donne le *bai*. C'est donc seulement la couleur des crins qui sert à distinguer le *bai* et l'*alezan*.

La robe *baie* présente des variétés tenant à la nuance du poil. Il y a le *bai clair* ou *lavé*, le *bai cerise* à nuance rouge vif, le *bai marron*, et enfin le *bai brun*, caractérisé par la nuance foncée du poil, à laquelle sont jointes des nuances de feu autour du nez, aux flancs et aux fesses.

Les nuances du jaune forment la *robe café au lait*, qui est accompagnée de crins d'un blanc jaunâtre.

La robe *souris* est caractérisée par des poils de la teinte grise particulière au pelage de l'animal dont elle porte le nom. Elle est accompagnée de crins noirs et de particularités qui seront indiquées plus loin.

Le mélange, en proportions diverses, des poils des quatre couleurs précédentes forme un certain nombre de robes composées, que nous allons maintenant indiquer.

Des poils blancs et des poils noirs mélangés donnent les variétés de la *robe grise*, l'une des plus répandues.

Ces variétés sont le *gris clair*, le *gris argenté*, le *gris foncé*, le *gris ardoisé* et le *gris fer*, dans lesquels les deux couleurs sont fondues; le *gris étourneau*, parsemé de petits bouquets de poils blancs; le *gris pommelé*, présentant des places plus ou moins nombreuses avec des zones irrégulières de poils noirs.

Des poils jaunes sur le corps, avec les membres, la crinière et la queue noirs, caractérisent la robe *isabelle*.

Le noir et le jaune sur un seul et même poil, la première couleur en occupant le pied, donnant la robe *louve*.

Le mélange des poils blancs et des poils rouges donne la *robe aubère*. Dans ce cas, les crins sont également mélangés ou d'une seule des deux couleurs. Suivant la prédominance du blanc et du rouge, l'*aubère* est *clair* ou *foncé*. Lorsque la robe aubère reflète une teinte rosée, elle est dite *fleur de pêcher*.

Les poils blancs et rouges mélangés, avec les crins

noirs, forment le *rouan*, qui est *clair* lorsque le blanc domine dans les crins de la crinière et des extrémités; il est *foncé* dans le cas où ces crins sont noirs; dans le *rouan vineux*, le rouge domine dans le mélange.

Les mélanges des poils ne sont pas toujours généraux. Les diverses couleurs sont parfois réparties isolément en larges places. Cela se montre seulement, toutefois, pour le noir et le rouge avec le blanc. Il en résulte les *robes pies*, comportant les trois variétés du *pie-noir*, du *pie-alezan* et du *pie-bai*, ce dernier caractérisé par des crins noirs. Il serait plus exact de réserver la désignation seulement pour la robe formée de blanc et de noir.

Particularités. — En outre des caractères généraux des robes, il existe des *Particularités* fort utiles à connaître pour établir les signalements. Elles sont tirées des reflets ou de la présence de poils blancs, noirs ou rouges disposés dans certaines régions du corps.

Des reflets brillants bien circonscrits sur l'alezan ou le bai, le font qualifier de *miroité*.

La tête entièrement noire est dite *cap de maure*.

D'un autre côté, l'absence de tout poil blanc dans la robe, quelle que soit d'ailleurs sa nuance, la fait qualifier de *noir*.

De rares poils blancs disséminés sur le corps dans une robe noire, alezane ou baie, la font qualifier de *rubican*.

Un peu agglomérés par places, en flocons, ce sont des *neigeures*.

Les taches de poils blancs sur un point quelconque de la face sont des *marques-en-tête*.

Si ces poils sont peu nombreux et disséminés sur le front, on désigne leur présence par la mention de *quelques poils en tête*.

Réunis et formant une tache blanche arrondie et bien circonscrite, c'est la *pelote en tête*.

Avec des contours anguleux, c'est l'*étoile en tête*.

Prolongée sur le chanfrein en bande étroite, c'est la *liste en tête*.

En bande élargie, c'est la *belle face*.

Ces dernières particularités sont souvent accompagnées

par des *taches de ladre* aux lèvres. Si les deux lèvres en montrent, le cheval est dit *buvant complètement dans son blanc* ; dans le cas où une seule ou des parties seulement des deux en sont atteintes, on l'exprime ainsi : *buvant incomplètement dans son blanc*.

Dans quelque région du corps qu'elles se montrent, d'ailleurs, les taches de ladre doivent être mentionnées au signalement.

Lorsque les marques blanches existent à l'extrémité inférieure des membres, on les appelle des *balzanes*.

Il n'y a quelquefois que de rares poils blancs disséminés autour de la couronne du pied ; on les signale par *quelques poils blancs à la couronne*.

Réunis en un point restreint, c'est la *trace de balzane*.

Embrassant tout le contour de la couronne, mais sans le dépasser, c'est le *principe de balzane*.

Arrivant au niveau du boulet, c'est la *petite balzane* ;

Jusqu'au milieu du canon, c'est la *grande balzane* ;

Près du genou ou du jarret, c'est la *balzane haut chaussée*.

La balzane est *dentelée, bordée, mouchetée, truitée* ou *herminée* lorsque ces contours sont irréguliers, ou sa surface marquée de plaques noires ou rouges.

Les petites taches noires disséminées sur le fond de la robe claire sont des *mouchetures*. La robe est dite alors mouchetée.

De semblables taches plus étendues sont des *tigrures*, qui font la robe tigrée. Sur les balzanes ou les taches blanches du corps, on les appelle plutôt *herminures*.

Les lignes noires sur une place quelconque du corps sont des *zébrures*. La robe est dite alors *zébrée*.

Ces particularités, ainsi que la raie noire sur l'épine dorsale, dite improprement *raie de mulet*, ne se montrent guère que sur les robes souris et isabelle.

Des petites taches rouges disséminées sur les robes grises sont dites *truitures*. Le gris est alors *truité*.

Pelages. — Le *Pelage* des Bovidés est, en général, moins varié que la robe des *Équidés*. Les mêmes dénominations ne sont pas usitées pour les mêmes couleurs.

Ainsi, l'alezan clair, qui est une dégradation du rouge vers le jaune, est désigné par l'expression de *froment* ; le bai cerise, assez répandu, est dit pelage *rouge*.

L'aubère est appelé pelage *rouan* ; tacheté de blanc, il donne le pelage *caille*.

Des lignes de poils noirs irrégulières et verticales, sur un fond froment ou tout autre plus foncé, forment le pelage *bringué*.

Il y a, en outre, le pelage *fauve*, caractérisé par des poils de nuance plus claire à leur extrémité, le fond de la robe étant brun par places, et plus généralement jaune foncé. On l'appelle aussi *café*.

Le louvet des Équidés est ici appelé pelage *blaireau*.

Le pelage *pie* est très commun. Avec le rouge, on le désigne par *blanc et rouge* ou *rouge et blanc*, selon la prédominance de la couleur indiquée en premier lieu.

La toison des Ovidés et les soies des Suidés ne présentent que le blanc et les diverses nuances du noir ou du roux

Appendices cornés. — Les *Appendices cornés* de la peau sont les *Cornes frontales*, les *Châtaignes*, les *Ergots* et les *Ongles*, connus sous le nom de *Sabots* chez les monodactyles, et d'*Onglons* ou *Sotilles* chez les didactyles et les trédactyles.

Cornes frontales. — Les *Cornes frontales*, quelle que soit leur forme très différente chez les Bovidés et chez les Ovidés, ont partout la même organisation. Elles ont pour base la cheville osseuse plus ou moins longue, dépendant de l'os frontal, et sur laquelle la corne semble moulée.

L'évolution de la cheville osseuse ne se fait qu'à un certain âge, et elle est précédée par la formation d'un petit cône plein de matière cornée, dont la trace se montre dès la naissance et qui devra être, plus tard, l'extrémité libre de la corne. C'est autour de ce cône que la peau se modifie pour donner naissance à la matrice de la corne, formée aux dépens du chorion, et qui s'étend à la surface de la cheville à mesure que celle-ci s'accroît.

Les choses étant ainsi disposées, la production des cel-

lules cornées fonctionne, et de nouveaux anneaux coniques s'ajoutent successivement les uns aux autres. Cela fait que la corne, dans la constitution de laquelle n'entrent que des lamelles d'épiderme et plus ou moins de corpuscules pigmentaires, se montre toujours moins épaisse à mesure qu'on la considère plus près de sa base, où elle est réduite à une lame circulaire fort mince, à son point de départ à la peau.

La surface de la corne est lisse ou marquée de sillons circulaires plus ou moins profonds, qui, chez les Bovidés, ont longtemps servi à déterminer l'âge. Le premier représentait la pousse de trois ans, et chacun des autres celle d'une année seulement. Ces sillons, dus au ralentissement de la formation cornée durant la saison d'hiver, par suite de l'alimentation insuffisante, n'existent point chez les sujets régulièrement bien nourris. Chez les Ovidés, ils sont constants et plus nombreux.

La couleur et la densité des cornes dépendent uniquement de celles de la peau qui en forme la matrice, et, par conséquent, de la quantité de pigment et d'épiderme qu'elle produit en même temps.

Châtaignes. — Les *Châtaignes* sont des plaques cornées plus ou moins épaisses et d'une densité variable, que l'on rencontre à la face interne et vers le tiers inférieur de l'avant-bras de tous les Équidés, et aussi à l'extrémité supérieure de la face interne du canon postérieur, au-dessous du jarret. Ces dernières manquent chez les ânes et chez quelques chevaux. On n'en trouve aucune chez les autres animaux domestiques.

Ergots. — En arrière de l'articulation métacarpo-phalangienne, il existe à chacun des membres des Équidés une production cornée analogue aux châtaignes et qui a reçu le nom d'*Ergot*.

Sabot. — Le *Sabot* est l'ongle des Équidés. On connaît la troisième phalange et les fibro-cartilages qui la prolongent en arrière et de chaque côté, ainsi que l'expansion plantaire du tendon du perforant, qui passe sur le petit sésamoïde. Il existe encore, entre ces deux cartilages, recouvrant la face inférieure de l'expansion tendi-

neuse, une espèce de coin assez épais, présentant en dessous un renflement pyramidal dont l'extrémité postérieure est arrondie et creusée d'une échancrure, qui se prolonge en avant par un sillon assez profond. C'est le *Coussinet plantaire*, formé d'un canevas fibreux circonscrivant des aréoles remplies par du tissu jaune élastique.

L'os et le coussinet plantaire sont, en quelque sorte, chaussés par une membrane qui n'est que la continuation du derme et qui porte le nom de *Membrane kératogène*.

Au point où commence le sabot, la peau présente tout autour de la deuxième phalange ou de la couronne un renflement, couvert de villosités, qui est appelé *bourrelet* ou *cutidure*. Immédiatement au-dessous elle se modifie.

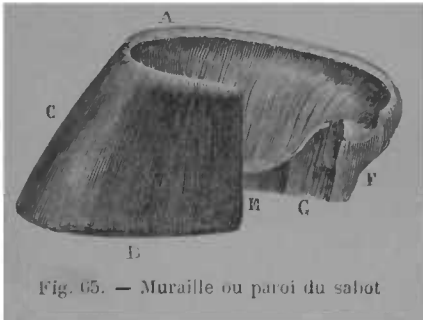


Fig. 65. — Muraille ou paroi du sabot

La partie qui recouvre les faces antérieure et latérale de l'os présente une multitude de lamelles ou feuilletés placés de champ, qui ne sont que de larges papilles dermiques riches en corpuscules du tact, surtout

vers leur extrémité inférieure. C'est ce qu'on appelle le *Tissu feuilleté*, ou encore *podophylleux*.

A la région inférieure, ou surface plantaire de l'os, et sur le coussinet plantaire, la membrane porte le nom de *Tissu velouté*. Elle doit ce nom à ce qu'elle est hérissée d'innombrables villosités ou papilles qui lui donnent l'apparence du velours.

C'est sur ces diverses parties de l'appareil tégumentaire, très riches en vaisseaux et en nerfs, que se moule l'enveloppe ou boîte cornée appelée *Sabot*.

En examinant le sabot des monodactyles, on y trouve trois parties distinctes, seulement soudées entre elles. Ces trois parties sont la *Muraille* ou *Paroi*, la *Sole* et la *Fourchette*.

La *Muraille* ou *Paroi* (fig. 65) est celle qui enveloppe l'os en avant et sur les côtés. C'est une lame de corne contournée en forme de cône tronqué obliquement à son sommet et à sa base, les deux plans de troncature étant convergents en arrière. Elle se replie brusquement, et ses extrémités rétrécies en pointe se dirigent ensuite en dedans et en avant pour venir former ensemble un angle aigu, de telle sorte que ses lames latérales embrassent le coussinet plantaire.

La portion moyenne et antérieure de la paroi est la *Pince* (C); immédiatement après celle-ci, et de chaque côté, viennent les *Mamelles* (B); ensuite les *Quartiers* (E); puis au point où la muraille s'infléchit, les *Talons* (F); enfin, les parties repliées à l'intérieur sont les *Barres* (G) ou *Arcs-boutants*.

La surface externe de la paroi, convexe d'un côté à l'autre, mais parfaitement rectiligne du bord supérieur au bord inférieur, est polie et luisante dans l'état

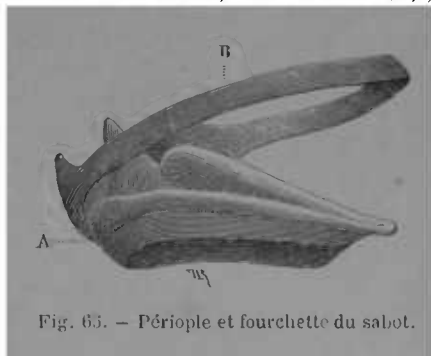


Fig. 65. — Périople et fourchette du sabot.

normal, ce qui est dû à une légère couche cornée indépendante de cette même paroi et qui porte le nom de *Périople* (fig. 66, B). Sa surface interne présente partout des lames blanches parallèles et exactement disposées comme celles du tissu podophylleux, avec lesquelles elles s'engrènent. Ces lames cornées sont le *Tissu kéraphylleux*.

Le bord supérieur (fig. 65, A) est taillé en biseau interne excavé, dans lequel se loge le bourrelet. La cavité, dite cutidurale, est criblée d'une multitude de trous dans lesquels s'engagent les villosités du bourrelet. Le bord inférieur, qui porte sur le sol dans l'appui du pied, est le bord plantaire.

La paroi est constituée, dans sa plus grande épaisseur, par des tubes cornés parallèles, et le plus souvent pig-

mentés, qui partent du bourrelet dont ils coiffent, en quelque sorte, par leur orifice supérieur, les villosités qui en sont la matrice. Les lamelles épidermiques se disposent autour des villosités pour former ces tubes, et les espaces intertubulaires sont remplis par des rangées assez régulières d'autres lamelles disposées elles-mêmes parallèlement et entremêlées de granulations pigmentaires. Sur des coupes minces, transversales et longitudinales, ces dispositions sont faciles à voir au microscope. Les premiers montrent, comme l'avaient déjà indiqué Gurlt, Delafond, Chauveau, des vides circulaires, qui sont la



Fig. 67. — Sole du sabot.

lumière des tubes, et des lignes obscures correspondant aux lamelles vues de champ. Après un court séjour dans une solution de potasse à 40 p. 100, cette corne compacte de la paroi se ramollit et se laisse, en effet, facilement dissocier en lamelles épidermiques. Aux points de contact avec les lames internes, formant le tissu kéraphylleux, il existe une couche de ces lamelles

plus molles et disposées moins régulièrement, où le pigment est absent. Les lames kéraphylleuses ont la même organisation tubuleuse, mais la direction de leurs tubes est horizontale, comme celle des villosités podophylleuses, au lieu d'être verticale.

La sole (fig. 67) est une plaque cornée, imparfaitement circulaire ou ovale, avec une échancrure angulaire plus ou moins profonde sur son bord postérieur. Elle est immédiatement appliquée sur la face plantaire de la troisième phalange revêtu du tissu velouté. Sa face supérieure, convexe par conséquent, est comme la cavité cuticulaire de la paroi criblée de trous, dans lesquels se logent les villosités de ce tissu. Sa face supérieure, un peu

creuse vers le centre, est ordinairement irrégulière et plus ou moins écaillée dans les conditions normales. Par sa circonférence, elle est en contact avec la face interne du contour plantaire de la paroi, là où se terminent les lames kératophylleuses de celle-ci, et, de la sorte, elle forme le fond de la boîte cornée en se soudant avec toutes les parties de sa paroi, y compris les barres.

L'examen microscopique de la corne de la sole fait voir qu'elle est, elle aussi, tubuleuse. Seulement, les lamelles intertubulaires, au lieu d'y être disposées en rangées parallèles, comme dans la paroi, y sont agglomérées sans ordre, affectant des directions irrégulières. Elles s'y dessèchent plus facilement, et celles de la face inférieure se détachent en plaques écailleuses. Sur le contour externe, il y a comme une sorte de cercle d'épaisseur variable, de nuance toujours plus claire, formé exclusivement de lamelles cornées plus faciles à dissocier par la solution de potasse, et qui établit la soudure avec la paroi. C'est ce qu'on a appelé le *limbe de la sole*.

Dans l'échancrure postérieure de la sole, entre les arcboutants et les barres de la paroi, se loge la *Fourchette* (fig. 66, A). C'est une masse de corne en forme de coin, qui recouvre le corps pyramidal du coussinet plantaire revêtu, lui aussi, par le tissu velouté, et se moule exactement sur lui. Elle offre ainsi, à sa face inférieure, un sillon profond qui la divise en deux branches et qui s'arrête, après avoir diminué progressivement de profondeur, à une distance variable de sa pointe. Celle-ci se prolonge, en effet, plus ou moins au-delà du centre de la sole. Ce sillon est la *Lacune médiane de la fourchette*. Sur les côtés, entre les branches et les barres, sont les *Lacunes latérales*. A l'extrémité postérieure de chacune des branches, par où s'établissent les rapports avec la peau du pli du paturon, se montrent des renflements arrondis qui sont les *Glômes de la fourchette*.

La corne de la fourchette a des propriétés très différentes de celles de la sole et de la paroi. Elle est cependant constituée de même par des tubes et des lamelles cornés, mais les tubes y sont flexueux et les lamelles

disposées en rangées rayonnantes dans toutes les directions, comme des sortes de tonneaux. Sur une coupe verticale, montrant les tubes dans le sens de leur longueur, on suit chacun de ceux-ci depuis son origine à la villosité jusqu'à son extrémité libre, mais en y constatant des interruptions et des coupes en biseau qui en attestent la flexuosité. C'est à cela, sans aucun doute, que la corne de la fourchette doit sa plus grande élasticité et sa consistance spongieuse quand elle est suffisamment humide.

Sur la surface des glômes de la fourchette et sur celle de la paroi, il existe une mince couche de corne unie et luisante dont on a fait un organe distinct du sabot sous le nom de *Périople*. C'est purement et simplement une continuation de la couche externe des lamelles épidermiques de la peau, qui forme à l'ongle un revêtement externe ou épidermique.

Le sabot s'accroît en longueur par l'addition continuelle de cellules cornées produites par le bourrelet. Ces cellules nouvelles chassent les anciennes et les forcent ainsi à descendre en glissant sur la corne amorphe qui les unit aux feuillettes restant immobiles et aussi sur la soudure de la sole. Celle-ci est donc de plus en plus débordée par la paroi qui s'allonge.

Onglons. — L'organisation des onglons du pied fourchu des ruminants et des Suidés est, dans son ensemble, la même, au fond, que celle du sabot des monodactyles, que nous venons de décrire.

Pour en avoir une juste idée, il suffit de supposer que le sabot de ceux-ci a été fendu longitudinalement dans toute son étendue. On retrouve exactement, dans chacun des onglons, une de ses moitiés latérales, l'espace interdigité représentant inférieurement la lacune médiane de la fourchette prolongée jusqu'au niveau de la deuxième phalange; seulement, la paroi est infléchie vers la pince au lieu de l'être au talon.

En haut et en avant de la division, la peau du bourrelet forme une sorte de double sillon divergent, séparé par un cul-de-sac, nommé *Sinus biflexe*, revêtu de peau fine et

dépourvue de poils. Il se fait remarquer par sa grande richesse en glandes sébacées. Le sinus biflexe n'existe point chez tous les didactyles.

2. — Fonctions de la peau.

Protection. — La peau est avant tout l'enveloppe protectrice du corps, garantissant les organes qu'elle recouvre contre l'influence des agents extérieurs, principalement à l'aide de ses appendices pileux.

Toucher. — Son contact avec ces agents donne aux animaux les moyens d'apprécier leurs qualités ou propriétés, par l'intermédiaire des rameaux nerveux, répandus en si grande abondance dans ses papilles, ou corpuscules du tact. C'est par là qu'elle est l'organe du toucher.

Respiration. — La peau a une autre fonction, par laquelle elle est le véritable auxiliaire des poumons. Il s'opère par son intermédiaire, comme pour l'organe pulmonaire, un continuel échange entre l'oxygène de l'air et l'acide carbonique du sang. La peau exhale, elle aussi, constamment de l'acide carbonique et absorbe de l'oxygène, mais seulement dans des proportions moindres pour une égale surface, ce qui est dû à la finesse différente des deux membranes.

On s'en est assuré par l'analyse de l'air confiné dans lequel le corps des animaux avait été maintenu durant un certain temps, de façon que les produits de leur respiration pulmonaire pussent s'échapper au dehors. Il a été facile alors de constater que les qualités de l'air étaient complètement changées. On y a trouvé dans tous les cas moins d'oxygène, plus d'acide carbonique et plus d'humidité : preuve évidente de la fonction respiratoire de la peau.

Excrétion de la sueur. — Celle-ci est accomplie par les glandes sudoripares. On a pu acquérir indirectement la démonstration de son importance en mettant obstacle à son exécution. En fermant, à l'aide d'un enduit imperméable, les orifices des glandes, on a vu bientôt les ani-

maux soumis à cette expérience mourir avec tous les caractères d'un empoisonnement, bien qu'ils pussent respirer librement par les poumons.

Si donc la fonction respiratoire et la fonction excrétoire de la peau ne peuvent pas suppléer celle du poumon, il n'en est pas moins certain qu'elles sont, de leur côté, tout aussi indispensables à la conservation de la vie. Du reste, des notions précises sur la composition de la sueur seront plus propres à donner une idée exacte du phénomène que tout ce que nous en pourrions dire.

La sueur est un liquide clair, incolore, acide ou alcalin, d'une odeur particulière différente aux diverses places de la peau, et d'une saveur nettement salée. Sa composition présente de grandes variations, quant aux proportions d'eau et de parties solides. La plus forte quantité de celles-ci est formée par des chlorures alcalins, notamment par du chlorure de sodium. Cette composition dépend d'ailleurs essentiellement de l'abondance de l'excrétion, de sa durée, de la surface excrétoire, de l'individualité et de l'alimentation et même du genre des animaux.

D'après les recherches de Funkes, l'urée forme le tiers des substances organiques contenues dans la sueur. Les glandes sudoripares sont donc manifestement les auxiliaires des reins pour l'élimination de cette urée. Leclerc a annoncé qu'il avait trouvé dans la sueur du cheval de notables quantités d'albumine, indépendamment des larmes épidermiques qu'elle entraîne toujours en proportion plus ou moins forte. Cela aurait besoin de confirmation. L'abondance de la sueur diminue les urines et réciproquement.

En outre de ces matières azotées, la sueur contient les matières grasses sécrétées par les glandes sébacées.

La sueur du mouton, ou le *suint*, a une composition très complexe, sur laquelle nous reviendrons en détail dans une autre partie de cet ouvrage. Ajoutons seulement ici que Maumené et Rogelet y ont trouvé une si forte proportion de potasse, que leurs recherches ont eu pour résultat l'établissement d'une industrie régulière pour l'extraction de cette potasse des eaux de désuintage des laines.

On conçoit sans peine que toutes ces matières, en s'accumulant dans le sang lorsque leur excrétion est empêchée, produisent des phénomènes toxiques mortels.

Régulation de la température animale. — La peau joue aussi le rôle de régulateur de la température animale. Lorsque la chaleur se dégage en excès, ses capillaires se relâchent, admettent plus de sang, la sudation se produit, et l'eau de la sueur, pour se diffuser dans l'atmosphère, emprunte de la chaleur au sang et abaisse sa température. Elle augmente ainsi les pertes pour rétablir l'équilibre. De même aussi quand l'excès est dû à l'élévation de la température ambiante. Lorsqu'au contraire celle-ci s'abaisse et refroidit le corps, les capillaires cutanés se resserrent, admettent moins de sang, et la peau ne perd plus, par rayonnement, qu'une moindre quantité de chaleur. Ainsi, dans les deux cas, se rétablit la température normale.

3. — Hygiène de la peau.

Pansage. — Les matières solides entraînées par la sueur se déposent par l'évaporation de l'eau. Ces matières solides accumulées obstruent plus ou moins les orifices de la membrane cutanée; elles gênent ainsi tout à la fois les exhalaisons et la fonction respiratoire périphérique, sur l'importance de laquelle nous avons appelé l'attention. Le pansage a pour but et pour effet de débarrasser la peau de ces matières excrémentitielles.

Outre ce premier effet du pansage, il est certain que la plupart des pratiques qui le composent en ont un autre moins généralement apprécié, mais très utile aussi, et qui est d'exercer sur la membrane cutanée et sur les parties sous-jacentes une excitation particulière, dont nous parlerons bientôt. Auparavant, indiquons les instruments usités pour effectuer le pansage, puis nous dirons le meilleur mode d'emploi de chacun d'eux.

Les instruments de pansage les plus usités sont l'*Étrille*, la *Brosse*, le *Peigne*, l'*Époussette*, l'*Éponge*, le *Bouchon* et le *Cure-pied*. L'usage particulier de chacun de ces instru-

ments et la part qu'il prend dans l'exécution d'un pansage complet sont bien connus. Nous ne nous arrêterons donc pas à les décrire minutieusement. Il convient seulement d'examiner cet usage au point de vue de ses effets hygiéniques.

L'action directement exercée sur la peau par les pointes ou les dents des lames de l'étrille attaque le plus souvent l'épiderme, en détache les lamelles et dépasse ainsi le but, qui devrait être seulement d'enlever les matières excrémentitielles déposées à sa surface et entre les poils. Pour n'être pas nuisible, l'étrille, maniée légèrement et avec beaucoup de précautions, devrait borner son action à ce qui vient d'être dit. Or, il est bien difficile d'obtenir des gens qui exécutent le pansage qu'ils se maintiennent dans ces limites.

Sur les sujets à peau épaisse, à poil abondant, long et grossier, les inconvénients sont moindres, les dents de l'étrille pénétrant avec moins de facilité jusqu'à l'épiderme; mais quant aux sujets fins, il est à peu près impossible de les éviter. La peau subit ainsi l'influence d'une irritation périodique, qui exagère sa sensibilité et la rend plus impressionnable à l'action des courants d'air, moins protégée qu'elle est par son revêtement normal. Cette irritation est pénible pour la plupart des chevaux, qui le manifestent en réagissant surtout lorsque l'étrille passe sur les parties peu fournies de muscles.

Le mieux serait donc de proscrire complètement l'usage de l'étrille, ou tout au moins de la réserver pour les cas exceptionnels et pour les parties du corps fortement souillées par des excréments ou de la boue, en ayant soin toujours de ne se servir de cet instrument violent qu'avec modération. La brosse de chiendent peut aussi bien remplir son office. Elle permet de nettoyer également la peau, bien que son action soit moins rapide.

Et, du reste, cette dernière condition a elle-même de grands avantages. Les frictions qu'elle produit agissent avec d'autant plus d'efficacité qu'elles sont plus prolongées et moins intenses.

Nous n'hésitons pas, par conséquent, à recommander

pour tous les cas la substitution de la brosse de chiendent à l'étrille dans le pansage des chevaux, surtout en faisant remarquer qu'il convient toujours, lorsque ceux-ci rentrent en sueur à l'écurie, de les sécher en passant sur leur corps, dans le sens des poils, ce qu'on appelle un *couteau de chaleur*, sorte de lame mousse en bois ou en métal, qui fait tomber l'eau en entraînant les matières dissoutes.

Pour les Bovidés, beaucoup trop négligés sous ce rapport, cela peut suffire à la rigueur. Tout ce que l'on peut dire au sujet de la propreté de la peau du cheval s'y applique également, et surtout pour ce qui concerne les bêtes dont l'unique fonction est d'augmenter de poids.

Dans le pansage du cheval, après la première opération que nous venons de voir, il convient de faire usage du bouchon de paille légèrement humide. Cette seconde pratique a moins pour objet de nettoyer la peau que d'exercer un massage méthodique. Aussi est-elle particulièrement sur les membres que le bouchon doit agir. Les frictions et les pressions qui constituent ce massage excitent la circulation dans les muscles, entraînent les résidus nutritifs en produisant une sensation de chaleur douce, qui fait disparaître les effets de la fatigue.

Au bouchon succède l'époussette, qui a pour effet de chasser des poils la poussière laissée par la brosse. Il ne reste plus qu'à lisser les poils en passant à leur surface, dans le sens de leur direction, la brosse en crin. La crinière et la queue sont ensuite peignées, puis enfin vient le tour de l'éponge, à l'aide de laquelle il faut laver à grande eau les yeux, les oreilles, les naseaux, l'anus, l'intérieur du furreau, le bord supérieur de l'encolure et la naissance de la queue.

Le moment du pansage journalier est pour l'hygiène indifférent. Cela dépend des exigences du travail. Ce qui importe, c'est que l'opération ait lieu au moins une fois et qu'elle soit complète. Elle ne saurait être exagérée. La propreté de la peau est une des plus impérieuses nécessités de la santé. Un bon palefrenier ne peut jamais abuser de la brosse ni du bouchon.

Quant à la question de savoir s'il convient mieux de panser les chevaux dehors ou dedans, question qui a été fort agitée pour ceux de troupe, elle ne peut guère recevoir une solution absolue. En principe, il y a avantage à ne pas conserver dans l'intérieur des écuries les impuretés qui s'échappent du corps des animaux; mais d'un autre côté, il est bon de ne pas exposer au dehors les animaux immobiles à l'influence de l'air froid, contre lequel ils ne peuvent réagir. Si la température est douce et que, sans nuire au service, on puisse sortir les animaux à l'ombre pour les panser, cela vaut assurément mieux que de les tenir dans l'intérieur de l'écurie. En tous cas, lorsque ces conditions n'existent pas, il est bon de tenir tout ouvert durant le pansage, afin que les courants d'air puissent entraîner les poussières irritantes au dehors.

Tondage. — Il n'est plus guère nécessaire maintenant d'entreprendre la démonstration des avantages hygiéniques de l'opération du tondage des animaux. Des considérations fondées sur une connaissance incomplète des fonctions de la peau l'ont pendant longtemps fait repousser *a priori*, par une fausse application de ce que l'on considérerait comme une loi naturelle, bien que l'expérience en eût prouvé les avantages dans certaines localités où elle s'est pratiquée de tout temps sur les animaux travailleurs. On sait à présent que ces animaux ont au demeurant moins besoin d'être protégés contre les intempéries par de longs poils que contre les conséquences d'un fonctionnement imparfait de leur organe cutané, en vue des conditions qui lui sont faites par les exigences du service auquel ils sont soumis.

Il est clair que la transpiration insensible et la fonction respiratoire de la peau sont d'autant plus facilitées que le revêtement pileux de cette membrane forme à sa surface une enveloppe moins épaisse.

Lorsque les poils sont courts, la diffusion de la sueur se fait à mesure de sa production et d'une manière insensible. Le repos succédant au travail, il n'y a plus à craindre les effets du refroidissement subit causé par l'évaporation du liquide accumulé sur les poils. Avec la

facilité qu'il donne pour l'exécution du pansage et l'entretien de la propreté de la peau, c'est là le principal avantage du tondage. Du reste, après ce qui a été constaté par des expériences faites en grand dans nos régiments de cavalerie pour les chevaux, et dans quelques fermes du Nord pour les bœufs, il n'y aurait pas lieu d'entrer dans ces détails, si ce n'est pour se rendre compte des bons résultats hygiéniques de l'opération.

Il est établi que le tondage excite l'appétit et fortifie la santé. Dans tous les cas, les animaux qui y ont été soumis ont toujours montré plus d'aptitude à leur service, en conservant au moins autant d'embonpoint que ceux dont la robe avait été comparativement respectée. Ces bons effets ont été sensibles surtout sur les chevaux relativement faibles et malingres, souvent indisponibles.

Les résultats avantageux du tondage ne sauraient donc plus être contestés.

Au printemps et en été, les animaux n'en ont pas besoin, quoique moins que jamais à ce moment il puisse leur être nuisible. C'est pour la saison d'hiver, où les poils sont plus longs et plus abondants, qu'il doit être recommandé. Mais il ne serait pas prudent d'attendre la venue des grands froids pour priver brusquement la peau d'une partie de sa fourrure. Une des premières lois de l'hygiène, en toute chose, est de ménager les transitions. Il convient donc de procéder au tondage vers la fin de l'automne, avant la venue des grands froids. La peau s'habitue ainsi progressivement à supporter, sans aucun dommage, la température basse de l'air qui l'entoure dans les moments de repos. Il n'y a plus ensuite aucun inconvénient à renouveler l'opération en plein hiver, s'il y a lieu, c'est-à-dire si les poils ont repoussé au-delà de certaines limites.

L'opération a été rendue facile et peu coûteuse par l'invention des petites machines appelées tondeuses qui ont grandement contribué à en généraliser l'usage.

Bains. — Il n'est point question ici de ce qu'on appelle des **bains chauds**, du moins pour ce qui concerne les **grands animaux**. Bien qu'ils ne puissent être que fort

utiles pour leur santé, comme ils le sont pour celle de l'homme, ces bains étant le meilleur moyen d'entretenir la propreté de la peau, les difficultés de leur application nous défendent d'y songer. On ne veut parler que des bains froids pris dans les masses d'eau naturelles.

Les effets de ces bains sont faciles à comprendre et à exposer. Outre leur action comme moyen de débarrasser la peau des impuretés qui la souillent et de compléter les avantages du pansage, ils exercent sur l'économie en général une influence encore bien plus à considérer. C'est surtout dans la saison chaude que cela est appréciable. Il suffit d'en avoir soi-même usé pour connaître la sensation de bien-être et de vigueur qui succède à la sortie d'un bain froid, après que la réaction s'est produite.

L'interprétation physiologique en est des plus faciles. L'effet du bain est principalement de régulariser et de faciliter la circulation périphérique, par la réaction qui succède à l'impression de fraîcheur produite sur la peau, et qui en éloigne le sang. Il importe donc de provoquer cette réaction par l'exercice immédiatement après la sortie du bain, et au besoin par des frictions, si l'exercice ne suffisait pas.

Les bains froids sont d'autant plus salutaires qu'ils sont plus généraux. Ils ne sont pas assez usités. Il est seulement habituel, partout où il existe une rivière ou une masse d'eau quelconque, d'y conduire presque chaque jour les chevaux en toute saison pour leur faire prendre au moins un bain de jambes. C'est le plus souvent en vue seulement de les laver de la boue; mais la pratique n'en agit pas moins sur les membres dans le sens que nous venons de voir. En été surtout, l'immersion du corps dans l'eau doit être complète et peut se prolonger. Il est bon toutefois que l'animal n'y demeure pas immobile. Le mieux est de lui faire traverser plusieurs fois le bain. La réaction se fait ensuite facilement sous l'influence de l'action d'un soleil chaud. Si la température extérieure n'est pas élevée, le bain d'eau froide se borne à une immersion instantanée, suivie de quelques minutes d'exercice, jusqu'à ce que le corps soit à peu près sec.

Dans ces conditions, les bains sont une excellente pratique hygiénique pour tous les animaux. Ils font disparaître les effets de la fatigue ; ils stimulent l'appétit en préparant une bonne digestion.

Il faut faire remarquer en terminant que, malgré l'exagération de l'influence attribuée aux bains froids sur la digestion stomacale, pour ce qui concerne les herbivores surtout, il est cependant prudent de ne point conduire ces animaux au bain immédiatement après le repas. Comme il n'y a aucun avantage à choisir ce moment plutôt qu'un autre, mieux vaut s'en abstenir, dussent les inconvénients être douteux.

4. — Hygiène du sabot et des onglons.

Importance. — On ne saurait appeler trop sérieusement l'attention sur cette partie des soins hygiéniques, pour ce qui concerne les Équidés en particulier. L'étendue et la durée de leurs services sont étroitement liées à la conservation des qualités normales de leurs sabots. En l'absence de ces qualités, l'aptitude motrice est au moins fortement diminuée, quelle que puisse être, d'ailleurs, l'excellence de la constitution.

Il faut répéter ici cet adage formulé au siècle dernier par Lafosse et si profondément juste : « Pas de pied, pas de cheval. » C'est le pied, en effet, qui est le point d'appui final de tous les leviers de l'organisme. S'il est altéré dans sa solidité ou dans sa sensibilité normale, le trouble qui en résulte met obstacle à l'action de toutes les autres parties de l'appareil locomoteur.

Il est certain que la forme normale du sabot ne sera conservée que si, dans l'appui du pied, chacune de ses parties remplit exactement la fonction mécanique qui lui est dévolue.

Utilité de la ferrure. — Les conditions de la vie domestique, qui obligent les animaux à cheminer sur un sol artificiellement durci, en portant ou en trainant des fardeaux, ont rendu nécessaire, dans presque tous les cas, l'usage d'une pratique dont le but est de garantir la corne

de l'ongle contre une usure qui, dans ces conditions, dépasserait promptement la proportion de sa pousse normale. Lorsque, dans l'état de liberté, l'animal ne marche que pour ses propres besoins sur le sol doux des gazons qu'il habite, ces deux choses sont à peu près équivalentes ; mais le travail dérange les termes de l'équation, en ajoutant d'un côté la somme d'efforts qu'il nécessite. Il a donc fallu protéger le bord plantaire du sabot contre l'usure, et c'est là le but de la ferrure.

Mais avec l'avantage qu'elle a d'atteindre sûrement ce but utile, la ferrure entraîne de nombreux et très graves inconvénients qui, hâtons-nous de le dire, sont toutefois moins inhérents au fait lui-même qu'à la manière le plus souvent vicieuse dont l'opération est pratiquée.

On n'est pas ici d'avis, en effet, que l'application d'une armature de fer sur le bord plantaire du sabot mette nécessairement obstacle, dans une mesure quelconque, à l'accomplissement entier de sa fonction. Tout ce qui a été dit sur ce sujet, même par des auteurs les plus autorisés de tous les pays, résulte d'idées spéculatives sur le mode d'action de l'organe, et non point de démonstrations expérimentales. On pense que cela *doit* être ainsi ; mais la preuve ne s'en trouve nulle part.

Rien n'a établi, jusqu'à présent, que le fer appliqué d'après les modes les plus usités soit capable, par exemple, de mettre obstacle à l'exercice de la prétendue élasticité de la paroi cornée.

Théoriquement, en raison des rapports qui s'établissent entre elle et les parties qui lui sont sous-jacentes, la paroi cornée du sabot ne peut pas exécuter les mouvements d'écartement qui lui ont été attribués. En fait, aucun des arguments qui ont été invoqués pour les faire admettre n'a la moindre valeur démonstrative. Il n'y a donc pas lieu d'en tenir compte dans la ferrure des sabots.

Conditions d'une bonne ferrure. — La première de toutes et la plus capitale est celle de maintenir toujours le sabot dans les proportions qui assurent la conservation de la direction normale des leviers du membre. Et c'est cette nécessité-là qui est à peu près généralement méconnue,

parce que les conditions fondamentales en sont inconnues de la plupart de ceux dont c'est la fonction de les respecter.

Dans le sabot muni de sa ferrure, la corne pousse, mais ne s'use pas : le fer la protège, et c'est lui qui subit, par le frottement sur le sol, les effets de l'usure. En le supprimant donc même appliqué selon toutes les règles, c'est-à-dire de telle sorte que la forme et les dimensions normales des diverses parties du sabot soient attentivement conservées au moment de son application, par cela seul que l'usure régulière de la corne ne vient plus compenser les effets de sa pousse, il s'ensuit nécessairement que ces dimensions cessent bientôt d'être normales. D'où la nécessité de se préoccuper, pour le renouvellement de la ferrure, d'autre chose que de l'usure du fer, et de veiller à ce que le sabot n'acquière pas une longueur capable d'altérer les conditions de sa direction normale.

C'est sur ce point qu'il importe surtout d'appeler ici l'attention, car il est exclusivement du ressort de ceux qui ont intérêt à veiller sur l'hygiène du cheval. On en transgresserait absolument les lois, si l'on pensait que l'instant du renouvellement de la ferrure est seulement indiqué par le manque de solidité des clous qui attachent le fer au sabot ou par l'usure de ce fer.

La condition essentielle, avons-nous dit, de la conservation des propriétés naturelles de la boîte cornée, est que ses diverses parties exercent leur fonction. Il faut pour cela que, dans l'appui du pied, chacune supporte la part de poids qui lui est normalement dévolue, d'après les lois de la mécanique animale. Tous les systèmes enfantés par l'imagination féconde de ceux qui s'intitulent « hommes de cheval », sans avoir suffisamment étudié ces lois, sont des conceptions de fantaisie, dont il serait bon que les espèces chevalines fussent enfin préservées ou délivrées. Tous ces redresseurs de la nature en sont le véritable fléau.

Ne perdons pas de vue donc qu'il importe avant tout que la conformation du sabot soit telle que tous les points de la face plantaire portent également sur le sol dans l'appui. Ce précepte résume toute l'hygiène de la

ferrure, parce qu'il découle clairement de l'observation des faits naturels. C'est ce qui n'a plus lieu dès que le sabot a acquis certaines dimensions par la pousse de la corne. Les lois mécaniques sont alors faussées, et les parties dont la fonction est pervertie s'altèrent plus ou moins profondément.

Nous n'avons pas à refaire ici un traité de maréchalerie (1). Il convient seulement d'y consigner les notions de l'art dont la connaissance est indispensable pour se mettre en mesure d'apprécier les conditions de la bonne exécution de l'opération par laquelle il se résuine. Ces notions sont nécessaires, sinon pour diriger l'ouvrier dans l'accomplissement de son travail, du moins pour en juger les résultats et guider le choix qui doit en être fait. Il faut que celui qui possède des animaux ou a charge de leur hygiène soit capable de discerner entre le bon maréchal et le mauvais.

L'action de *parer le pied* (c'est l'expression consacrée) n'est maintenue dans les limites utiles qu'à la condition de se borner à l'enlèvement de la partie de paroi qui excède la hauteur normale du sabot. Quant à la sole et à la fourchette, elles doivent être respectées. Il faut qu'elles s'usent par le frottement sur le sol.

Au lieu de cela, la plupart des maréchaux, afin que le pied ait meilleur aspect, jouent du boutoir sur toutes ces parties, les amincissent outre mesure en leur enlevant le revêtement extérieur qui les maintient hygroscopiques et prévient leur dessiccation ; ils attaquent et détruisent les arcs-boutants, qui ont pour fonction de s'opposer au resserrement des talons et de permettre l'expansion de la fourchette ; enfin ils font de même pour la surface de la paroi, sur laquelle ils enlèvent avec la râpe la couche imperméable et luisante qui la protège également contre l'évaporation de l'eau dont la corne est imprégnée. Toutes ces pratiques sont aussi vicieuses que possible. On ne saurait mettre trop de soin à les éviter.

(1) Voyez A. SANSON, *La maréchalerie ou ferrure des animaux domestiques*. 1 vol. de la *Bibliothèque du Cultivateur*, 2^e édition.

Là est, sans contredit, le point capital de la ferrure : que le sabot soit paré en ayant soin de lui conserver ses dimensions normales telles qu'elles ont été décrites précédemment, pourvu que le fer soit d'égale épaisseur partout, et que les clous qui l'attachent au sabot ne gênent pas les parties profondes ; qu'ils soient implantés solidement dans les parties où ils ont le plus de prise et de manière à ne pas provoquer la déchirure de la corne par leur trop grand rapprochement ; à ces conditions, la ferrure sera bonne.

Pour qu'il en soit ainsi, d'ailleurs, il faut nécessairement que le fer ait exactement la tournure du pied, qu'il soit bien étampé, et qu'il ne presse point sur la sole. Le reste n'est plus qu'une question d'élégance dont nous n'avons pas à nous occuper.

Toutefois, comme il n'est pas indifférent que l'animal ait à soulever, chaque fois que son pied quitte le sol, une masse plus ou moins lourde, il convient de réduire la largeur du fer à ce qui est strictement nécessaire pour protéger contre l'usure le bord plantaire de la paroi.

5. — Appareils du goût et de l'odorat.

Organes et fonctions. — La gustation a son siège dans la muqueuse buccale, à la surface de la langue et du palais ; l'odorat, dans la région supérieure de la muqueuse nasale enveloppant les volutes ethmoïdales, où s'épanouissent les divisions des nerfs olfactifs.

Les deux appareils sont reliés entre eux par des filets du sympathique aboutissant au ganglion naso-palatin, et c'est ainsi qu'ils se prêtent un mutuel concours dans l'exécution de leurs fonctions.

Ces deux fonctions, dont nous n'avons pas à décrire les organes plus en détail, ne peuvent guère se séparer l'une de l'autre, tant leur solidarité est étroite. Les nerfs du goût et de l'odorat sont impressionnés par le contact des particules savoureuses ou odorantes et transmettent ces impressions au centre cérébral qui les perçoit.

6. — Appareil de la vision.

Organes. — L'appareil de la vision se compose d'un organe essentiel et d'organes accessoires, servant à loger, à mouvoir et à protéger le premier.

Une description détaillée de tous ces organes accessoires ne serait pas à sa place ici. Sans nous arrêter donc ni à la *Cavité orbitaire*, ni aux *Muscles moteurs de l'œil*, ni à ceux qui meuvent les paupières, nous essaierons seulement de donner une idée de la constitution du globe oculaire et de la membrane qui tapisse celles de ses parties qui sont en contact avec l'air.

Globe de l'œil. — Le globe oculaire est une coque sphéroïdale qui contient des matières liquides ou demi-fluides, formant ce qu'on appelle les *Milieus de l'œil*. La figure 68 en représente une coupe verticale.

Cette coque, épaisse et très solide, porte le nom de *Sclérotique* (*b*). Elle présente deux ouvertures, dont une postérieurement, pour livrer passage au nerf optique (*a*) qui la traverse dans toute son épaisseur; l'autre ouverture est en avant: c'est celle dans laquelle la cornée lucide est sertie à la façon du verre d'une montre.

Cette ouverture elliptique, dont le grand diamètre est transversal, a son bord taillé en biseau du côté interne, pour s'agencer de la manière la plus intime avec la circonférence de la cornée lucide.

La *Cornée transparente* ou *lucide* (*e*) est ce qu'on appelle vulgairement la *vitre* de l'œil. Elle est convexe par sa surface extérieure et concave intérieurement. C'est une lentille concave-convexe.

La face interne de la sclérotique est tapissée par une mince membrane de couleur noire ou brune, qui est la *Choroïde* (*c*). C'est à la surface de celle-ci que s'étale, au fond de l'œil, l'expansion du nerf optique appelé *Rétine* (*d*), constituée par des cylindres nerveux très courts, en forme de bâtonnets placés de champ les uns à côté des autres.

En arrière de la cornée lucide, il existe un diaphragme

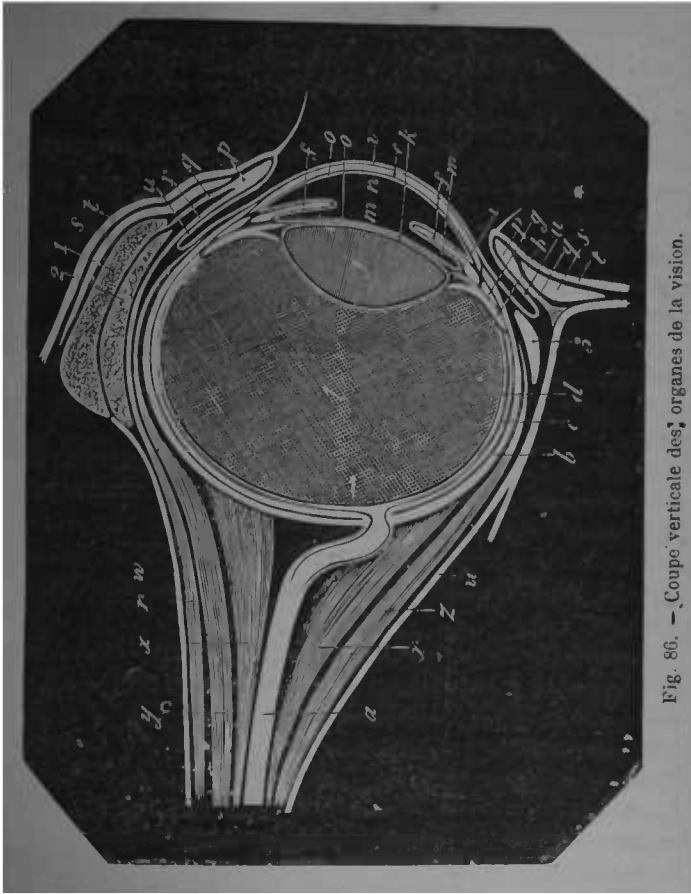


Fig. 86. — Coupe verticale des organes de la vision.

(1) *a*, nerf optique; *b*, sclérotique; *c*, choroïde; *d*, rétine; *e*, cornée; *f*, iris; *g h*, cercle et corps ciliaires; *i*, insertion des procès ciliaires sur le cristallin; *j*, cristallin; *k*, capsule cristalline; *l*, corps vitré; *m n*, chambres de l'humeur aqueuse; *o o*, membrane de l'humeur aqueuse: *p*, cartilage tarse; *q*, membrane fibreuse des paupières; *r*, muscle releveur de la paupière supérieure; *s*, orbiculaire des paupières; *t*, peau des paupières; *u*, membrane conjonctive; *v*, épithélium de la cornée lucide; *x*, muscle droit postérieur; *y*, muscle droit supérieur; *z*, muscle droit inférieur; *w*, gaine fibreuse de l'orbite.

percé à son centre d'une ouverture de forme variée, elliptique ou circulaire, appelé pupille et susceptible de s'agrandir ou de se rétrécir, suivant les circonstances, par l'action de fibres musculaires lisses qui entrent dans sa structure et forment le muscle ciliaire.

Ce diaphragme, d'une coloration brune, noire, bleue, verte ou même rouge, est l'*Iris* (*ff*).

Le *Cristallin* (*j*), situé en arrière de l'iris, est une lentille biconvexe ; il est enveloppé par une membrane également translucide, et qui porte le nom de *Capsule cristalline* (*k*).

Le cristallin est formé de couches concentriques d'une substance fibreuse plus dense à mesure qu'on l'examine de l'extérieur à l'intérieur. C'est ce qui le rend achromatique.

L'espace compris entre la cornée lucide et le cristallin est séparé en deux compartiments ou chambres par l'iris. La *Chambre antérieure* (*n*) et la *Chambre postérieure* (*m*) sont tapissées par une membrane (*oo*) renfermant l'*Humeur aqueuse*, liquide qu'elle sécrète, et qui forme l'un des milieux de l'œil.

Le reste de l'intérieur de la coque oculaire est occupé, en arrière du cristallin, par le *Corps vitré* (*l*), formé par une sorte de gelée incolore et transparente.

Conjonctive. — L'intérieur des paupières et la surface visible du globe oculaire, dite *Cornée opaque*, sont tapissés par une muqueuse (*uu*), qui est réduite, à la surface de la cornée lucide, à une fine lamelle transparente (*v*).

Cette muqueuse est appelée *Conjonctive*. Elle enveloppe aussi le *Corps clignotant* (*s*), sorte de plaque cartilagineuse située dans le fond de l'angle interne de l'œil, et qui se meut à certains moments sur le globe. La conjonctive livre passage, par des ouvertures spéciales, aux larmes sécrétées par la *Glande lacrymale*, située dans l'angle externe de l'orbite. Les larmes s'échappent par le canal lacrymal, dont l'ouverture supérieure est dans l'angle nasal, et l'inférieure dans la cavité nasale correspondante, au-dessus de la fausse narine.

7. — Fonction de la vision.

Marche de la lumière dans les milieux de l'œil.

— L'organe essentiel de la vision représente exactement l'appareil qui est connu en physique sous le nom de *Chambre noire*, servant en photographie.

En traversant la cornée lucide d'abord, puis l'humeur aqueuse, les ondes lumineuses se réfractent, pour se concentrer vers l'ouverture de l'iris, laquelle se rétrécit d'autant plus, par la contraction réflexe du muscle ciliaire, que la lumière est plus intense. C'est ainsi que l'œil embrasse des objets d'autant plus étendus qu'il en est plus éloigné, dans la limite, bien entendu, de son pouvoir optique : d'où ce qu'on appelle l'*Angle visuel*, sous lequel les objets sont vus.

En arrivant au cristallin, plus dense que l'humeur aqueuse, ces ondes sont réfractées de nouveau et viennent se réunir, en arrière de la lentille, en un point unique ou foyer ; de là, elles vont en divergeant ; mais l'humeur du corps vitré maintient, par sa propriété réfringente propre, leur divergence dans des limites telles qu'elles puissent impressionner la rétine, sur laquelle se produit l'image renversée de l'objet éclairé. L'impression en est ensuite transmise par le nerf optique au point spécial de l'encéphale chargé de la percevoir.

On comprendra sans peine, après cela, que la première condition, pour l'exécution de la fonction, soit la transparence, la lucidité parfaite des divers milieux de l'œil et ensuite le jeu normal des organes d'accommodation des lentilles aux distances, qui sont les muscles moteurs de l'œil, enfin la sensibilité de la rétine.

8. — Appareil de l'audition.

Organes et fonction. — La *Conque de l'oreille*, dont l'étendue et la forme varient beaucoup selon les genres d'animaux, est une sorte de cornet acoustique à base cartilagineuse, mu par des muscles spéciaux qu'il serait

superflu de décrire. La peau qui la revêt à l'intérieur est couverte de poils fins, souvent longs, et elle est très riche en glandes sébacées produisant la matière grise appelée cérumen, abondante surtout dans le conduit auditif. Sa grande mobilité a pour but de recueillir plus facilement et plus complètement les ondes sonores, de manière à ce qu'elles viennent pour ainsi dire s'y engouffrer. L'intégrité de la conque, sa rigidité et sa mobilité sont donc des conditions essentielles du bon exercice de la fonction.

Le *Conduit auditif* commence au fond de la conque, dans une cavité du rocher de l'os temporal, dite *Oreille externe*, séparée, par la *Membrane du Tympan*, d'une autre plus profonde appelée *Caisse du Tympan*, sur l'ouverture de laquelle elle est tendue. Cette cavité, encore appelée *Oreille interne*, comprend le *vestibule*, les *canaux semi-circulaires* et le *limaçon*. Elle est remplie par un liquide. Par l'intermédiaire de la petite *Chaîne des osselets de l'ouïe*, composée de l'*étrier*, de l'*enclume*, du *marteau* et de l'*os lenticulaire*, les ondes impressionnent le nerf auditif et sont transmises à l'encéphale.

La caisse du tympan est en communication avec le pharynx par les *Trompes d'Eustache*, dont nous avons déjà parlé en signalant leurs ouvertures dans le pharynx. Chez les Équidés, chacune s'élargit en une sorte de sac situé sous la base du crâne et les deux forment ce que l'on a nommé les *Poches gutturales*. De la sorte, il y a toujours équilibre entre la tension intérieure de l'oreille et la tension extérieure.

Il y a tout lieu de penser, avec Helmholtz, que le nerf acoustique est accordé pour transmettre les vibrations sonores au centre cérébral chargé de les percevoir.

CHAPITRE XII

APPAREIL DE LA GÉNÉRATION

Organes sexuels. — Ceux du mâle sont les *Testicules*, les *Canaux différents*, les *Vésicules séminales* et le *Pénis*; ceux de la femelle, les *Ovaires*, les *Trompes utérines*, l'*Utérus*, le *Vagin*, la *Vulve*, le *Clitoris* et les *Mamelles*.

1. — Organes génitaux du mâle.

Testicules. — Les testicules sont, normalement, au nombre de deux, situés entre les cuisses, un peu plus haut et plus en arrière, par conséquent moins pendants, chez les Suidés que dans les autres genres, dans une poche formée par la peau et qui porte le nom de *Bourses* ou de *Scrotum*. Ils appartiennent à la catégorie des glandes en tubes.

La glande testiculaire représente une masse ovoïde, comprimée d'un côté à l'autre, et formée par des lobules nombreux et agglomérés, constitués eux-mêmes par le pelotonnement de tubes fermés à l'une de leurs extrémités. Ce sont les *Tubes séminifères* aboutissant à un système de canaux situés entre les lobules. Ces tubes sont tapissés à l'intérieur par des cellules épithéliales spéciales.

Le tissu lobulaire propre est contenu dans une coque fibreuse, dite *Tunique albuginée*, qui envoie des prolongements entre les lobules.

Les petits canaux anastomosés entre eux viennent aboutir à l'un des points du bord supérieur du testicule, dans l'*Épididyme*, tube flexueux et renflé qui surmonte ce bord

et donne naissance au *Canal différent*. Celui-ci se dirige en haut pour pénétrer dans l'abdomen avec les vaisseaux du testicule par le canal inguinal. Le canal déférent et les vaisseaux testiculaires forment des flexuosités auxquelles on a donné le nom de *Corps pampiniforme*. Le tout est enveloppé par une gaine séreuse dépendant du péritoine et en communication avec lui, qui est la *Gaine vaginale*.

Pour se faire une idée de ses dispositions, il importe de savoir comment elle se forme.

Dans les premiers temps de la vie foetale, les testicules, chez tous les animaux mammifères, sont contenus dans l'abdomen, où ils sont enveloppés par le feuillet viscéral du péritoine, à la manière de tous les viscères abdominaux. Il arrive parfois que les deux ou un seul persistent à y demeurer. Dans le premier cas, l'animal est dit *Cryptorchide* ; dans le second, *Monorchide*. Le testicule ainsi resté dans le ventre n'est pas apte à remplir sa fonction sécrétoire, ce qui entraîne l'infécondité pour les cryptorchides, mais non pour les monorchides, un seul testicule étant parfaitement suffisant pour la fonction.

Donc, à un certain moment, le testicule encore peu développé et contenu dans l'abdomen est dirigé vers l'ouverture inguinale, qu'il franchit, entraînant non seulement le feuillet du péritoine qui le tapisse, mais encore le feuillet pariétal qu'il rencontre à l'ouverture. Il en résulte que ce dernier est ainsi conduit jusqu'au fond des bourses pour constituer leur feuillet pariétal, et que la gaine est formée.

Un muscle, appliqué le long de la gaine et terminé par une expansion aponévrotique, a aussi été entraîné. C'est ce muscle, appelé *Crémaster*, qui, par sa contraction, raccourcit le cordon testiculaire et fait remonter le testicule vers l'aîne.

Enfin, la face interne des bourses est tapissée par une couche de fibres musculaires lisses, qui porte le nom de *Dartos*, et dont les contractions produisent ces rides que l'on voit sur les bourses lors de la rétraction des testicules. La peau des bourses est mince et ne porte que des poils rares et fins.

Chez toutes les espèces, le travail de descente du testicule dont nous venons de parler commence à s'opérer avant la naissance. Il est même achevé et définitif lorsque survient celle-ci, chez les Bovidés, les Ovidés et les Suidés ; mais chez les Équidés l'organe remonte le canal inguinal pendant les premiers mois de la vie.

Les différences, d'ailleurs, portent moins sur la configuration du testicule que sur son volume et sur la longueur du cordon testiculaire. Le testicule du Bovidé et de l'Ovidé est plus volumineux que celui de l'Équidé ; son cordon est plus long ; son grand diamètre est en outre vertical.

Canaux déférents. — Arrivé dans l'abdomen par l'ouverture inguinale, le *Canal déférent* se dirige en arrière et en haut, pour pénétrer dans la cavité pelvienne, où il gagne, de chaque côté, la région supérieure de la vessie ; là, il aboutit, chez les Équidés seulement, à un renflement allongé, la vésicule séminale.

Les autres genres n'ont point de vésicules séminales proprement dites. Le canal déférent aboutit à des sortes de glandes lobulées.

Les *Vésicules séminales* se terminent chacune par un petit *Canal éjaculateur* qui vient s'ouvrir, avec celui de la *Prostate*, glande située transversalement sur les vésicules et sécrétant un liquide gluant, dans le canal de l'urètre.

Sperme. — Le sperme, produit de la sécrétion testiculaire, est un liquide épais, fortement albumineux et contenant en abondance des cellules de formes variables suivant les genres d'animaux, qui sont animées de mouvements de progression. Ces cellules, appelées *Animalcules spermatisques*, *Spermatozoaires*, *Spermatozoïdes*, paraissent avoir une tête sphérique ou ovoïde et une queue mince très allongée. Elles ne sont visibles qu'à un fort grossissement de 400 à 500 diamètres. Ce sont en réalité des cellules épithéliales nucléées et pourvues d'un long cil vibratile appelé *flagellum*. Elles dérivent des cellules qui tapissent l'intérieur des tubes séminifères par un processus appelé spermatogenèse, dont nous n'avons pas à nous occuper ici.

Pénis. — Le *Pénis*, formé par deux corps caverneux accolés l'un à l'autre, est fixé sur le bord postérieur de chaque ischium par des racines. Il se dirige en avant, entre les cuisses, enveloppé par un repli de la peau qui porte le nom de *Fourreau*, et qui se prolonge plus ou moins selon les genres.

Les *Corps caverneux*, formés par une enveloppe fibreuse élastique, contiennent dans leur intérieur de larges aréoles veineuses constituant leur tissu érectile et qui sont distendues par le sang, par suite de la compression des veines à la base du pénis. C'est ce qui produit l'érection de l'organe.

En sortant de la cavité du bassin, le *Canal de l'urètre* s'infléchit en bas et en avant, entre les racines des corps caverneux, et vient se loger dans un sillon de la face inférieure de ceux-ci, qu'il parcourt jusqu'à l'extrémité du pénis, où il se termine par le *Meat urinaire*. Ce méat, chez les Équidés, est situé au centre du renflement en forme de champignon qui forme la tête du pénis. Dans les autres genres, le pénis se termine en pointe, et il est revêtu d'une muqueuse fine et très sensible, tandis que chez les Équidés c'est la peau amincie et très riche en glandes sébacées qui le recouvre.

Chez les Bovidés, où le pénis, hors l'état d'érection, est toujours retenu sous la peau du fourreau, comme chez les Ovidés et les Suidés, il forme dans la région ischiale une double courbure en S. C'est à la présence de cette double courbure que sont dus les bonds qu'on observe dans la région lors de l'expulsion de l'urine par un jet toujours saccadé.

2. — Organes génitaux de la femelle.

Ovaires. — Corps ovoïdes (fig. 69) analogues aux testicules, les ovaires sont situés dans l'abdomen, appendus à la région sous-lombaire dans des replis du péritoine.

Ils présentent, eux aussi, une tunique albuginée. Leur tissu propre est une sorte de gangue cellulo-vasculaire, dite *Stroma*, dans laquelle se trouvent, en couches super-

posées, des petits corps sphériques en nombre variable, qui sont les *Ovules*. Comme les œufs des femelles ovipares, ils sont composés, une fois développés, d'un vitellus et d'une cellule mère, dite *Cellule germinative*, qui est le germe de l'œuf. Les ovules se forment tous durant la vie fœtale. A sa naissance, la jeune femelle est pourvue de tous ceux dont elle disposera durant son existence. La limite de sa fécondité est ainsi déterminée. Ils viennent ensuite successivement à maturité en s'entourant d'une vésicule, dite *vésicule de Graaf*, remplie d'un liquide citrin, dans lequel nage l'ovule. Les femelles stériles en sont dépourvues.

Les *Vésicules de Graaf* arrivent tour à tour à la surface de l'ovaire, où elles font saillie, et se crèvent au moment du rut ou des chaleurs, pour laisser échapper l'ovule. C'est le phénomène de la ponte, qui est périodique. Après sa rupture, la vésicule de Graaf se cicatrice, et à la place qu'elle occupait dans le stroma de l'ovaire, il reste une petite masse de tissu cicatriciel appelé *Corps jaune*, en raison de sa couleur.

Les ovaires sont donc les organes producteurs du germe, et par conséquent fondamentaux pour la conservation des attributs du sexe.

Ils varient beaucoup de forme chez les divers genres, mais surtout quant à la disposition de leur gangue ; ils représentent toujours une agglomération de vésicules et d'ovules dans un stroma de tissu conjonctif et de vaisseaux sanguins fournis par l'artère ovarienne.

Utérus. — L'*Utérus* ou *Matrice* est un sac membraneux (fig. 69) situé dans la région sous-lombaire, à l'entrée de la cavité pelvienne, et suspendu par de larges replis péritonéaux, qui portent le nom de ligaments utérins ou *Ligaments larges*.

Chez toutes les femelles domestiques, l'utérus est formé d'un corps cylindrique engagé dans la cavité du bassin, et qui se bifurque en avant pour donner naissance à deux cornes incurvées en bas ou en haut, selon les genres, se dirigeant vers chaque ovaire.

Ces cornes se terminent par une pointe mousse, au

centre de laquelle s'ouvre un canal dit *Trompe utérine* ou *Oviducte*, formé par un tube flexueux.

La trompe arrive au niveau de la scissure de l'ovaire par son extrémité libre, évasée et frangée, fixée à l'ovaire par un de ses points, qui est le *Pavillon de la trompe*. Ce pavillon s'applique sur la vésicule qui se crève au moment du rut, pour recevoir l'ovule et le faire cheminer vers la cavité de l'utérus.

Celui-ci se termine dans le vagin, par l'extrémité posté-

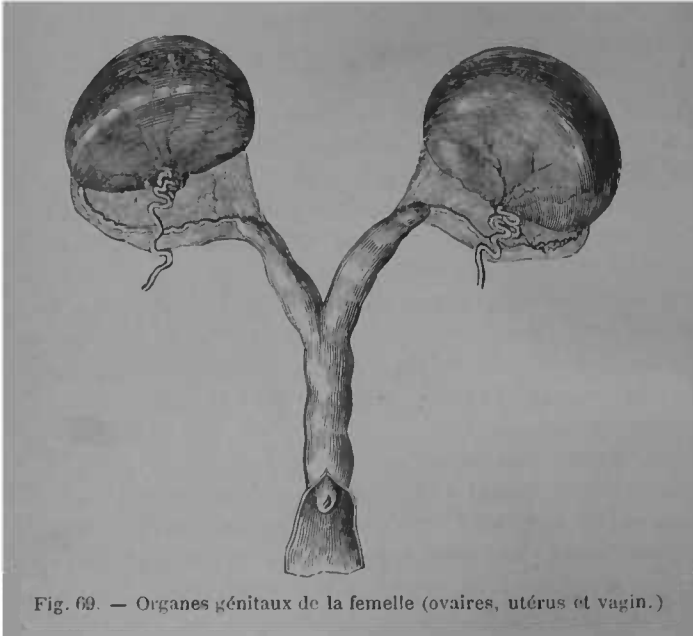


Fig. 69. — Organes génitaux de la femelle (ovaires, utérus et vagin.)

rieure de son corps, en un prolongement qui porte le nom de col, et qui, arrondi et lisse chez quelques espèces, est le plus souvent entouré de nombreux plis. Il porte en ce cas le nom de *Fleur épanouie*.

Le sac utérin est constitué par une membrane dont les faisceaux musculaires prennent un grand développement lors de la gestation, par la formation de nouvelles fibres musculaires lisses. Elle est recouverte par le péritoine et tapissée à l'intérieur par une muqueuse dont l'aspect

et la constitution sont différents, selon les genres d'animaux.

Chez les femelles d'*Équidés* et de *Suidés*, cette muqueuse est reconverte d'un épithélium à cils vibratiles. Sa surface libre présente des plis longitudinaux lorsque la matrice est à l'état de vacuité. Ils disparaissent pendant la gestation. Elle contient des *Glandes muqueuses* simples et des *Glandes cylindriques* spéciales, qui prennent un grand développement pour recevoir les saillies du placenta.

Chez les *Bovidés*, la muqueuse présente sur sa face libre un nombre variable (80 à 120) de petits tubercules arrondis, isolés, souvent pédiculés en forme de champignon, percés de petits orifices et formés de ces glandes cylindriques dont nous venons de parler. Ce sont les *Cotylédons*, qui se développent beaucoup pendant la gestation.

Chez les *Ovidés*, ces cotylédons, au lieu d'avoir leur surface libre convexe, l'ont concave. Ils ne diffèrent d'ailleurs point de ceux des *Bovidés*.

Vagin. — Le vagin est un canal membraneux, à parois minces, situé entre le rectum et la vessie, qui fait suite à la matrice en embrassant son extrémité postérieure à la manière d'un manchon, et se termine à la vulve. C'est au fond du vagin que se trouve l'ouverture du col utérin. A 10 ou 15 centimètres de son extrémité postérieure se trouve percée, dans l'épaisseur de sa paroi inférieure, l'ouverture du canal de l'urètre de la femelle ou le *Méat urinaire*, situé au centre d'un petit tubercule.

Les parois du vagin sont formés de trois couches, une extérieure celluleuse, une moyenne musculaire et une interne muqueuse présentant de nombreux plis.

Vulve. — La vulve est l'ouverture allongée qui se trouve située au-dessous de l'anus, dont elle est séparée seulement par le *Périnée*. Elle est formée de deux lèvres faiblement renflées, extérieurement recouvertes par la peau fine et dépourvue de poils qui se continue à l'intérieur avec la muqueuse vaginale.

Elle offre deux *Commissures*, l'une supérieure aiguë,

l'autre inférieure obtuse et arrondie. Dans la commissure inférieure se trouve logé le *Clitoris*, petit corps caverneux érectile analogue au pénis, attaché comme lui aux ischions, et recouvert par une sorte de capuchon muqueux.

L'instinct génésique fait ériger le clitoris comme le pénis.

Mamelles. — Glandes en grappe composée, comme les glandes salivaires et le pancréas, les mamelles, toujours au nombre de deux au moins, occupent des situations diverses, selon les genres d'animaux. Leur structure est toujours la même, comme leur fonction, qui est de sécréter le lait avec lequel le jeune animal se nourrit durant un certain temps après sa naissance. Ce sont en réalité des glandes de la peau, comme les glandes sébacées, mais très complexes au lieu d'être simples, et ayant acquis un grand développement.

Nous pouvons donc décrire d'abord en général la *Glande mammaire* ou *lactifère*, quant à sa structure et à son produit, pour indiquer ensuite les dispositions spéciales à chaque genre d'animaux.

Structure de la glande mammaire. — La mamelle a une *enveloppe* et un *parenchyme glandulaire*.

L'enveloppe est une membrane de tissu jaune élastique qui dépend du muscle costo-abdominal externe, pour les mamelles inguinales et ventrales, et du peaucier pour les pectorales; elle est cependant séparée du tissu glandulaire par du tissu conjonctif et du tissu adipeux. Inférieurement, cette enveloppe fibreuse est recouverte par la peau, très mince, ne présentant, le plus souvent, que des poils fins et rares, et très riche en glandes sébacées et sudoripares.

Du point le plus saillant de la glande, toujours dirigé vers le bas, se détache un *Mamelon*, plus ou moins allongé, qui, à son extrémité libre, est percé d'un, de deux et quelquefois de trois petits orifices et pourvu d'un sphincter musculaire à fibres lisses. Au niveau de chaque orifice, la peau qui le tapisse se continue avec une membrane muqueuse plissée tapissant elle-même le canal intérieur du mamelon. Ce canal porte le nom de *Conduit*

galactophore. Il s'élargit peu à peu et remonte jusqu'à une petite ampoule dite *Citerne* ou *Sinus galactophore*. Entre la peau du mamelon et sa muqueuse se trouvent de nombreux faisceaux de fibres musculaires lisses.

Au réservoir ou sinus galactophore aboutissent des canaux dits *Conduits lactifères*, qui, à partir de là, se ramifient en diminuant de diamètre et sans s'anastomoser entre eux. On les suit dans l'épaisseur du parenchyme glandulaire jusqu'à un cul-de-sac qui termine chacun d'eux. Ce cul-de-sac terminal est formé par des travées conjonctives parcourues par des capillaires. Il est revêtu, à l'intérieur, d'une couche d'épithélium. Cet épithélium (fig. 3, p. 32), semblable ou du moins analogue à celui de toutes les glandes en grappe, est formé de cellules cubiques ou polygonales. C'est un épithélium sélecteur.

L'amas des culs-de-sac mammaires, dont les canalicules aboutissent à une ramification du conduit galactophore, forme un lobule. Les lobules, unis entre eux par du tissu conjonctif, forment la glande. C'est dans les vacuoles de ce tissu conjonctif que se déposent des cellules adipeuses.

Le sang artériel est conduit à la mamelle par des branches de l'artère honteuse externe. Des veines très nombreuses en partent. Celles des parties antérieures se rassemblent en un tronc qui suit sous l'abdomen un trajet parfois sinueux, et pénètre dans la cavité abdominale par une ouverture située à côté de l'appendice xyphoïde du sternum, pour se rendre dans la veine cave postérieure. Dans quelques cas, ce tronc de la *Veine mammaire* se bifurque. Il y a alors deux ouvertures abdominales au lieu d'une.

Les veines de la partie postérieure aboutissent à plusieurs troncs, improprement appelés *Veines périnéales*, qui remontent du côté de la vulve pour pénétrer dans le bassin par son ouverture postérieure et se rendre aussi dans la veine cave.

Lactation. — L'unique propriété de l'élément glandulaire fondamental de la mamelle est d'extraire du sang les éléments du lait. Cette propriété dépend ici, comme dans

toutes les glandes en grappe, de l'épithélium qui revêt l'intérieur du cul-de-sac terminal de chaque canalicule. Ailleurs, son rôle sélecteur consiste à ne laisser passer que les matériaux constituant de la salive, du fluide pancréatique, de la bile, etc. Ici, l'épithélium osmose quelques-uns des éléments du lait et élabore les autres. C'est ce qui constitue la lactation, qui ne peut être bien comprise qu'après avoir fait l'étude de la composition du produit de la sécrétion.

Lait. — Le lait est un liquide opaque, d'une teinte blanche particulière, formé par de l'eau tenant en dissolution des sels minéraux et une matière sucrée, et en suspension des matières organiques azotées et une matière grasse spéciale à l'état d'émulsion.

Cette matière grasse s'y trouve divisée sous forme de globules ou corpuscules d'un diamètre très variable entre 0^{mm} 020 et 0^{mm} 004, fortement réfringents. Au moment où ils se forment, ces globules sont dépourvus d'enveloppe albuminoïde (de Sinéty). Quand ils ont séjourné durant un certain temps dans les canaux lactifères, ils en présentent au contraire une plus ou moins épaisse. Pratiquement, ils doivent donc être considérés comme entourés de cette membrane. Mais au point de vue du mécanisme de la sécrétion ou du fonctionnement de la glande, il est très important de constater qu'ils en ont été d'abord dépourvus. Ils sont chimiquement constitués par les glycérides de neuf acides gras différents, formant avec la glycérine les corps gras neutres connus sous les noms de palmitine ou margarine, stéarine, myristicine, butine, butyrine, caproïne, capryline, caprine et oléine, dont aucun n'existe tout formé dans le sang. Les propriétés organoleptiques de ces corps gras diffèrent beaucoup, ainsi que leurs proportions, dans les globules butyreux.

En raison de leur densité plus faible que celle de l'eau alcaline dans laquelle ils sont émulsionnés, les globules butyreux s'élèvent à la surface du lait, lorsque celui-ci est abandonné en repos dans un vase. Ils s'y rassemblent pour former ce qu'on appelle la *Crème*, entraînant dans leur ascension une partie des autres éléments.

Le principal de ces autres éléments est la *Caséine*, matière azotée diluée à la faveur de l'alcalinité du liquide, et qui se coagule et se précipite dès qu'à cette alcalinité fait place l'acidité produite, soit artificiellement par l'addition d'un acide, soit naturellement par la fermentation qui transforme le *Sucre du lait* ou *Lactose* en acide lactique. La caséine coagulée ou prise en masse est le *Caillé*, qui emprisonne toujours une partie plus ou moins forte des globules butyreux. Le liquide acidulé restant, après l'enlèvement de caséum et le battage de la crème pour en obtenir le *Beurre*, est le *Petit lait* ou *Scrum*.

La caséine contient toujours une proportion déterminée d'acide phosphorique qu'aucun lavage ne peut lui enlever. La science n'est pas encore précisément fixée sur sa constitution chimique, mais il semble bien probable que c'est un composé d'albumine et d'acide phosphorique avec une base alcaline. Ce composé n'existe point non plus tout formé dans le sang. Il en est de même du lactose, différant du glycose par son impossibilité de subir directement la fermentation alcoolique. Les deux sont élaborés par la mamelle.

Les proportions relatives des éléments constituant du lait varient considérablement selon les genres, les espèces, et même selon les individus, à nourriture égale.

Colostrum. — L'activité des mamelles commence un peu avant le terme de la gestation; mais le produit de leur sécrétion présente alors des propriétés particulières. Il est plus riche en éléments solides que le lait sécrété plus tard. Observé sous le microscope, au moment de la naissance du petit et durant plusieurs jours après la parturition, il présente, outre les globules gras, des corpuscules d'un plus fort diamètre, qui s'en distinguent en outre par une couleur plus foncée et par leur forme irrégulière. Ce sont les *Corpuscules du colostrum* qui sont des cellules d'épithélium laissant nettement apercevoir un noyau entouré de granulations fines, de couleur foncée, nageant dans un liquide.

Ces caractères sont tout à fait ceux de vieilles cellules épithéliales. Ces corpuscules, qui existent en grand

nombre durant la première semaine après la parturition, disparaissent progressivement, remplacés par les globules gras, et sont tout à fait absents au plus tard après l'écoulement de trois à quatre semaines.

En outre de la présence de ces corpuscules spéciaux, le colostrum se caractérise aussi par sa composition différente. Il est en général plus pauvre en sucre et en matière grasse, mais plus riche en albumine. Celle-ci atteint jusqu'à 15 p. 100, tandis que les matières albuminoïdes ne dépassent point 4 p. 100 dans le lait. Par ce fait, il a une consistance visqueuse et une coloration jaune foncé.

Une action laxative est à juste titre attribuée au *Colostrum*.

Mamelles des femelles d'Équidés. — Chez les Équidés, les mamelles sont au nombre de deux, accolées l'une à l'autre et situées dans la région inguinale, entre les cuisses. Leurs mamelons, courts et aplatis, sont peu volumineux. Ils sont percés de plusieurs orifices. La juxtaposition de leurs enveloppes forme une cloison fibreuse qui les sépare et les rend indépendantes. Chez les femelles qui n'ont pas porté, elles sont dures et petites, les mamelons peu saillants. Chez les vieilles nourrices, au contraire, les mamelles sont flasques, pendantes, les mamelons assez longs.

Mamelles des femelles de Bovidés. — Elles sont également inguinales et beaucoup plus volumineuses que celles des Équidés. Les mamelons ou *Trayons* étant au nombre de quatre et quelquefois au nombre de six et de huit, beaucoup d'auteurs attribuent aux femelles de Bovidés quatre mamelles au moins. Il n'y en a en réalité que deux, comme chez les femelles d'Équidés. Il n'y a, en effet, qu'une cloison fibreuse médiane, dont la trace d'ailleurs s'accuse à l'extérieur par un sillon qui partage la masse du *Pis* (nom vulgaire des mamelles de la vache) en deux lobes ou moitiés souvent inégales. De plus, on constate qu'en certain cas ce sont les canaux lactifères de la moitié postérieure de chaque glande qui viennent s'ouvrir dans le réservoir galactophore du mamelon ou trayon antérieur, et réciproquement.

Chaque mamelle présente donc ainsi une moitié antérieure et une postérieure, que l'on a coutume d'appeler des *quartiers*, en considérant l'ensemble des deux glandes.

Les mamelons, plus longs et plus gros que ceux des juments et des ânesses, sont cylindriques et n'ont qu'un orifice chacun ; les rudimentaires n'en ont quelquefois pas. Les sinus galactophores sont très larges et les canaux très grands.

Mamelles des femelles d'Ovidés. — Chacune des deux mamelles, chez les Ovidés, n'a généralement qu'un trayon, mais souvent elle en a deux, à un seul orifice. Ce trayon, ordinairement court chez la brebis, et le plus souvent divergent, devient très long chez les chèvres, mais non toujours. Ici encore, les glandes mammaires sont situées dans la région inguinale.

Mamelles des femelles de Suidés. — Chez les truies, les mamelles sont disposées sur deux rangées latérales, et, par conséquent, isolées, étendues depuis la région pubienne jusqu'au thorax. Le nombre, dans chaque rangée, varie de cinq à neuf. Il y a, en conséquence, de dix à dix-huit mamelles en tout. Chacune a son mamelon conique et son conduit galactophore. Ces mamelles sont ainsi inguinales, ventrales et pectorales.

3. — Fonction de la génération.

Fécondation. — L'ovule formé dans l'ovaire de la femelle contient, comme nous l'avons vu, une *Cellule germinative* et un *Vitellus* devant fournir les premiers matériaux de son développement. Cette *Cellule mère* est le véritable germe de l'individu semblable à celui qui le produit ; mais ce germe, pour se développer, doit s'unir, chez les *Vertébrés*, avec l'élément fourni par le testicule du mâle, c'est-à-dire être fécondé. L'ovule non fécondé, lorsqu'il a été pondu, s'altère dans l'utérus et en est expulsé.

Le liquide spermatique, déposé dans le vagin de la femelle par l'acte du coït ou de la copulation, ne possède point la faculté de féconder l'ovule, s'il est dépourvu de

Cellules spermatiques ou *Spermatozoïdes*. Le sperme des individus notoirement inféconds n'en contient point ou n'en a que d'imparfaitement développées.

C'est par la fusion du noyau cellulaire de l'ovule avec celui d'une cellule spermatique, qui, par les mouvements de son flagellum, est arrivée au contact de l'ovule pondu, que la fécondation s'effectue chez les mammifères.

Les cellules spermatiques s'introduisent dans l'utérus, et le parcourent ainsi que les trompes, pour arriver jusqu'aux ovaires, qu'elles atteignent au bout d'un certain temps (quarante-huit heures au maximum). La première qui rencontre un ovule à l'état de maturité pénètre dans son intérieur et le féconde. Les autres, en très grand nombre, meurent et s'altèrent. Ceci indique que la fécondation peut avoir lieu seulement au moment de la ponte, accusé par l'état de rut dans lequel se trouve la femelle. et qui se manifeste par la turgence de sa vulve. Alors seulement, en effet, il y a des ovules mûrs.

Développement de l'embryon. — Le premier phénomène qui se produit dans l'ovule fécondé est l'apparition d'une raie étroite ou *Ligne primitive de segmentation*, première trace du *Blastoderme*. Celui-ci laisse voir bientôt trois couches de cellules superposées, qui ont été désignées sous les noms d'*Ectoderme*, de *Mésoderme* et d'*Endoderme* (fig. 70).

L'*ectoderme*, encore appelé *feuillet externe* ou *séreux*, engendre, par bourgeonnement, le système nerveux, les yeux, les oreilles, les os, les cartilages, les ligaments, les muscles volontaires, la peau et l'amnios du fœtus.

Le *mésoderme*, ou *feuillet moyen* ou *vasculaire*, donne naissance de même au système circulatoire, cœur et vaisseaux.

L'*endoderme*, *feuillet interne* ou *muqueux*, forme les organes de la digestion, ceux de la respiration et l'altoïde.

On ne sait pas bien encore d'où proviennent les organes de l'appareil génito-urinaire. Ils paraissent dépendre des trois feuillets à la fois.

A l'une des extrémités de la ligne primitive se forme la

tête, à l'autre extrémité la queue. C'est pourquoi la première est nommée *céphalique* et la seconde *caudale*.

Bientôt cette ligne est remplacée par deux renflements formés aux dépens du feuillet supérieur ou externe, qui sont les *Lames dorsales*, entre lesquelles se montre une ligne étroite et foncée connue sous les noms de *Notocorde*, *Corde dorsale* ou *spinale*. Chacune des lames dorsales correspond à une moitié du rachis ; on voit, sur sa longueur, de petites places carrées de couleur plus foncée, qui seront les vertèbres. Il se forme entre les deux lames un canal qui reçoit la moelle épinière, et à l'extrémité céphalique trois vésicules remplies de substance nerveuse pour la formation du cerveau et du bulbe rachidien.

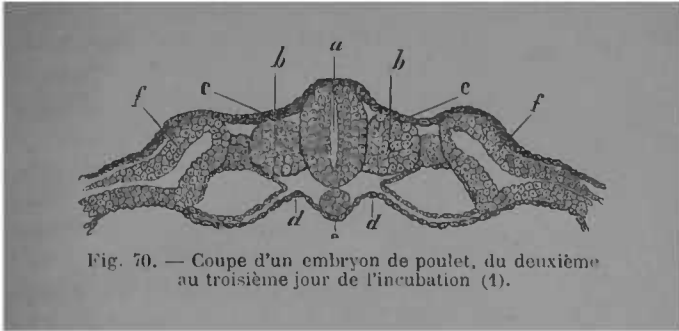


Fig. 70. — Coupe d'un embryon de poulet, du deuxième au troisième jour de l'incubation (1).

Le rachis et la tête se développent donc les premiers, et sont les parties fondamentales de l'être nouveau. Peu après leur apparition, se dessinent sur les côtés de la tête des lames viscérales ou abdominales, qui se développent peu à peu et se réunissent sur la ligne médiane du côté central de l'embryon, pour former les cavités thoracique et abdominale. C'est d'elles que naissent les côtes, le sternum, les muscles abdominaux et thoraciques, les membres antérieurs, et enfin la peau.

Alors se montrent dans le feuillet vasculaire les premières traces du cœur et des vaisseaux. Le feuillet mu-

(1) *a*, ligne primitive et canal médullaire ; *b*, ectoderme ou feuillet supérieur ; *cc*, protovertèbres ; *e*, corde dorsale ; *ff*, mésoderme ou feuillet moyen ; *dd*, endoderme ou feuillet inférieur.

queux se dédouble à son tour pour former, d'une part, les organes de la digestion, et, d'autre part, les organes de la respiration et une partie des organes génito-urinaires.

Tel est l'ordre suivant lequel apparaissent, aux dépens du vitellus, les premières traces ou bourgeons des diverses parties de l'embryon. Pour qu'il se développe et devienne fœtus, il lui faut recevoir de sa mère les matériaux nécessaires, par l'intermédiaire d'organes nouveaux, qui se développent de leur côté et que nous allons voir maintenant.

Gestation. — L'embryon s'est, en quelque sorte, greffé sur sa mère, en envoyant par son feuillet vasculaire tout un système de vaisseaux qui se ramifient pour s'étaler en une membrane continue ou multiple, qui est le *Placenta*. La muqueuse utérine, devenue turgescence, s'engrène avec ce placenta, de façon à ce que ses capillaires puissent fournir à ceux du placenta un plasma ou suc nutritif, car ce n'est point la mère qui envoie son sang au fœtus ; celui-ci a le sien propre, qui tire seulement ses matériaux nutritifs du sang maternel.

Le placenta (fig. 71, AAAA) est continu chez les Équidés et les Suidés ; chez les Bovidés et les Ovidés, il y en a autant que de cotylédons utérins développés. On désigne aussi chacun par le nom de *Cotylédon placentaire*. Les vaisseaux placentaires se réunissent en un tronc unique, la veine ombilicale, qui pénètre dans l'abdomen du fœtus par l'ombilic et va se diviser de nouveau dans l'intérieur du foie.

Au-dessous du placenta, un sac formé d'une membrane mince enveloppe complètement le fœtus. C'est l'*Amnios* (fig. 71, CCC), contenant le liquide amniotique ou les eaux de l'amnios. Un autre sac allongé, l'*Allantoïde*, communique avec la vessie du fœtus par l'intermédiaire d'un long tube appelé *Ouraque* et qui, avec le tronc veineux du placenta, forme le *Gordon ombilical* (D).

L'ensemble de ces membranes constitue les *Enveloppes fœtales*, connues vulgairement sous le nom de *Délievre*. Elles se développent, comme tout le reste, par le bourgeonnement des feuilletts du blastoderme et se nour-

rissent aux dépens de la mère, comme le fœtus qu'elles contiennent.

Jusqu'à un certain moment de son développement, le fœtus ne présente encore aucune différenciation sexuelle. Les futurs organes du sexe sont représentés par un corps unique, dit corps de Wolf, qui, sous l'influence héréditaire,

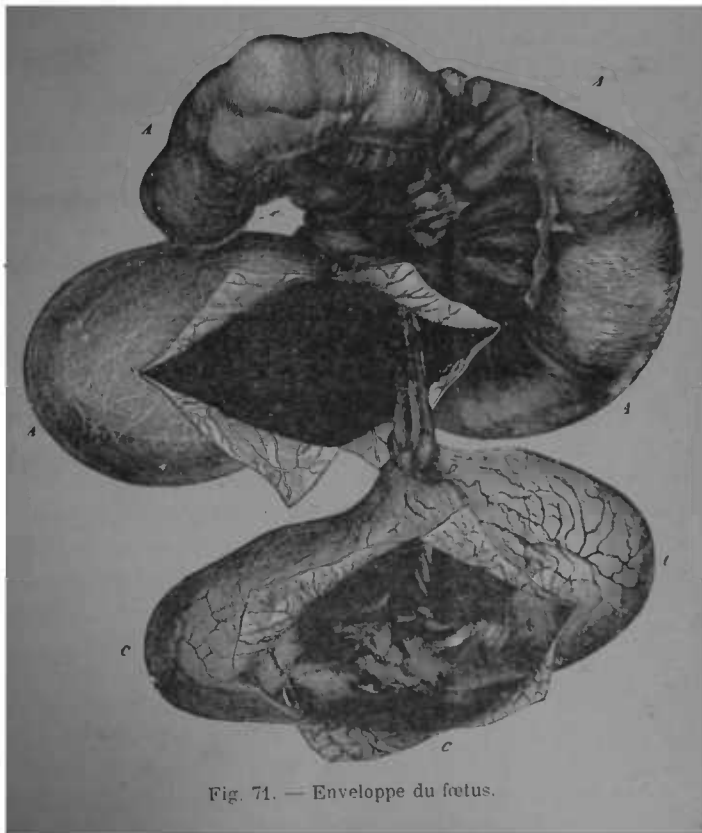


Fig. 71. — Enveloppe du fœtus.

taire, évoluera ultérieurement dans le sens des organes mâles ou des organes femelles, fort analogues comme on sait.

Circulation et nutrition du fœtus. — Le fœtus n'a pas les deux sortes de sang que nous connaissons. Les deux moitiés de son cœur communiquent directement par

une ouverture de la cloison inter-auriculaire appelée *Trou de Botal*. Et le système pulmonaire ne fonctionne point. Le sang fœtal, qui reçoit de celui de la mère, par endosseuse à travers les parois des vaisseaux placentaires, les éléments nutritifs, les distribue à toutes les parties du corps par l'impulsion de ses systoles cardiaques. Là ils servent à la nutrition, au développement et à la multiplication des éléments anatomiques.

Les résidus de la nutrition du fœtus se rendent, les uns, les liquides, dans l'allantoïde, qui est le sac urinaire ; les autres, les solides, dans le tube intestinal.

Les résidus solides, ou plutôt délayés, sont excrétés par la muqueuse intestinale et par le foie. Ils portent le nom de *Méconium*. Celui-ci est d'abord jaune verdâtre, puis d'un brun verdâtre, et enfin d'un brun foncé. Il s'accumule dans les dernières portions du gros intestin vers la fin de la gestation.

Positions du fœtus. — Le fœtus, arrivé à un certain degré de développement, se trouve tantôt au milieu du corps de l'utérus, tantôt et plus souvent dans une des cornes, chez les Équidés. Chez la vache, il est presque toujours logé dans une des cornes. Chez la brebis et la chèvre, il y a ordinairement, dans le cas normal de gestation double, un fœtus dans chaque corne. Chez la truie, qui est toujours multipare, les fœtus occupent plus particulièrement les cornes ; il n'y en a jamais qu'un dans le corps de l'utérus.

Dans les premiers temps, le fœtus a le dos voussé, la tête appliquée sur le thorax, la bouche près du sternum, entre les membres antérieurs, qui sont dirigés en arrière, tandis que les postérieurs le sont en avant, sous l'abdomen. Lorsque la gestation est avancée et que le petit a acquis presque tout son développement, il a, chez les femelles unipares, la partie antérieure dans le corps de l'utérus et la partie postérieure dans l'une des cornes, la tête et le cou dirigés en arrière, vers le col de l'utérus, les membres antérieurs et postérieurs sous le ventre, le dos en haut. Quand le moment du part approche, le fœtus change encore de position : il allonge les membres anté

rieurs sur les côtés et au-dessous de la tête ; il rapproche les postérieurs du ventre.

Cette position est normale. La tête et les membres antérieurs ouvrent ainsi les voies pour la sortie du fœtus.

Durée de la gestation. — Du moment de la conception ou fécondation jusqu'à celui du terme de la gestation, il s'écoule des temps variables, selon les espèces et même selon les individus de la même espèce. En voici les moyennes, d'après de nombreuses statistiques :

| | | | | | |
|---|---|----|---|----|---------|
| La jument porte environ 11 mois, soit 48 semaines ou 336 jours. | | | | | |
| L'ânesse | — | 12 | — | 52 | — 364 — |
| La vache | — | 9 | — | 49 | — 280 — |
| La brebis | — | 5 | — | 21 | — 148 — |
| La chèvre | — | 5 | — | 21 | — 148 — |
| La truie | — | 4 | — | 17 | — 119 — |

Parturition. — Lorsque le fœtus et ses enveloppes sont expulsés avant terme, surtout alors qu'il n'a pas atteint son entier développement et n'est par conséquent pas viable, il y a ce qu'on appelle *Avortement*. Dans tous les cas, l'expulsion a lieu par un travail de dilatation du col de l'utérus, bientôt suivi des contractions des faisceaux musculaires, dont l'action est favorisée par la contraction des muscles abdominaux.

Cet acte constitue le *Part*, la *Parturition*, l'*Accouchement* ou la *Mise-bas*. Les contractions utérines qui le produisent sont plus ou moins douloureuses. On les nomme, pour ces motifs, *Douleurs*. Lorsqu'il est effectué, l'utérus, qui était fortement dilaté, se rétracte. Ses membranes épaissies reviennent progressivement à leurs proportions antérieures. Les cotylédons, chez les femelles des ruminants, se résorbent en grande partie, sinon en totalité. Au bout de six à huit jours, dans les conditions normales, l'organe a repris ses dimensions ordinaires et ses rapports normaux.

AUTEURS CITÉS

- | | | |
|---|---|---|
| <p>Achy, 308.</p> <p>Barrier, 141.</p> <p>Baudement, 3, 4, 5, 20, 21, 26.</p> <p>Bernard (Claude), 181, 182, 214, 290, 298.</p> <p>Bert (Paul), 291.</p> <p>Berthelot, 289, 295, 299, 300, 306.</p> <p>Bouley (H.), 106.</p> <p>Boussingault, 224, 251, 296, 297.</p> <p>Brunner, 177.</p> <p>Carnot (Sadi), 287, 303, 307.</p> <p>Chauveau, 307, 350.</p> <p>Colin, 106, 119, 319.</p> <p>Corvisart (L.), 181.</p> <p>Crusius, 221.</p> <p>Dastre, 214.</p> <p>Delafond, 350.</p> <p>Diétrich, 222.</p> <p>Dombasle (Mathieu de), 2.</p> <p>Dougllass, 305.</p> <p>Dudgeon, 237.</p> <p>Dumas, 296.</p> <p>Fick, 304, 305.</p> <p>Flechsig, 234.</p> <p>Flourens, 325.</p> <p>Frankland, 299, 305.</p> <p>Führmann, 128.</p> <p>Funkes, 354.</p> <p>Gasparin (Comte de), 3, 5, 6.</p> <p>Girard (A. Ch.), 180.</p> <p>Girard (J.), 141, 142, 143, 144.</p> <p>Girard (N.-F.), 141.</p> <p>Goiffon, 105, 106.</p> <p>Goubaux, 141.</p> <p>Gréhant, 293, 306.</p> <p>Gurtl, 350.</p> | <p>Haubner, 220, 221.</p> <p>Houghton, 305.</p> <p>Helmholz, 370.</p> <p>Henneberg, 251, 297.</p> <p>Hirn, 303.</p> <p>Hofmeister, 222.</p> <p>Kellener (Oscar), 305.</p> <p>König, 222.</p> <p>Kreusler, 236.</p> <p>Kühn (G.), 222, 236.</p> <p>Lacaze-Duthiers, 296.</p> <p>Lafosse, 361.</p> <p>Lavoisier, 298, 299.</p> <p>Leclerc, 354.</p> <p>Lecoq, 106.</p> <p>Lehmann, 213, 305.</p> <p>Lemoigne, 211.</p> <p>Le Noble du Theil, 115.</p> <p>Madrzyewski, 306.</p> <p>Maercker (Max), 217, 268.</p> <p>Malassez, 281, 291.</p> <p>Malpighi, 316, 336, 340.</p> <p>Marey, 98, 104, 105, 120, 128, 308.</p> <p>Matteucci, 309.</p> <p>Maumené, 354.</p> <p>Mayer, 287.</p> <p>Miahle, 213.</p> <p>Milne-Edwards, 296.</p> <p>Morris, 86.</p> <p>Müntz, 241.</p> <p>Nathusius (W v), 340.</p> <p>Nawrocki, 293.</p> <p>Pabst, 224.</p> <p>Parkes, 304.</p> <p>Pecket, 283.</p> <p>Persoz, 290, 297.</p> <p>Pettenkofer, 268, 297, 301, 302, 303, 305.</p> <p>Peyer, 177.</p> <p>Picard, 281.</p> | <p>Raabe, 106.</p> <p>Ranke (J.), 309, 310.</p> <p>Ranvier, 28, 308.</p> <p>Régnard (P.), 302.</p> <p>Remak, 321.</p> <p>Retzus, 55.</p> <p>Riche, 296.</p> <p>Ringelmann, 129.</p> <p>Rogelet, 354.</p> <p>Rübner (Max), 299.</p> <p>Schneider, 254.</p> <p>Schulz Erna), 217.</p> <p>Schultz (Hugo), 217.</p> <p>Schwann, 321.</p> <p>Simonds, 142.</p> <p>Sinétý (de), 380.</p> <p>Stintzing, 306.</p> <p>Solleysel, 106.</p> <p>Stœckhardt, 220.</p> <p>Stohmann, 251, 299.</p> <p>Stutzer, 236.</p> <p>Sussdorf, 220.</p> <p>Tchirwinsky, 299.</p> <p>Thaer, 2, 244.</p> <p>Traube, 305.</p> <p>Valentin, 349.</p> <p>Vincent, 105, 106.</p> <p>Voit (K.), 297, 301, 302, 303, 305.</p> <p>Walker, 237.</p> <p>Weher, 236, 309.</p> <p>Weiske, 234.</p> <p>Wislicenus, 304, 305.</p> <p>Wolff (Emile von), 207, 208, 218, 221, 222, 245.</p> <p>Wolf, 387.</p> <p>Youatt, 102.</p> <p>Yvon, 147.</p> <p>Zuntz, 301, 305.</p> |
|---|---|---|

INDEX ALPHABÉTIQUE

| A | |
|----------------------------------|-----|
| Achille (tendon d') | 82 |
| Acini | 181 |
| Acoustiques (nerfs) | 329 |
| Aeromion | 59 |
| Adipeux tissu) | 35 |
| Adjuvants (aliments) | 242 |
| Adulte | 139 |
| Aération | 268 |
| Age | 158 |
| — des équidés | 147 |
| — des hovidés | 158 |
| — des ovidés | 163 |
| — des suidés | 165 |
| Ailes du nez | 253 |
| Air respirable | 268 |
| — vicié | 268 |
| Albuginée (tunique) | 371 |
| Albumineuse | 213 |
| Alezun | 342 |
| Aliments en général | 184 |
| — concentrés (composition) | 190 |
| — grossiers (composition) | 202 |
| — adjuvants | 242 |
| — essentiels d'entretien | 239 |
| — complémentaires | 241 |
| Allantoïde | 386 |
| Allures | 89 |
| Amble | 114 |
| Amphoïdes (mouvements) | 29 |
| Amnios | 386 |
| Amygdales | 131 |
| Angle visuel | 369 |
| Animalcules spermatiques | 373 |
| Anus | 179 |
| Aorte antérieure | 275 |
| — primitive | 275 |
| — postérieure | 276 |
| Apombs | 84 |
| Aponévroses | 37 |
| Arachnoïde | 324 |
| Arbre bronchique | 257 |
| Arcades dentaires | 132 |
| Arcs-boutants | 340 |
| Arque (cheval) | 88 |
| Arqire | 88 |
| Artère pulmonaire | 275 |
| Arythénoïdes (cartilages) | 255 |
| Asphyxie | 267 |
| Assimilation nutritive | 295 |
| Astragale | 73 |
| Atteinte | 107 |
| Aubère | 343 |
| Aubin | 420 |
| Audition | 369 |
| Avaloire | 125 |
| Avant-bras | 59 |
| Avortement | 380 |
| Azygos (veine) | 278 |
| B | |
| Bai | 343 |
| Bains | 259 |
| Ballast | 242 |
| Balzones | 345 |
| Barres de la bouche | 133 |
| — du sabot | 349 |
| Base de sustentation | 84 |
| Bassin | 72 |
| Bassinnet rénal | 316 |
| Bât | 126 |
| Battue | 98 |
| Bégu (cheval) | 156 |
| Belle-face | 344 |
| Bétail | 1 |
| Biangularité des dents | 157 |
| Bidets d'allure | 109 |
| Bile | 182 |
| Billarder | 107 |
| Bipèdes | 47 |
| Blanche (robe) | 342 |
| Blastoderme | 384 |
| Boissons | 230 |
| Bol alimentaire | 269 |
| Bond | 100 |
| Bonnet | 175 |
| Bosses frontales | 53 |
| Bouche | 130 |
| Boue splénique | 281 |
| Boulet | 63 |
| Bouleture | 88 |

| | | | |
|--------------------------|-----|-------------------------------|-----|
| Bourellet | 348 | Carotides | 275 |
| Bourses | 371 | Cartilages en général..... | 38 |
| Brachycéphale | 55 | — de conjugaison..... | 39 |
| Bras | 59 | — articulaires | 58 |
| Brassicourt | 88 | — de la trachée | 236 |
| Bréhaigne | 133 | — du larynx | 235 |
| Bricole | 127 | Cavité cérébrale | 54 |
| Bride | 122 | — dentaire | 137 |
| Bridon | 125 | — thoracique | 258 |
| Brin de laine..... | 311 | Cavités nasales..... | 253 |
| Bringé | 346 | Ceinture pelvienne..... | 74 |
| Bronches | 257 | Cellule | 28 |
| Bulbe brachial | 325 | — germinative | 375 |
| — crural | 326 | Cellules nerveuses..... | 321 |
| — rachidien..... | 323 | Cément dentaire | 134 |
| Burant dans son blanc.. | 315 | Centre de gravité..... | 84 |
| | | — (déplacement du)..... | 96 |
| | | Centres nerveux..... | 321 |
| C | | Cérumen | 370 |
| Cabrer..... | 98 | Cerveau | 323 |
| Café au lait (robe)..... | 343 | Cervelet | 325 |
| Cagneux | 88 | Chaleur animale | 298 |
| Caille (pelage)..... | 346 | — de combustion des ali- | |
| Caillette | 176 | ments | 299 |
| Caillot | 200 | Chambres de l'œil..... | 368 |
| Calcanéum | 73 | Châtaignes cornées..... | 347 |
| Calices du rein | 316 | Chevilles osseuses des cornes | 53 |
| Calorie | 288 | Chiasma des nerfs optiques | 329 |
| Calorification | 298 | Chondrine | 38 |
| Campé | 89 | Chondroplastcs | 38 |
| Canal biflexe | 352 | Chorion | 335 |
| — cholédoque | 181 | Choroïde | 366 |
| — déférent | 373 | Chronomètre dentaire..... | 141 |
| — éjaculateur | 373 | Chyle | 215 |
| — rachidien..... | 48 | Chylifères | 282 |
| — de Stenon | 167 | Chyme | 213 |
| — thoracique..... | 283 | Cils | 341 |
| — de l'urètre | 374 | — vibratiles | 32 |
| — de Warton..... | 167 | Cinématique du quadrupède | 89 |
| Canalicules osseux | 41 | Circonvolutions cérébrales. | 323 |
| — médullaires..... | 41 | Circulation du sang..... | 285 |
| — dentaires | 134 | Citernc de Pecquet..... | 283 |
| Canaux biliaires..... | 181 | Clitoris | 378 |
| — de Havers | 41 | Clos du derrière (cheval).. | 88 |
| — lactifères | 379 | Coction des aliments..... | 238 |
| Canon | 60 | Cœcum | 177 |
| Cap de Maure | 344 | Coefficients de digestibilité | 222 |
| Capélet | 83 | — digestifs | 225 |
| Capillaires..... | 282 | Cœur..... | 271 |
| Capsule cristalline..... | 368 | Coins dentaires..... | 133 |
| — de Glisson | 182 | Coût | 383 |
| — surrénale | 315 | Colliers..... | 126 |
| Cardia | 171 | Colon | 178 |
| Carpe | 60 | Colonne vertébrale..... | 47 |
| Carnassiers..... | 184 | Colostrum | 381 |
| Carnivores | 184 | | |

| | | | |
|--|-----|--------------------------------------|-----|
| Comptabilité zootechnique. | 9 | Groupe | 77 |
| — (formules de) | 216 | Cruraux (muscles) | 78 |
| Condiments | 228 | Cryptorchidie | 372 |
| Conductibilité nerveuse | 332 | Cubitus | 59 |
| Conduit auditif | 370 | Cuisse | 78 |
| Condyles du fémur | 72 | Cuisson des aliments | 236 |
| Conjonctif (tissu) | 32 | Cutidure | 348 |
| Conjonctive (muqueuse) | 368 | Cylindre-axe | 321 |
| Conque de l'oreille | 369 | | |
| Contraction musculaire | 308 | D | |
| Contractilité | 36 | Dartos | 372 |
| Corde dorsale | 285 | Défécation | 216 |
| — vocale | 256 | Défenses des suidés | 133 |
| Cordon ombilical | 386 | Déglutition | 209 |
| Cornée lucide | 366 | Déjection | 216 |
| — opaque | 366 | Délivre | 386 |
| Cornes frontales | 346 | Dentine | 134 |
| — utérines | 375 | Dentition | 132 |
| Cornets du nez | 254 | — (évolution de la) | 138 |
| — dentaires | 137 | Dents incisives | 137 |
| Corps calleux | 324 | — molaires | 135 |
| — caverneux | 374 | Derme | 335 |
| — clignotant | 368 | Désassimilation | 295 |
| — jaune | 375 | Dialyse intestinale | 214 |
| — muqueux de la peau | 338 | Diaphragme | 259 |
| — pampiniforme | 372 | Diaphyse des os longs | 43 |
| — striés | 324 | Diastase salivaire | 168 |
| — vitré | 368 | Diastole | 274 |
| Corpuscules butyreux | 380 | Digestibilité des aliments | 216 |
| — osseux | 40 | — (coefficients de) | 222 |
| — du tact | 336 | Digestion gastrique | 212 |
| Côtes | 46 | — intestinale | 214 |
| — fausses | 258 | Division des aliments | 232 |
| — vraies | 258 | Dolichocéphalie | 55 |
| Cotylédons utérins | 377 | Duodénum | 177 |
| Cotyloïde (cavité) | 72 | Dure-mère cérébrale | 324 |
| Couper (se) | 107 | — rachidienne | 327 |
| Courbe | 76 | Duvet | 341 |
| Couronne (os de la) | 60 | | |
| Couronné (cheval) | 88 | E | |
| Coussinet plantaire | 348 | Eaux potables | 230 |
| Coxal | 71 | Ebrouement | 266 |
| Coxo-fémorale (articulation) | 74 | Ecart | 101 |
| Crâne | 50 | Éléments anatomiques | 27 |
| Cravates œsophagiennes | 172 | — figurés | 27 |
| Créatine et créatinine | 318 | Email dentaire | 134 |
| Crémaster | 372 | Embryon | 384 |
| Cricoïde (cartilage) | 255 | Encéphale | 322 |
| Crinière | 341 | Endocarde | 273 |
| Crins | 341 | Energie (définition) | 287 |
| Cristallin | 368 | Enveloppes du fœtus | 386 |
| Crochets | 133 | Eparvin | 76 |
| Crochu (cheval) | 88 | Épaule | 59 |
| — (os) | 60 | Épiderme | 338 |
| Croissance (période) | 141 | Épididyme | 371 |

| | |
|--|-----|
| Epiglotte | 255 |
| Epine maxillaire | 56 |
| Épiphyses | 43 |
| Épiploons | 180 |
| Épithéliums | 32 |
| Équivalent mécanique des aliments | 312 |
| Équivalents nutritifs | 223 |
| Estomac | 170 |
| Éternuement | 265 |
| Ethmoïde | 54 |
| Etoile dentaire | 138 |
| — en tête | 344 |
| Excitabilité nerveuse | 322 |
| Expiration | 263 |
| Extractifs non azotés | 185 |

F

| | |
|-------------------------------------|-----|
| Face | 51 |
| Faim | 250 |
| Falciforme (os) | 52 |
| Fanon | 341 |
| Fatigue musculaire | 309 |
| Fausse narine | 253 |
| Fauve (pelage) | 346 |
| Faux bégue | 156 |
| Faux du cerveau | 324 |
| Fécondation | 383 |
| Fémoro-tibiale (articulation) | 75 |
| Fémur | 72 |
| Fermentation des aliments | 234 |
| Ferrure | 361 |
| Fessiers (muscles) | 78 |
| Feuillet des ruminants | 175 |
| — séreux du blastoderme | 384 |
| — muqueux | 384 |
| — vasculaire | 384 |
| Feuilleté (tissu) | 348 |
| Fibrine | 291 |
| Fibro-cartilage | 38 |
| Fleur épanouie | 376 |
| — de pêcher (robe) | 343 |
| Fœtus | 387 |
| Foie | 181 |
| Follicule pileux | 399 |
| Fonctions économiques | 16 |
| Forger | 107 |
| Formules dentaires | 133 |
| Fosses nasales | 254 |
| Foulée | 98 |
| Fourchette | 351 |
| Fourreau | 374 |
| Frein de la langue | 132 |
| Froment (pelage) | 346 |
| Frontaux | 52 |

G

| | |
|---|-----|
| Gaine carpienne | 63 |
| — tarsienne | 76 |
| — vaginale | 372 |
| Galactophores (conduits) | 379 |
| — (citernes) | 379 |
| Galop normal | 114 |
| — de manège | 117 |
| — de course | 118 |
| Ganglions lymphatiques | 282 |
| — naso-palatin | 365 |
| — nerveux | 331 |
| Gaz intestinaux | 216 |
| — du sang | 292 |
| Génération | 383 |
| Genou effacé | 88 |
| — de veau | 88 |
| Germe | 375 |
| Gestation | 386 |
| Glandes de Brunner | 177 |
| — lacrymales | 368 |
| — à pepsine | 172 |
| — de Peyer | 177 |
| — salivaires | 166 |
| — sébacées | 337 |
| — sudoripares | 337 |
| Globules blancs | 291 |
| — rouges | 290 |
| Globuline | 291 |
| Glomérules du rein | 316 |
| Glotte | 256 |
| Glycogène | 182 |
| Goût | 365 |
| Gouttière œsophagienne | 175 |
| Grasses (origine des ma- tières) | 296 |
| Granulation | 28 |
| Groin | 130 |

H

| | |
|--|---------|
| Hanche | 72 |
| Harnais | 122-125 |
| Harper | 108 |
| Hématose | 293 |
| Hémisphères du cerveau | 323 |
| Hémoglobine | 291 |
| Hépatiques (cellules) | 181 |
| Herbivores | 184 |
| Hile du rein | 315 |
| Hippurique (acide) | 318 |
| Huméro-radiale (articula- tion) | 61 |
| Humérus | 59 |
| Humeur aqueuse | 368 |
| Hyoïde | 131 |

| | | | |
|----------------------------|-----|--------------------------------------|-----|
| I | | Ligaments larges | 375 |
| Illium..... | 71 | Ligne primitive | 384 |
| Impressions sensibles... | 333 | Ligneux (digestibilité du) .. | 220 |
| Impulsion en avant..... | 90 | Liste en tête | 344 |
| Incisifs (os)..... | 56 | Livret | 175 |
| Incisives..... | 132 | Lobes olfactifs | 329 |
| Innervation..... | 321 | Loi de parallélisme des le- | |
| Insalivation..... | 209 | viers | 85 |
| Inspiration..... | 263 | — de similitude des angles | 85 |
| Intercostaux (muscles)... | 259 | Lymphatiques (vaisseaux) .. | 282 |
| Intestin grêle..... | 177 | Lymphe | 284 |
| — gros..... | 178 | | |
| Iris..... | 368 | M | |
| Isabelle (robe)..... | 343 | Macération des aliments .. | 233 |
| Ischium..... | 72 | Mâchoires | 132 |
| Isthme du gosier..... | 131 | Mamelles | 378 |
| Ivoire dentaire..... | 134 | — du sabot..... | 349 |
| J | | Mamelons | 378 |
| Jambe..... | 72 | Mammaires (veines) | 379 |
| Jarde..... | 76 | Mandibule | 56 |
| Jardon..... | 76 | Marques en tête | 344 |
| Jarre..... | 341 | Mastication | 209 |
| Jarret..... | 75 | Mastoïdo-huméral (muscle) | 67 |
| Jarretier..... | 88 | Matrice | 375 |
| Jéjunum..... | 177 | Maxillaires (os) | 55 |
| Jeunesse..... | 139 | — (glande)..... | 167 |
| Joug..... | 129 | Méat urinaire | 374 |
| Jugal (os)..... | 55 | Méats du nez | 254 |
| Jugulaires..... | 278 | Méconium | 388 |
| Jumeaux de la jambe.... | 81 | Médiastins | 262 |
| K | | Mélanges d'aliments | 238 |
| Kéraphylleux (tissu).... | 340 | Méninges | 324 |
| Kératine..... | 338 | Menton | 130 |
| Keratogène (membrane).. | 348 | Mésaraïques (veines) | 280 |
| Kilogrammètre..... | 288 | Mésentères | 179 |
| L | | Mésentériques (artères) .. | 276 |
| Lacrymal (os)..... | 55 | — (veines)..... | 280 |
| Lacrymale (glande)..... | 368 | Mésocéphale | 326 |
| Lacunes de la fourchette.. | 351 | Métacarpe | 60 |
| — lymphatiques..... | 280 | Métacarpo - phalangiennes | |
| Ladre (taches de)..... | 345 | (articulations)..... | 63 |
| Laine..... | 341 | Miéline | 321 |
| Lait..... | 380 | Milieus de l'œil | 366 |
| Langue..... | 131 | Mitoyennes (incisives) ... | 133 |
| Larmier..... | 55 | Moelle des os | 43 |
| Larynx..... | 254 | — épinière..... | 326 |
| Lest intestinal..... | 242 | Molaires (dents) | 132 |
| Leucocytes..... | 284 | — glandes..... | 167 |
| Lèvres..... | 130 | Mollettes | 71 |
| Licéol..... | 123 | Monorchyde | 372 |
| Ligament..... | 58 | Mors | 123 |
| | | Mouvements coordonnés .. | 97 |
| | | — respiratoires..... | 266 |
| | | Mue du poil | 340 |

| | |
|----------------------------|-----|
| Mufle | 130 |
| Muraille du sabot | 340 |
| Murmure respiratoire | 265 |
| Muscles | 37 |
| Musculaire (tissu) | 36 |
| — (contraction) | 308 |
| — (travail) | 298 |
| Myosine | 38 |

N

| | |
|-----------------------------|-----|
| Narines | 253 |
| Naseaux | 253 |
| Naviculaire (os) | 61 |
| Nerfs | 321 |
| — crâniens | 329 |
| — ganglionnaires | 331 |
| — rachidiens | 330 |
| — trophiques | 332 |
| — vaso-moteurs | 332 |
| Névrilémé | 321 |
| Noire (robe) | 342 |
| Normes d'alimentation | 244 |
| Notocorde | 285 |
| Noyau de cellule | 31 |
| Noyaux d'ossification | 42 |
| Nucléole | 31 |
| Nutrition | 294 |
| — (hygiène de la) | 310 |

O

| | |
|------------------------------|-----|
| Occipital | 51 |
| Odorat | 365 |
| Oeil | 366 |
| Œsophage | 169 |
| Olécrâne | 59 |
| Olécrâniens (muscles) | 67 |
| Olfactifs (nerfs) | 329 |
| Olfactive (membrane) | 254 |
| Omoplate | 59 |
| Onglons | 352 |
| Optiques (nerfs) | 329 |
| Orbitaires (apophyses) | 53 |
| — (cavités) | 53 |
| Orbite | 53 |
| Oreille | 369 |
| Oreillettes | 271 |
| Orifices du cœur | 273 |
| Os du cœur | 273 |
| Osmose intestinale | 214 |
| Osselets de l'ouïe | 370 |
| Osseux (tissu) | 39 |
| Ossification | 42 |
| Ostéologie | 58 |
| Ostéoplastes | 40 |
| Ouïe | 369 |

| | |
|-----------------------------------|-----|
| Ouraque | 386 |
| Ouvert du derrière (cheval) | 88 |
| Ovaires | 374 |
| Oviducte | 376 |
| Ovules | 375 |

P

| | |
|--|-----|
| Paires nerveuses crâniennes | 329 |
| — — rachidiennes | 330 |
| Palais | 131 |
| Palatin (os) | 56 |
| Panard | 87 |
| Pancréas | 180 |
| Pancréatique (suc) | 180 |
| Pansage | 355 |
| Panse | 173 |
| Papilles dermiques | 336 |
| — du poil | 339 |
| — du lact | 336 |
| — dentaires | 134 |
| Pariétal | 51 |
| Pari du sabot | 349 |
| Parotides | 166 |
| Particularités des robes | 344 |
| Parturition | 389 |
| Pas ordinaire | 103 |
| — relevé | 108 |
| Pâture | 60 |
| Pavillon de la trompe uté- rine | 376 |
| Peau | 335 |
| — (fonctions de la) | 353 |
| Peaussiers (muscles) | 336 |
| Pectoraux (muscles) | 68 |
| Pédoncules cérébraux | 323 |
| Pelages | 345 |
| Pelotte en tête | 344 |
| Pénis | 374 |
| Pepsine | 173 |
| Peptones | 213 |
| Perfection zootechnique | 20 |
| Perforant | 70 |
| Perforé | 70 |
| Péricarde | 273 |
| Périchondre | 38 |
| Périnéales (veines) | 279 |
| Périople | 349 |
| Périoste | 41 |
| Péritoine | 179 |
| Péronné | 72 |
| Phalanges | 60 |
| Pharynx | 169 |
| Pies (robes) | 344 |
| Pied | 60 |

| | | | |
|-------------------------------|-----|---------------------------------------|-----|
| Pie-mère cérébrale | 324 | Reculer | 102 |
| — rachidienne | 327 | Réflexe | 333 |
| Pigment | 339 | Reins | 315 |
| Piliers du diaphragme | 261 | Relation nutritive | 206 |
| — du cœur | 272 | Réseau (estomac) | 175 |
| Pinçard | 108 | — de Malpighi | 336 |
| Pince du sabot | 349 | Réservoir galactophore | 379 |
| — incisive | 133 | — sous-lombaire | 283 |
| Pituitaire | 254 | Respiration | 263 |
| Placenta | 386 | Rétine | 366 |
| Plasma | 290 | Ris de veau | 284 |
| Plèvres | 262 | Robes | 342 |
| Plexus choroides | 324 | Rotule | 73 |
| — nerveux | 330 | Rouan | 344 |
| Pneumo-gastrique | 330 | Rouge (pelage) | 316 |
| Poches gutturales | 370 | Ruade | 99 |
| Podophylleux (tissu) | 348 | Rubican | 344 |
| Poils | 339 | Rumen | 173 |
| Pont de varole | 326 | Rumination | 210 |
| Porte (veine) | 279 | Rut | 375 |
| Pouls | 286 | | |
| Poumons | 261 | S | |
| Préhension des aliments | 208 | Sabot | 347 |
| Problème zootechnique | 4 | Sacro-iliaque (articulation) | 73 |
| Prostate | 373 | Sacrum | 49 |
| Protéine | 185 | Salives | 168 |
| Protoplasma | 31 | Sang | 200 |
| Protubérance annulaire | 326 | Sarcodiques (excroissances) | 30 |
| Psautier | 175 | Sarcolemme | 37 |
| Psoas | 78 | Saut | 101 |
| Pterigoidien | 56 | Scapulo-humérale (articulation) | 61 |
| Ptyaline | 168 | Scapulum | 59 |
| Pubis | 72 | Sciaticques (nerfs) | 330 |
| Pulmonaire (artère) | 275 | Sclérotique | 366 |
| — (veines) | 277 | Scrotum | 371 |
| Pulpe dentaire | 134 | Sébacées (glandes) | 337 |
| — splénique | 281 | Sécrétions | 298 |
| Pulsion | 286 | Selle | 125 |
| Pylore | 173 | Sellette | 125 |
| | | Séminifères (tubes) | 371 |
| Q | | Sensations | 332 |
| Quartiers des mamelles | 383 | Sérum | 292 |
| — du sabot | 349 | Sésamoides | 61 |
| Queue de cheval | 326 | Similitude des angles (loide) | 85 |
| | | Sinus de la tête | 53 |
| R | | — biflexe | 352 |
| Rachis | 47 | — galactophore | 379 |
| Radius | 59 | Soies | 342 |
| Raie de mulet | 345 | Sole | 350 |
| Rampin | 108 | Sous-hépatiques (veines) | 280 |
| Rasement des dents | 144 | Sous-lui (cheval) | 89 |
| Rate | 281 | Spécialisation | 21 |
| Ration | 239 | Spermatozoïdes | 373 |
| Rectum | 179 | Sperme | 373 |

| | | | |
|----------------------------------|-----|------------------------------------|-----|
| Sphénoïde | 54 | Tissu cartilagineux | 38 |
| Squelette | 42 | — musculaire | 36 |
| Statique du quadrupède | 83 | — osseux | 39 |
| Steppieur | 109 | Toison | 341 |
| Sternum | 258 | Tondage | 358 |
| Stroma de l'ovaire | 374 | Toucher | 335 |
| Sublinguale (glande) | 167 | Toupet | 341 |
| Substance blanche nerveuse | 321 | Toupillon | 341 |
| — grise | 322 | Toux | 265 |
| Suc gastrique | 173 | Trachée | 256 |
| — intestinal | 177 | Traits | 128 |
| — pancréatique | 180 | Traquenard | 114 |
| Sudoripares (glandes) | 337 | Travail chimique | 306 |
| Sueur | 353 | — musculaire | 298 |
| Suint | 354 | Trayons | 378 |
| Sus-carpien (os) | 60 | Triangularité des dents | 157 |
| Sus-hépatiques (veines) | 280 | Trisplanchnique | 332 |
| Sus-maxillaires (grands) | 55 | Trochanter | 72 |
| — (petits) | 56 | Trochiter | 59 |
| Sus-naseaux (os) | 55 | Trochlée fémorale | 72 |
| Suspenseur du boulet | 63 | Trompes utérines | 376 |
| Sustentation | 84 | — d'Eustache | 370 |
| Sutures des os | 44 | Tronc aortique | 275 |
| Sympathique (nerf) | 331 | Trophique des nerfs (action) | 333 |
| Symphise ischio-pubienne | 74 | Trot | 109 |
| Syndesinologie | 58 | Trou de Botal | 388 |
| Synoviales | 58 | — surcilier | 53 |
| Synovie | 58 | Tubes urinaires | 316 |
| Systèmes nerveux | 321 | — séminifères | 371 |
| Systole | 274 | Tunique albuginée | 371 |
| | | Tympan | 370 |

T

| | |
|--|-----|
| Table dentaire | 138 |
| Tables de la composition des aliments | 190 |
| Tact | 336 |
| Talons | 340 |
| Tarse | 73 |
| Température animale | 307 |
| Temporal | 54 |
| Tendons | 58 |
| Tentacules | 343 |
| Testicules | 371 |
| Thorax | 258 |
| Thymus | 284 |
| Thyroïde (cartilage) | 255 |
| — (glande) | 284 |
| Tibia | 72 |
| Tibio-tarsienne (articulation) | 75 |
| Tigrures | 345 |
| Tirage | 95 |
| Tissu adipeux | 35 |
| — conjonctif | 32 |

U

| | |
|----------------------|-----|
| Urée | 318 |
| Uretères | 317 |
| Urètre | 318 |
| Urination | 318 |
| Urine | 318 |
| Urique (acide) | 318 |
| Utérus | 375 |

V

| | |
|-----------------------------------|-----|
| Vagin | 377 |
| Vagues (nerfs) | 330 |
| Valvules du cœur | 272 |
| — des veines | 277 |
| Vaso-moteurs | 342 |
| Veinès | 277 |
| Velouté (tissu) | 348 |
| Ventilation pulmonaire | 265 |
| — naturelle des habitations | 267 |
| Ventricules du cerveau | 324 |
| — du cœur | 271 |

| | | | |
|------------------------|-----|----------------------------|-----|
| Vertèbres | 47 | | |
| Vertèbres | 47 | | |
| Vésicule biliaire..... | 181 | X | |
| — de Graaf..... | 375 | Xyphoï le (appendice) | 258 |
| — séminale..... | 373 | | |
| Vessie .. | 317 | Z | |
| Vessigons..... | 82 | Zain | 314 |
| Vision..... | 369 | Zébrures | 345 |
| Vomer | 56 | Zootéchnie | 4 |
| Vulve | 377 | Zygomatique (os)..... | 55 |
| | | — (crête) | 56 |

FIN DE L'INDEX ALPHABÉTIQUE.









