



HARVARD UNIVERSITY.



LIBRARY

OF THE

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOÖLOGY.

7514

Bought

April 11 - December 16, 1912.

JOURNAL
DE
L'ANATOMIE
ET DE
LA PHYSIOLOGIE
NORMALES ET PATHOLOGIQUES
DE L'HOMME ET DES ANIMAUX
(ANNÉE 1912)

COULOMMIERS

Imprimerie PAUL BRODARD.

JOURNAL
DE
L'ANATOMIE

ET DE
LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES
DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

Fondé par **CHARLES ROBIN** (1864-1885)

CONTINUÉ PAR
GEORGES POUCHET (1885-1894) et **MATHIAS DUVAL** (1894-1907)

PUBLIÉ PAR MM.

É. RETTERER

Professeur agrégé à la Faculté de médecine
de Paris.

F. TOURNEUX

Professeur à la Faculté de médecine
de Toulouse.

AVEC LE CONCOURS DE MM.

A. BRANCA

Professeur agrégé
à la Faculté de médecine
de Paris.

G. LOISEL

Directeur
du Laboratoire d'Embryologie générale
à l'Ecole des Hautes-Études.

A. SOULIÉ

Professeur agrégé
à la Faculté de médecine
de Toulouse.

QUARANTE-HUITIÈME ANNÉE

1912

Avec 10 planches hors texte et 186 figures dans le texte.

PARIS
LIBRAIRIE FÉLIX ALCAN
108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

APR 11 1912

7514

JOURNAL
 DE
L'ANATOMIE
 ET DE
LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

Fondé par **CHARLES ROBIN (1864-1885)**

CONTINUÉ PAR

GEORGES POUCHET (1885-1894) et **MATHIAS DUVAL (1894-1907)**

PUBLIÉ PAR MM.

E. RETTERER

Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris.

F. TOURNEUX

Professeur à la Faculté de médecine de Toulouse.

AVEC LE CONCOURS DE MM.

A. BRANCA

Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris.

G. LOISEL

Directeur du Laboratoire d'Embryologie générale à l'Ecole des Hautes Études.

A. SOULIÉ

Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Toulouse.

XLVIII^e ANNÉE, 1912. — N^o 1. — JANVIER-FÉVRIER

LIBRAIRIE FÉLIX ALCAN

108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, PARIS

TABLE DES MATIÈRES DU N° 1

| | |
|--|-----|
| N. LOEWENTHAL et A. CARRASCO. — Des stomates et cellules intercalaires du revêtement endothélial du mésentère (PLANCHE I)..... | 1 |
| Éd. RETTERER et Aug. LELIÈVRE. — Origine, valeur cellulaire et fonctions des leucocytes (avec 8 figures) (à suivre)..... | 14 |
| Éd. RETTERER et Aug. LELIÈVRE. — Origine épithéliale et évolution des follicules clos tégumentaires des Oiseaux (avec 3 figures)..... | 43 |
| F. et J.-P. TOURNEUX. — Base cartilagineuse du crâne et segment basilaire de la chorde dorsale. Formations fœtales de la voûte du pharynx chez les Mammifères (avec 33 figures)..... | 57 |
| BIBLIOGRAPHIE. — Der Auban der Skeletteile in den freien Gliedmassen der Wirbeltiere. Untersuchungen an urodelen Amphibien, par H. von Eggeling..... | 106 |

Le *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* paraît tous les deux mois :

CONDITIONS DE LA SOUSCRIPTION

| | |
|--|---------|
| Un numéro..... | 6 fr. » |
| Un an, pour Paris..... | 30 » |
| — pour les départements et l'étranger..... | 33 » |

CHAQUE LIVRAISON CONTIENT :

- 1° Des *travaux originaux* sur les divers sujets que comporte son titre, accompagnés de planches hors texte en noir et en couleurs, et de gravures dans le texte;
- 2° Des *analyses et comptes rendus* de travaux présentés aux Sociétés savantes françaises et étrangères.

IL A EN OUTRE POUR OBJET :

- La *tératologie*, la *chimie organique*, l'*hygiène*, la *toxicologie* et la *médecine légale* dans leurs rapports avec l'anatomie et la physiologie;
- Les applications de l'anatomie et de la physiologie à la *pratique de la médecine*, de la *chirurgie* et de l'*obstétrique*.

Les ouvrages à analyser, et tout ce qui concerne la rédaction, devront être adressés *franco* à la LIBRAIRIE FÉLIX ALCAN, 108, boulevard Saint-Germain, Paris (6°).

LIBRAIRIE FÉLIX ALCAN

Viennent de paraître :

D^r G. REVAULT d'ALLONNES

Agrégé de Philosophie, Docteur ès lettres.

L'AFFAIBLISSEMENT INTELLECTUEL CHEZ LES DÉMENTS

1 vol. in-8 5 fr.

P. DUBUISSON

Médecin de l'asile Sainte-Anne.

ET

A. VIGOUROUX

Médecin de l'asile de Vaucluse.

RESPONSABILITÉ PÉNALE ET FOLIE

ÉTUDE MÉDICO-LÉGALE

Préface de M. le Professeur LACASSAGNE

Correspondant de l'Institut.

Un vol. in-8 7 fr. 50

JOURNAL
DE
L'ANATOMIE
ET DE
LA PHYSIOLOGIE
NORMALES ET PATHOLOGIQUES
DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

DES STOMATES ET CELLULES INTERCALAIRES
DU REVÊTEMENT ENDOTHÉLIAL DU MÉSENTÈRE ¹

PAR

N. LÖWENTHAL

Professeur

et

A. CARRASCO

Cand. méd.

à Lausanne.

(PLANCHE I.)

Dans un travail antécédent², nous avons cherché à établir que nombre de cellules granuleuses en voie d'intercalation ou entièrement intercalées entre les cellules endothéliales au mésentère de la Grenouille (et de la Salamandre), dérivent des cellules granuleuses situées à l'origine à l'intérieur de la trame conjonctive de la séreuse, cellules qui ont des propriétés éosinophiles distinctes, mais se distinguent néanmoins par des caractères tranchés des globules lymphatiques éosinophiles.

Depuis lors, nous avons étendu nos recherches à d'autres vertébrés, et notamment aux Reptiles. Le Lézard (*Lacerta muralis*) nous

1. Travail présenté à la 13^e réunion de la Société des Anatomistes, Paris, 1911.

2. *Intern. Monatsschr. f. Anat. u. Physiol.*, 1911, fasc. 7-9.

a fourni des résultats très concluants et nous a révélé l'existence de quelques modalités propres de stomates que nous n'avons pas encore observées chez la Grenouille.

Pour ce qui concerne la méthode de préparation du mésentère, elle était essentiellement la même. Le mésentère, à l'état aussi frais que possible, était imprégné au nitrate d'argent, lavé, passé par l'alcool de plus en plus concentré, coloré ensuite à l'hémalun et à l'éosine, et monté finalement au baume. Par rapport à la concentration du nitrate d'argent, il y a à remarquer que les solutions en dessous de 1/2 p. 100, fournissant d'excellents résultats sur la Grenouille, nous ont donné, sur le Lézard, des imprégnations insuffisantes, c'est-à-dire à peine appréciables et incomplètes. Il existe apparemment, sous ce rapport, une différence entre le Lézard et la Grenouille que nous ne saurions expliquer. Même au degré de concentration de 1/2 p. 100, les imprégnations n'étaient pas intensives chez le Lézard, et les interlignes cellulaires apparaissaient très fins, surtout au début, mais ils s'accusaient davantage dans les préparations montées au baume au bout de quelque temps.

Le mésentère du Lézard renferme par places de nombreuses cellules pigmentaires, particulièrement caractéristiques, richement ramifiées, d'aspect franchement étoilé. Ces cellules se groupent non seulement dans les parties plus épaisses de la membrane, renfermant des branches vasculaires plus grosses, mais aussi entre les rayons vasculaires proprement dits. On remarque cependant des différences très tranchées quant à l'abondance des cellules pigmentaires selon les régions du mésentère. Il y a des parties qui en sont complètement dépourvues ou peu s'en faut, et d'autres, où les cellules pigmentaires deviennent si abondantes qu'elles forment une couche ininterrompue masquant d'une manière très gênante les autres éléments constituants de la membrane.

Il est évident que ces parties du mésentère ne sont pas utilisables au point de vue de la question qui nous occupe.

Pour ce qui concerne le revêtement endothélial du mésentère, il se distingue également à certains égards de celui de la Grenouille. Chez le Lézard, les cellules endothéliales apparaissent comme des lames plus grandes en moyenne que chez la Grenouille, en compa-

rant toutefois les parties de la membrane situées entre les rayons vasculaires. Les cellules y sont pour la plupart aussi moins étirées que chez la Grenouille. Les interlignes cellulaires, finement imprégnés, ne sont pas particulièrement ondulés, souvent même à peine ondulés ou ne montrant que quelques courbures très graduelles ou espacées.

D'après ces caractères, qui portent à la fois sur la membrane elle-même et sur son revêtement endothélial, il ne serait guère possible de confondre les préparations provenant de ces deux espèces appartenant, il est vrai, à des classes différentes.

En arrivant maintenant aux cellules intercalaires, il y a d'abord à faire ressortir une différence assez marquée qui existe, à en juger du moins d'après nos préparations, entre la Grenouille et le Lézard.

Dans le mésentère de la Grenouille, les cellules complètement intercalées, entourées de cellules endothéliales allongées et disposées en rosace, sont fréquentes. Il n'en est plus de même chez le Lézard. Ici, des cellules entièrement intercalées ne semblent pas être fréquentes, et quand on réussit à les trouver, on reconnaît que la disposition rayonnée caractéristique des cellules endothéliales environnantes est loin d'être si accusée que chez la Grenouille. Ceci tient sans doute aussi au fait que les cellules endothéliales forment chez le Lézard des lames non seulement plus longues, mais aussi sensiblement plus larges.

Le mésentère du Lézard, par contre, se montre particulièrement favorable à la démonstration des fins stomates, beaucoup moins larges que les diamètres des cellules intercalaires, stomates pas nécessairement arrondis, mais ayant souvent la forme de fentes linéaires, et en face desquels se groupent, sur un plan plus profond, des cellules propres, soit isolées, soit formant de petits groupes. Vu la fréquence de cette disposition au mésentère du Lézard, il n'est pas à méconnaître qu'il existe sous ce rapport une différence assez marquée entre cette espèce animale et la Grenouille.

Passons maintenant à la description plus détaillée des modalités concernant la disposition des stomates au revêtement endothélial mésentérique du Lézard.

Les stomates peuvent avoir la forme arrondie, ou irrégulièrement anguleuse, ou encore celle de fentes linéaires.

Les stomates arrondis peuvent être très petits, régulièrement circulaires et comme taillés à l'emporte-pièce, comme aussi plus grands.

La figure 2 représente aussi fidèlement que possible un petit stomate circulaire, limité par deux cellules endothéliales. De ces deux cellules, l'une forme la plus grande partie du pourtour du stomate, alors que le reste de ce pourtour est formé par une languette partant de la cellule endothéliale voisine. Il est à noter que l'ouverture du stomate ne contient aucun dépôt d'argent, et apparaît comme un cercle à peine rosé, de 4 μ . de diamètre, à travers lequel on aperçoit la cellule granuleuse sous-jacente. La bordure du stomate est marquée par un contour finement imprégné à l'argent. Dans l'exemple choisi, le stomate est en rapport avec deux cellules, situées en dessous de l'endothélium, accolées l'une à l'autre, mais laissant voir entre les faces contiguës un fin interstice.

Dans d'autres cas, le stomate se trouve en rapport avec une seule cellule fixant l'éosine, les autres rapports étant les mêmes, c'est-à-dire le stomate étant circonscrit par deux cellules endothéliales dont l'une, étirée en languette étroite, s'engage dans l'échancrure taillée à la face correspondante de la cellule endothéliale contiguë.

Une autre modalité de stomates est représentée dans la figure 3. On voit ici deux stomates arrondis, accolés l'un à l'autre, et circonscrits par quatre cellules endothéliales. Le stomate plus petit et plus régulier a 4,7 sur 5,9 μ . de diamètre; le stomate plus grand et plus aplati a 4 sur 7,3 μ . de diamètre; chacun d'eux correspond à une cellule granuleuse située en dessous du revêtement endothélial. Comme d'ordinaire, il n'y a pas de dépôt d'argent à l'intérieur de ces stomates, qui se distinguent par leur teinte plus claire du fond rosé des cellules sous-jacentes. Dans ce cas, on remarque un indice de disposition en rosace aux cellules endothéliales circonscrivant les stomates; mais cette disposition est loin d'être typique, vu qu'on ne voit pas toutes les cellules converger aux stomates par une extrémité amincie ou effilée.

Les stomates qui viennent d'être spécifiés sont de nature à faire naître l'idée, vu la grande régularité de leur configuration, qu'il s'agit de formations fixes et préformées. Il n'en est pas ainsi cependant, car les stomates peuvent avoir une grande variété de configuration, d'extension et de rapports.

On trouve des stades permettant de saisir pour ainsi dire la première formation de ces stomates (fig. 1). On reconnaît dans ce cas un écartement très circonscrit aux contours des cellules endothéliales contiguës, et apparaissant sous forme d'un petit pertuis, dont la bordure seulement est imprégnée à l'argent. Des stomates de ce genre peuvent se former au niveau d'un interligne cellulaire compris entre deux cellules endothéliales seulement, et ne correspondre qu'à une seule cellule granuleuse située immédiatement en dessous, comme on le voit à la figure 1.

Dans d'autres cas, un stomate soit de forme irrégulièrement anguleuse, soit en forme de fente linéaire, apparaît au niveau d'un point circonscrit, vers lequel convergent plusieurs cellules endothéliales pouvant former dans ce cas une rosace assez régulière. Ici encore, le stomate peut n'être en rapport qu'avec une seule cellule granuleuse située immédiatement en dessous.

Les stomates linéaires, d'autre part, peuvent n'être circonscrits que par deux ou trois cellules endothéliales. La figure 4 montre un exemple de stomate allongé pris entre trois cellules endothéliales et correspondant à deux cellules granuleuses. Il est évident que dans des cas de ce genre, il ne saurait être question de rosace. Les cellules granuleuses qui correspondent au stomate, se touchent de très près. Elles sont orientées dans le sens longitudinal de ce pertuis, et le dépassent surtout dans le sens de la longueur, en partie aussi dans le sens de la largeur.

Dans d'autres cas, qui ne sont pas rares, les stomates linéaires acquièrent une longueur encore plus grande. On en voit un exemple à la figure 5. Le stomate, en forme de fente intercellulaire, s'étend dans ce cas à presque tout un interligne limité par deux cellules endothéliales, et en suivant les courbures de ce dernier. Sa largeur n'est que de 1,48 à 2,9 μ dans la plus grande partie de son étendue. A une distance qui correspond à la longueur

d'une cellule endothéliale, on tombe sur un nouveau stomate beaucoup plus petit, de forme triangulaire (au bas de la même figure). Les stomates sont en rapport avec une chaînette de cellules granuleuses, renfermant quatre cellules, qui suivent en partie les interlignes cellulaires, en partie s'en écartent.

Telles sont, non pas toutes les formes, mais quelques-unes, particulièrement typiques de stomates intercellulaires, qui sont toujours en rapport avec les cellules propres.

Sans être intercalaires au sens strict du mot, ces cellules peuvent cependant être considérées comme telles, vu leurs rapports avec les stomates intercellulaires; elles peuvent, aussi chez le Léopard, s'intercaler d'une manière plus complète entre les cellules endothéliales, ce dont on voit un exemple à la figure 6.

La cellule intercalée prend dans ce cas une configuration polygone qui la fait rapprocher davantage des cellules endothéliales environnantes, dont elle reste distincte cependant par ses dimensions et sa constitution. Cette cellule, de beaucoup plus petite que les cellules endothéliales, qui l'encadrent a de 16,5 à 20,9 μ de long sur 8,8 à 9,4 μ de large. Sa coloration éosinophile, bien que diffuse, est manifeste. Le noyau, de forme régulièrement elliptique, renferme un nucléole plus volumineux. Il est à remarquer que la bordure argentée marquant les limites de cette cellule, est particulièrement fine et tout à fait exempte de dépôts d'argent.

Comme nous l'avons déjà remarqué à un autre endroit, les cellules entièrement intercalées ne sont pas fréquentes dans nos préparations.

Il convient d'ajouter que les stomates qui viennent d'être spécifiées ne sauraient être confondus avec les interstices imprégnés d'origine apparemment casuelle, qu'on voit ici et là entre les cellules endothéliales. Ces interstices, en effet, très irréguliers quant à leurs formes et leurs dimensions, se montrent ordinairement fortement imprégnés à l'argent, et apparaissent comme des taches noires (comme on en voit, par exemple, à la figure 6), dont la distribution et les rapports n'ont rien de régulier. Chose plus essentielle, ces interstices ne sont pas en rapport avec des cellules granuleuses propres sous-jacentes ou intercalées.

Pour ce qui concerne les cellules granuleuses elles-mêmes, elles ressemblent beaucoup aux cellules intercalaires de la Grenouille. Elles se distinguent facilement des cellules endothéliales par leurs dimensions et leur constitution. Leur forme peut être ovoïde ou ellipsoïde, ou plus oblongue, voire même irrégulièrement anguleuse. Ces cellules se rapprochent beaucoup d'après leur conformation des cellules plasmatiques. Leurs contours sont toujours très fins et ne sont pas marqués par un bord nettement arrêté. C'est grâce surtout à la coloration éosinique de leur protoplasma qu'on reconnaît les limites de ces cellules.

Elles mesurent en moyenne 9,5 sur 16,7 μ , pour ce qui concerne les cellules qui sont en rapport avec les stomates. Le grand diamètre de cellules peut monter cependant à 21,3 μ ; le petit, descendre à 7,3 μ . Les diamètres des cellules entièrement intercalées, comme encore des cellules situées au sein de la trame conjonctive du mésentère (sans être en rapport avec des stomates), peuvent être encore plus grands.

Le corps cellulaire fixe d'une manière assez intensive l'éosine et laisse aussi reconnaître des granulations souvent assez épaisses et se colorant également par l'éosine. Mais d'autre part, ces granulations ne sauraient être confondues avec les granulations éosinophiles véritables. Le noyau, de forme régulièrement arrondie ou ovalaire-elliptique, renferme ordinairement un nucléole apparent; son diamètre mesure de 5,9 à 6,4 μ , et peut monter dans les cellules plus grandes à 8,8 μ .

Comme chez la Grenouille, on trouve aussi chez le Lézard, des cellules granuleuses fixant l'éosine et situées entièrement en dessous du revêtement endothélial, à l'intérieur de la trame conjonctive du mésentère. Ces cellules peuvent atteindre des dimensions plus grandes que les cellules qui sont en rapport avec les stomates. Par rapport à la configuration, il y a à remarquer qu'il n'est pas rare d'observer à ces cellules des formes anguleuses et même pourvues de prolongements, bien que peu nombreux, à en juger du moins d'après les préparations obtenues par les méthodes spécifiées au commencement de cet article. Le corps de ces cellules peut renfermer des granulations assez fortes qui apparaissent souvent aussi

comme noyées dans le protoplasma coloré d'une manière diffuse par l'éosine (hémalun-éosine). Comme les cellules intercalaires, ces cellules sont souvent associées par deux, ou forment même de petites chainettes, mais se rencontrent également à l'état isolé.

En comparant ces diverses cellules, qu'elles soient annexées aux stomates ou situées à l'épaisseur de la membrane séreuse, on ne saurait arriver à une autre conclusion qu'à celle, que ces cellules appartiennent à une seule et même variété cellulaire, et ne diffèrent entre elles que par quelques caractères subordonnés qui portent soit sur les dimensions, soit sur la configuration, alors que les caractères communs qui leur sont propres se répètent avec trop de régularité pour qu'il soit possible de les méconnaître.

Leur affinité pour l'éosine tend à les rapprocher des globules lymphatiques éosinophiles, mais, comme nous l'avons déjà fait ressortir dans notre travail antécédent sur la Grenouille, tout un ensemble de caractères les éloignent de ces globules. Nous n'aurions qu'à répéter à cet égard les mêmes arguments développés à l'endroit cité. Nous ne voudrions cependant pas écarter cette possibilité qu'on pourrait néanmoins concevoir, en admettant, que la cellule éosinophile peut dans certaines conditions subir une évolution particulière en vue de sa transformation en une cellule fixe.

Il ne s'agit cependant pas non plus d'une variété de cellules conjonctives au sens ordinaire du mot, c'est-à-dire en comprenant sous ce nom les formes dites plates ou ramifiées. La forme cellulaire, à laquelle les cellules granuleuses dont il vient d'être question ressemblent le plus, c'est la variété dite plasmatique (« Plasmazellen » de Waldeyer), en comprenant sous cette dénomination les cellules plus ramassées, à corps ovoïde ou ellipsoïde, et caractérisées aussi par l'aspect nettement granuleux de leur protoplasma.

Ce qui ne cadre pas avec cette manière de voir, c'est la réaction éosinophile de ces cellules, alors que les cellules plasmatiques sont considérées comme basophiles.

Il nous reste encore, en présence des faits acquis sur le Lézard, de voir si les interprétations énoncées jusqu'à présent par rapport aux cellules granuleuses du revêtement endothélial du mésentère

(ou du péritoine) des Amphibiens, trouvent leur application aussi chez le Lézard.

Nous avons déjà relaté dans notre travail antécédent sur la Grenouille, la manière de voir de Ranvier, à savoir, que les cellules granuleuses intercalées entre les cellules endothéliales représentent des globules lymphatiques migrants qui « habitent dans les trous » du mésentère, et qui « sont là comme des tampons destinés à boucher momentanément ces ouvertures¹ ». Des cellules lymphatiques perforantes de ce genre, provenant des cellules qui nagent dans la cavité abdominale, déterminent, d'après Ranvier, la fenêtration du grand épiploon.

Renaut², également, a adopté cette manière de voir. De plus, il est question dans le *Traité* de cet histologiste, à propos du grand épiploon du Lapin, des globules lymphatiques qui par leur migration déterminent dans cette membrane la formation des *trous borgnes* : « Les trous borgnes sont le résultat de l'activité des cellules lymphatiques qu'on rencontre toujours en plus ou moins grand nombre, et en voie de migration, dans l'épaisseur de la lame épiploïque... » « Après un certain trajet, elles prennent la voie qui leur oppose le moins de résistance et tendent à perforer l'endothélium pour tomber dans le sac lymphatique péritonéal. » La figure 70, à la page 251 du *Traité* qui vient d'être cité, montre en effet des trous borgnes de ce genre (lettre *t*), qui correspondent d'après leurs dimensions à des globules lymphatiques. Avant de tomber, ces cellules peuvent aussi prendre place pendant un certain temps entre les cellules endothéliales. « Elles deviennent alors les cellules intercalaires, décrites par Ranvier, qui forment de petites aires entre les éléments épithéliaux proprement dits parce qu'elles se sont étalées en surface. » (*Loc. cit.*, p. 251.)

Pour Ranvier, comme pour Renaut, les cellules granuleuses qu'on trouve parmi les cellules endothéliales, représentent des globules lymphatiques, ou dérivent des cellules de ce genre s'étant aplaties contre la surface, cellules en voie de migration, soit transperçant la séreuse dans le sens de l'épaisseur, soit cheminant d'abord à l'épais-

1. Ranvier, *Traité technique d'Histologie*, 2^e édit., 1889, p. 312.

2. Renaut, *Traité d'Histologie pratique*, 1889, 1^{er} fasc., p. 253 et suiv.

seur de la membrane et finissant par tomber dans la cavité de la séreuse.

Tourneux¹ émit une autre manière de voir sur la signification des cellules plus petites des revêtements séreux (cellules dites *muqueuses*), à savoir, qu'il s'agit des centres de prolifération et de rénovation cellulaires (Grenouille, Crapaud, Triton). Cette idée se base en particulier sur l'étude des enfoncements citernaux à la face antérieure (péritonéale) du sac lymphatique abdominal de la Grenouille et du Crapaud. D'après Tourneux et Herrmann², les stomates décrits aux revêtements séreux par v. Recklinghausen pour expliquer les communications entre les lymphatiques et les cavités séreuses, communications postulées par l'expérimentation, ne seraient pas établis avec certitude, vu que l'imprégnation au nitrate d'argent a montré à ces histologistes, l'existence d'un revêtement cellulaire continu aux régions du centre tendineux du diaphragme revêtues de petites cellules, comme encore au niveau des citernes du péritoine des Batraciens. D'après ces observateurs encore, les petites cellules intercalées entre les cellules endothéliales ordinaires ne sauraient être considérées non plus comme des leucocytes étalés (stomates à lèvres mobiles d'après Ranvier).

Par rapport à la provenance de ces cellules plus petites, Tourneux³ se rapproche de l'opinion manifestée par Klein⁴, à savoir, que les petites cellules intercalées représentent des cellules jeunes issues de la division des cellules endothéliales.

En examinant maintenant, laquelle des manières de voir qui viennent d'être passées en revue par rapport aux cellules granuleuses intercalaires, correspond le mieux aux faits que nous avons observés sur le mésentère du Lézard, il y a à dire qu'aucune d'elles n'y est applicable sous la forme énoncée jusqu'à présent.

Pour ce qui concerne d'abord les stomates eux-mêmes, nous avons appris à connaître au mésentère du Lézard des stomates particulièrement petits ou étroits, qui ne sauraient correspondre en

1. Tourneux, Recherches sur l'épithélium des séreuses, *Journ. de l'Anat. et de la Physiol.*, 1874, p. 66.

2. Tourneux et Herrmann, Recherches sur quelques épithéliums plats, *ibid.*, 1876, p. 199.

3. Pouchet et Tourneux, *Précis d'Histologie et d'Histogénie*, 2^e édit., 1878, p. 207.

4. Klein, *Die serösen Häute dans « Strickers » Handbuch*, t. I, 1871, p. 620.

aucune façon à l'ouverture formée par suite du passage d'une cellule lymphatique, même la plus petite. Il est évident que les trous imprégnés pouvant loger un globule lymphatique, comme on les voit aux figures données par Ranvier dans son *Traité d'Histologie*, de même que les trous borgnes de Renaut, ne peuvent pas correspondre aux pertuis beaucoup plus fins dont il vient d'être question à cette place. Recklinghausen indique pour les stomates qu'il signala au revêtement séreux du centre tendineux du diaphragme, qu'ils pourraient donner place à deux ou trois globules du lait, mais qu'ils peuvent être aussi plus grands, sans dépasser cependant les dimensions d'une cellule épithéliale¹.

Mais nos stomates, à part leurs faibles dimensions, bien en dessous des diamètres d'un globule lymphatique, se distinguent encore par un autre caractère essentiel. C'est qu'ils sont constamment en rapport avec des cellules propres situées immédiatement en dessous des stomates, et s'étendant en dessous des cellules endothéliales qui les recouvrent. C'est donc encore à savoir, si ces stomates particuliers, c'est-à-dire étant en rapport avec des cellules propres, sont directement comparables aux stomates décrits par v. Recklinghausen au centre tendineux du diaphragme et représentés par des pertuis vides interceptés entre les cellules endothéliales et établissant des communications ouvertes entre la cavité de la séreuse et les lymphatiques.

Les stomates allongés, souvent linéaires et bordés de contours presque parallèles, tels qu'ils existent chez le Léopard, et qui sont en rapport avec des chaînettes de cellules granuleuses sous-jacentes, cadrent encore moins avec l'idée des pertuis arrondis, soit vides dès le début, soit résultant du passage d'un globule lymphatique.

Et de plus, les cellules qui sont en rapport avec les stomates du méésentère du Léopard, comme aussi celles de la Grenouille, s'écartent par divers caractères des globules lymphatiques proprement dits. Nous avons vu que si ces cellules se rapprochent par leur affinité pour l'éosine des globules lymphatiques éosinophiles, elles s'en distinguent néanmoins par des caractères tranchés.

1. Von Recklinghausen, *Das Lymphgefäßsystem dans « Strickers » Handbuch*, t. I, p. 222.

Quoi qu'il en soit, le processus de la pénétration de la séreuse par des globules lymphatiques venant de dehors, c'est-à-dire situés au préalable dans la cavité péritonéale, tel qu'il fut décrit pour le grand épiploon, ne saurait trouver de l'application dans les cas qui nous occupent, car, on y voit des cellules propres, faisant partie du tissu interstitiel, s'approcher de l'endothélium et se mettre en rapport avec des stomates très étroits, et par leur intermédiaire, avec la surface de la séreuse. En examinant de plus près les diverses images de ce genre chez le Lézard, on peut être porté à conclure que la formation des stomates est subordonnée à l'activité des cellules granuleuses.

Pour admettre, d'autre part, que les cellules entièrement intercalées, telles qu'on les voit par exemple à la figure 6, finissent par se détacher et par tomber dans la cavité abdominale, des preuves concluantes manquent totalement.

Il est également difficile d'admettre que les cellules granuleuses qui sont en rapport avec les stomates, comme encore celles qu'on trouve à l'intérieur de la trame conjonctive, dérivent des cellules endothéliales en voie de multiplication, et s'enfonçant ensuite dans le stroma conjonctif. Si les cas, où plusieurs petites cellules se trouvent intercalées entre les cellules endothéliales, peuvent donner naissance à cette interprétation, les cas, où il s'agit d'une seule cellule granuleuse située en dessous d'un stomate très fin et bordé de grandes cellules endothéliales ne laissant voir aucune prolifération, ne sont pas pour appuyer cette manière de voir.

Nous concluons, en définitive, que les faits qui viennent d'être exposés sur les mésentère du Lézard ne s'expliquent d'une manière satisfaisante ni par la théorie de la migration simple des globules lymphatiques, ni par celle de la rénovation cellulaire, et qu'il s'agit de phénomènes dont la signification reste encore à élucider.

Pour éviter des malentendus, il importe encore d'ajouter que les conclusions spécifiées ci-dessus ne s'appliquent qu'aux stomates et cellules granuleuses du mésentère, sans concerner les cellules des puits lymphatiques au centre tendineux du diaphragme, ni les cellules fermant les enfoncements citernaux du péritoine des Batraciens.

Explication de la planche I.

(Toutes les figures se rapportent au *Lézard des murailles*. Grossissement 610).

Fig. 1. — Première ébauche d'un stomate à la limite entre deux cellules endothéliales. En dessous du stomate, sur un plan plus profond, une cellule granuleuse ayant fixé l'éosine.

Fig. 2. — Stomate circulaire compris également entre deux cellules endothéliales, et étant en rapport avec deux cellules colorées par l'éosine.

Fig. 3. — Deux stomates, également circulaires, compris entre quatre cellules endothéliales; sur un plan situé immédiatement en dessous, deux cellules colorées par l'éosine.

Fig. 4. — Un stomate allongé et étroit, compris entre trois cellules endothéliales, et correspondant à deux cellules colorées par l'éosine.

Fig. 5. — Un stomate linéaire encore plus long et recourbé, en rapport avec deux cellules colorées par l'éosine, auxquelles font suite deux autres, analogues, mais un peu plus petites, et formant avec les précédentes une espèce de chaînette. A une certaine distance en dessous du stomate qui vient d'être spécifié, on en voit un autre, sensiblement plus petit et de configuration à peu près triangulaire.

Fig. 6. — Cellule colorée à l'éosine et entièrement intercalée entre cinq cellules endothéliales laissant reconnaître la disposition en rosace.

ORIGINE, VALEUR CELLULAIRE ET FONCTIONS DES LEUCOCYTES

Par Éd. RETTERER et Aug. LELIÈVRE.

Les éléments figurés affectent entre eux, dans l'organisme adulte des Métazoaires, des rapports bien différents : dans les tissus proprement dits, ils sont réunis les uns aux autres par des anastomoses ou par des substances plus ou moins dures et consistantes ; dans les humeurs ou les liquides interstitiels (plasma, lymphé et sang), les éléments figurés (globules blancs et rouges) sont libres et flottent dans le fluide qui les baigne.

Le présent travail, consacré à l'étude des *globules blancs* ou *leucocytes*, comprend les chapitres suivants :

1° Variétés de leucocytes : *a*) leucocytes de la lymphé et du sang ; *b*) leucocytes des tissus ;

2° Hypothèses sur la parenté et la filiation des leucocytes ;

3° Données fournies par l'histogénèse sur leur origine.

a) cavités synoviales péritendineuses ;

b) bourses muqueuses et cavités articulaires ;

c) ganglions lymphatiques ;

d) moelle osseuse ;

e) rate.

4° Déformations des leucocytes, prétendus mouvements amiboïdes ; survie des leucocytes ;

5° Phagocytose ;

6° Diapédèse ;

7° Variations des leucocytes dans les états physiologiques ;

8° Leucocytes dans les états pathologiques ;

9° Conclusions.

I. — VARIÉTÉS DES LEUCOCYTES.

A. *Leucocytes du sang et de la lymphe.*

Les globules blancs ou leucocytes diffèrent considérablement les uns des autres en ce qui concerne non seulement leur taille, mais encore la structure, la forme et la constitution du noyau et du corps cellulaire. Les variétés principales ont été figurées par M. Jolly dans le *Manuel d'Histologie pathologique de Cornil et Ranvier* 3^e édit. t. II, p. 516 et suivantes. Nous ne saurions mieux faire, pour fixer les idées, que de reproduire ses dessins.

1^o *Lymphocytes.* — Les lymphocytes (fig. 1) ont la forme et les dimensions de jeunes hématies. Leur noyau, arrondi ou ovalaire, est central dans les formes jeunes, excen-

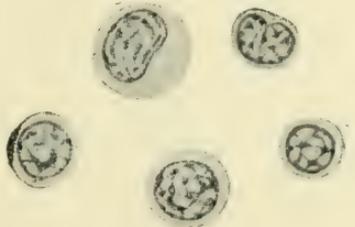


Fig. 1. — Sang de l'homme. — Lymphocytes. Fixation par le mélange fort de Flemming sans dessiccation. Coloration à l'éosine-hématéine 1000^e/1 (Jolly).

trique dans les lymphocytes adultes ou vieux. Le noyau constitue la majeure partie de l'élément, le corps cellulaire se réduisant à une bordure très mince (noyaux libres de certains auteurs). Ce noyau a une grande affinité pour les couleurs basiques et possède un réticulum épais et serré. Le corps cellulaire est également réticulé¹.

2^o *Grands mononucléaires et formes de transition.* — Les grands mononucléaires sont trois à quatre fois plus volumineux que les lymphocytes ou les hématies; ils ont, en effet, 12 à 20 μ . Leur noyau est arrondi ou incurvé, sa structure est également réticulée; mais les mailles du réticulum sont larges, de sorte que le noyau se colore d'une façon moins intense que celui des lymphocytes. Le cytoplasma, très développé, possède de même un réticulum très délié.

Les formes de transition (fig. 2, à gauche), plus petites que les

1. Le réticulum du corps cellulaire n'est pas représenté dans les dessins de Jolly.

mononucléaires, montrent un noyau bilobé ou multilobé ou en bissac; leur cytoplasma est peu réticulé et parsemé de fines granulations neutrophiles.

Il existe parfois (fig. 1, en haut et à gauche) une zone claire entre le noyau et la portion périphérique du corps cellulaire. C'est dans cette zone claire que Ceconi et Schridde ont découvert des granulations *fuchsinophiles*. Outre ces dernières, les grands lymphocytes (colorés par le procédé de Giemsa) montrent des granulations rouges, dites *azurophiles*¹.

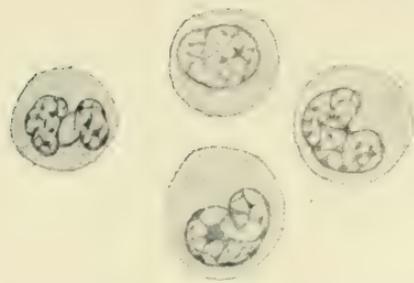


Fig. 2. — Sang de l'homme. — Même mode de préparation que pour fig. 1. — Grands mononucléaires 1000^e/1 (Jolly).

3^o *Polynucléaires neutrophiles*. — Ce sont des leucocytes (fig. 3) de 9 à 12 μ , dont le noyau affecte la forme d'un cordon alternativement épais et aminci, pelotonné ou contourné sur lui-même. Le noyau est donc unique, du moins dans les formes jeunes; mais, en vieillissant, le noyau se fragmente en deux ou plusieurs amas nucléaires, complètement isolés.

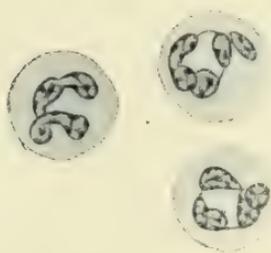


Fig. 3. — Sang de l'homme. — Leucocytes à noyau polymorphe. — Même technique que fig. 1 et 2. 1000^e/1 (Jolly).

Leur cytoplasma est riche en granulations qui se colorent par un mélange défini de couleurs acides et basiques, d'où leur appellation de granulations *neutrophiles*. Ajoutons que lorsque les granulations sont jeunes, elles sont basophiles; fixées à une température élevée, les granulations dites neutrophiles, se colorent par l'éosine (colorant acide).

4^o *Polynucléaires éosinophiles*. — Les polynucléaires éosinophiles montrent deux ou plusieurs masses nucléaires pâles. Leur cyto-

1. Les lymphocytes, les grands mononucléaires et les formes de transition ont été décrits pendant longtemps comme dépourvus de granulations; ils constituaient la variété des globules blancs *agranuleux* qu'on opposait aux leucocytes *granuleux*. Aujourd'hui on se refuse à mettre les granulations des lymphocytes, des mononucléaires et des formes de transition sur la même ligne que celles des leucocytes

plasma possède, à la place d'un réticulum, de grosses granulations brillantes, très avides de colorants acides, surtout d'éosine, d'orange ou de fuchsine acide.

5° *Mastzellen*. — Les *Mastzellen* (cellules engraisées) d'Ehrlich (fig. 5) sont de petits leucocytes (10 μ . environ) qui existent dans le sang normal dans la proportion de 0,5 p. 100. Leur noyau est parfois polymorphe et leur cytoplasma est riche en granulations basophiles colorables par le bleu de méthylène ou la thionine en présentant les phénomènes de la métachromasie.

Dans le sang *normal*, les diverses variétés de leucocytes se trouvent dans un certain rapport dit *équilibre leucocytaire*.

| | |
|--|----------------|
| Lymphocytes | 22 à 25 p. 100 |
| Grands mononucléaires et formes de transition. | 3 à 5 — |
| Polynucléaires neutrophiles | 65 à 70 — |
| Polynucléaires éosinophiles | 2 à 4 — |
| Mastzellen | 0,5 — |

L'équilibre leucocytaire varie dans les maladies, comme nous le verrons plus loin; il diffère également avec l'âge. C'est ainsi que

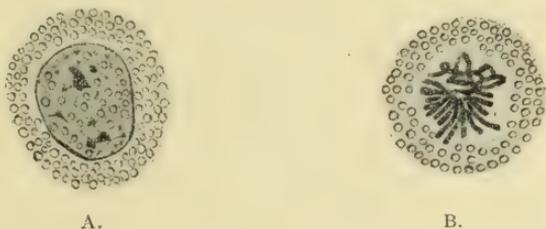


Fig. 5. — *Sang de l'homme; myélocythémie; Flemming sans dessiccation; safranine, vert acide 1500°/l (Jolly)*. — A. Myélocyte à granulations éosinophiles; B. Myélocyte à granulations éosinophiles, en karyokinèse (stade monaster).

chez l'enfant bien portant, les lymphocytes atteignent la proportion de 70 p. 100.

Dans les maladies, le sang montre d'autres variétés de leucocytes : 1° des neutrophiles qui offrent quelques granulations baso-

bits granuleux, parce que ces granulations ne se voient pas sur l'élément vivant : ce serait, selon Weidenreich, un aspect granulé général du protoplasma qui n'a rien à voir avec des granulations spécifiques.

philes ou éosinophiles ou bien dont le cytoplasma possède un réticulum basophile ;

2° des cellules à granulations neutrophiles ou éosinophiles, cellules qui normalement n'existent que dans la moelle osseuse et qui ont reçu le nom de *myélocytes*. Les unes ont des granulations neutrophiles ; les autres montrent un noyau arrondi, ovalaire ou incurvé et un cytoplasma rempli de granulations réfringentes, acidophiles (fig. 5 A). Ces myélocytes *acidophiles* se divisent par karyokinèse (fig. 5 B).

3° D'autres formes encore de leucocytes dites formes anormales.

4° Enfin des *myéloblastes*. — Les myéloblastes sont les formes jeunes des myélocytes ; ils existent normalement dans la moelle osseuse ; les myéloblastes sont, pour les uns, des lymphocytes, tandis que, pour les autres, ils se distinguent des lymphocytes par l'absence de toute espèce de granulations¹.

B. *Éléments libres ou leucocytes des tissus.*

En dehors des voies lymphatiques et sanguines, on rencontre des éléments libres dont les uns sont analogues à ceux du sang et de la lymphe, tandis que les autres en diffèrent notablement. Si l'on provoque l'inflammation de la cavité péritonéale, par exemple, on y voit apparaître des lymphocytes, des mononucléaires, des Mastzellen et chez certaines espèces animales, des éosinophiles. Schott (1909) a retrouvé ces formes dans la sérosité péritonéale normale de plusieurs Mammifères (Lapin, Cobaye, Rat, Chien, Macaque) ; les autres leucocytes à granulations spécifiques semblent faire défaut. On ne connaît pas d'une façon précise, l'origine de ces éléments : proviennent-ils par émigration des vaisseaux sanguins ou bien résultent-ils de l'irritation, de la prolifération et de la transformation des cellules fixes de la séreuse péritonéale ? Les avis sont très partagés à ce sujet.

1. Nous nous bornons aux indications bibliographiques qui se rapportent directement à l'histogenèse, à la nature cellulaire et à la destinée des leucocytes. Pour tout autre renseignement nous renvoyons à : 1° Retterer, *Journal de l'Anatomie*, 1901, p. 644, 2° Naegeli, *Blutkrankheiten und Blutdiagnostik*, 1908, qui contient l'indication de plus de mille travaux ; 3° Weidenreich, *Die Leukocyten und verwandte Zellformen*, *Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte* 1911 (2^e partie) où se trouve une littérature comprenant la liste de plus de cinq cents publications.

Dans la cavité buccale et le canal alimentaire se trouvent des leucocytes qu'on considère comme des leucocytes émigrés de la muqueuse pharyngienne, intestinale, etc. (Voir plus loin).

Dans les mailles du tissu conjonctif on rencontre des éléments libres qu'on a désignés pendant longtemps sous le nom générique de « cellules migratrices » ou « cellules lymphatiques », en les opposant aux « cellules fixes » du tissu conjonctif.

Par des colorants appropriés on ne tarda pas à y distinguer : 1° des *Plasmazellen* ou cellules granuleuses, à noyau excentrique qu'on regarda comme des formes modifiées de lymphocytes; 2° des *Mastzellen*, cellules chargées de granulations basophiles et dues, selon Ehrlich, à l'engraissement des cellules conjonctives fixes; 3° des *clasmatocytes*, cellules dont les prolongements granuleux et ramifiés s'effritent pour mettre leurs granulations en liberté.

Maximow¹ a poussé cette analyse bien plus loin, car il distingue dans le tissu conjonctif, jusqu'à sept espèces cellulaires les unes *fixes*, les autres *mobiles*. Chez les Vertébrés inférieurs (Amphibiens), les *Mastzellen* et les *clasmatocytes* constituent une seule et même espèce cellulaire, tandis que, chez les Mammifères, elles forment deux groupes distincts. Les *clasmatocytes* des Mammifères représenteraient des cellules lymphatiques (lymphocytes) qui se seraient fixées momentanément dans le tissu conjonctif, mais qui seraient capables de reprendre leur liberté, de se mettre en mouvement et de voyager. Ce n'est pas tout : il suffit d'irriter le tissu conjonctif pour voir les cellules fixes se transformer en éléments mobiles ou cellules lymphatiques : les cellules conjonctives s'individualisent en se détachant des éléments voisins et en se réduisant à leur protoplasma périnucléaire. Nous avons, il y a plus de dix ans, décrit des phénomènes identiques dans les ganglions lymphatiques (Voir plus loin).

Ce n'est pas tout. Pendant que le protoplasma périnucléaire de la cellule fixe se gonfle, il y apparaît des granulations très colorables, dit Pappenheim², et, cette portion périnucléaire ressemble à un

1. *Archiv f. mikrosk. Anatomie*, t. 67, p. 680, 1906.

2. *Folia hæmatol.*, t. 8, p. 107, 1909.

clasmatocyte. Plus tard, le clasmatocyte libre se transforme en macrophage, en cellule leucocytoïde ou gros mononucléaire.

Outre la formation de granulations, Marchand a signalé l'apparition de vacuoles dans le protoplasma : tous ces faits parlent en faveur d'une surnutrition de la cellule fixe, lors de sa transformation en élément libre.

L'aperçu que nous donnons des leucocytes est, nous l'avouons, des plus incomplets ; il faudrait un volume pour présenter l'histoire de ces éléments et la signification qu'on a attachée à chacune de leurs variétés. Nous nous bornons à résumer dans le tableau suivant les termes multiples qu'on a créés pour désigner les diverses formes et variétés. Ce tableau montrera mieux que toutes les considérations que la leucocytologie est un chapitre de cytologie bien obscur ; c'est la tour de Babel.

TERMINOLOGIE LEUCOCYTAIRE.

AMIBOCYTES — cellules lymphatiques ou leucocytes à mouvements amiboïdes.

GLASMATOCYTE — cellule à réticulum basophile (Marchand), cellule à granulations métachromatiques (Ranvier).

HÉMATOBLASTE (Hayem), plaquette sanguine de Bizzozero, cellule nucléée ou mégacaryocyte (Foà).

HÉMATOGONIE — cellule souche des hématies et des leucocytes — ce serait un grand lymphocyte, selon Pappenheim.

GERMINATIVE (cellule) — cellule souche des lymphocytes, occupant les centres germinatifs des ganglions lymphatiques.

GLOBULINS (Donné, Ch. Robin), 1^{re} variété de leucocyte (Max Schultze — noyaux d'origine (Georges Pouchet) — lymphocytes (Einhorn et Ehrlich) — petits mononucléaires clairs et opaques (Hayem) — leucocytes jeunes (Ouskoff) — leucoblastes, — microcytes (Pappenheim).

LEUCOCYTES à granulations *acidophiles* ou *éosinophiles*, et *basophiles*, cellules dont les unes possèdent un cytoplasma réticulé (lymphocytes, myéloblastes, mononucléaires), et les autres des

granulations basophiles ou chromophiles qui sont soit métachromatiques soit sans métachromasie.

LYMPHOÏDE OU LYMPHATIQUE (cellule), c'est le leucocyte en général, d'origine lymphatique ou myéloïde. Michaelis et Wolff la regardent comme la cellule originelle des lymphocytes et des myélocytes.

LYMPHOBLASTE — cellule mère ou souche des lymphocytes; pour Pappenheim, c'est un grand lymphocyte; pour Askanazy, Naegeli, Helly, Dominici, c'est un petit lymphocyte.

LYMPHOCYTE. — On en distingue diverses variétés : des *grands*, des *petits*, des *normaux* et des *pathologiques*. Le *lymphocyte leucocytoïde* de Pappenheim correspond au mononucléaire moyen d'Ehrlich; le *lymphocyte leucocytoïde* de Pappenheim en est une autre variété, bien distincte du *lympholeucocyte* correspondant au grand mononucléaire d'Ehrlich.

Lymphogonie — synonyme de lymphoblaste (Benda).

MACROCYTES — 2^e variété de Max Schultze; grands mononucléaires (Hayem); certains macrophages (Metchnikoff), grands lymphocytes, mégalocytes, leucocytes adultes ou vieux, etc.

MACROLYMPHOCYTE — cellules ayant les caractères des grands et des petits mononucléaires (Pappenheim).

MACROPHAGES — grands lymphocytes adultes ou cellules endothéliales.

MICROCYTES — (Voir *globulins*).

MICROCYTES MICROPHAGES, polynucléaires neutrophiles (Naegeli).

MIGRATRICES — cellules lymphatiques ou lymphoïdes. Saxer décrit une *cellule migratrice primaire*, souche de tous les leucocytes.

MYÉLOCYTES — leucocytes de la moelle osseuse; lorsqu'ils sont granulés, ce sont les myélocytes d'Ehrlich; quand ils manquent de granulations, ce sont les MEDULLOCELES de Ch. Robin, les *myéloblastes* de Naegeli. Grawitz regarde les myélocytes hyalins comme la souche des hématies et des leucocytes. Ehrlich distingue quatre variétés de myélocytes selon qu'ils renferment des granulations α — γ — δ , et ϵ . Dominici décrit un myélocyte basophile différent du myélocyte basophile de Grawitz.

MYÉLOGONIE — cellule souche des myélocytes (Benda).

PLASMAZELLE — la Plasmazelle de Waldeyer est une Mastzelle;

celle de Marschalko est une cellule à noyau radié; celle de Krompecher est une cellule à cytoplasma vacuolaire; celle d'Unna n'a pas de noyau radié. On a décrit encore une cellule-fille de Plasmatzelle (Plasmatochterzelle).

PROMYÉLOCYTES — ce sont des formes de transition entre les myéloblastes et les myélocytes (Pappenheim).

Pseudo-lymphocytes éléments qui ressemblent à des lymphocytes et qui résultent de la division d'un leucocyte polynucléaire (Ehrlich).

II. — HYPOTHÈSES SUR LA PARENTÉ ET LA FILIATION DES LEUCOCYTES.

L'un de nous (voir Retterer. *loc. cit.*, 1901, p. 644) a fait l'histoire des globules blancs et présenté le résultat des examens et des recherches de Leeuwenhoek, Hewson, J. Müller, Nasse, Donné, Max Schultze, Hayem, Ehrlich, Hirschfeld. Jusqu'à Ehrlich, on comprit de la façon suivante la parenté ou filiation des diverses variétés de leucocytes : « Gulliver, Virchow et la plupart des auteurs du XIX^e siècle regardaient la petite cellule, fournie par le ganglion lymphatique, comme une forme jeune, puisqu'elle ne possède qu'un noyau et un faible corps cellulaire. Dans son évolution ultérieure, le protoplasma de cette cellule s'accroît, prend le volume d'un leucocyte mononucléaire, se charge de granulations de diverses sortes; enfin, son noyau se lobe et tout l'élément finit par devenir leucocyte polynucléaire. » (Retterer, *loc. cit.*, p. 650.)

Ehrlich, traitant les leucocytes par divers colorants, y distingua deux groupes : 1^o les uns, sans granulations, et 2^o les autres *granuleux*.

Les leucocytes *granuleux* et *agranuleux* se subdivisent eux-mêmes en diverses variétés, selon leur forme, leur taille, etc. Les leucocytes granuleux en particulier possèdent des granulations dont les unes sont avides de colorants soit basiques, soit acides, soit neutres. Il existe donc des leucocytes *basophiles*, *acidophiles* ou *neutrophiles*. Il en est même qui contiennent deux ou plusieurs espèces de granulations. Le leucocyte serait donc caractérisé par sa granulation qui est l'expression de sa fonction cellulaire. Jamais les granulations

basophiles ne se transformeraient en granulations acidophiles ou neutrophiles ou *vice versa*.

Selon la présence ou l'absence de granulations spécifiques, Ehrlich distingue donc deux espèces de leucocytes : 1° les leucocytes sans granulations spécifiques (lymphocytes et mononucléaires); 2° les leucocytes à granulations neutrophiles, acidophiles et basophiles. La première espèce serait produite uniquement par les ganglions et les organes lymphatiques, et, la seconde dériverait exclusivement de la moelle osseuse et des organes myéloïdes. Jamais les formes de l'une de ces espèces ne se transformeraient dans une variété quelconque de l'autre espèce. S'il apparaît des cellules myéloïdes dans la rate, par exemple, celles-ci ne dérivent pas des corpuscules de Malpighi; elles s'accroissent, se multiplient et finissent par se substituer aux lymphocytes des corpuscules de Malpighi qui sont étouffés, quand les formes myéloïdes apparaissent dans les ganglions lymphatiques ou la rate; elles prennent naissance au voisinage des vaisseaux sanguins, dans la paroi vasculaire même.

Pour Ehrlich et ses élèves, l'antithèse entre les polynucléaires et les lymphocytes constitue l'axe autour duquel gravite toute l'hématologie moderne.

Ehrlich¹, résumant ses travaux et ceux de ses élèves dit : les lymphocytes se caractérisent par l'absence de propriétés véritablement biologiques. Ils sont privés, en effet, de granulations spécifiques; ils n'ont pas de mouvement propre, de sorte qu'ils ne peuvent émigrer; ils manquent de ferments peptiques et oxydants. Les leucocytes polynucléaires à granulations spécifiques sont tout autres; ils proviennent de la moelle osseuse qui a donc une signification biologique l'emportant sur celle de l'appareil lymphatique : elle produit des hématies et des formes jeunes de mononucléaires qui se transforment en polynucléaires sous l'influence des excitants; les polynucléaires se meuvent et pénètrent dans le système circulatoire. Donc la moelle osseuse est un organe formateur d'hématies, et producteur d'éléments servant à la défense de l'organisme.

1. LEUKAENICE. Schlussbetrachtungen, *Specielle Pathol. u. Therapie de Nothnagel*, 1901, p. 163.

La théorie d'Ehrlich continue à avoir des partisans nombreux et convaincus surtout parmi les cliniciens. Elle est, au contraire, battue en brèche par de nombreux histologistes qui invoquent contre elle des faits de divers ordres.

Les lymphocytes et leucocytes dit *agranuleux* ne seraient pas dépourvus de granulations. C'est ainsi qu'on a démontré dans certains d'entre eux la présence de granulations azurophiles, ou celle de granulations fuchsinophiles.

Ces granulations, objecte-t-on, ne seraient pas spécifiques ou bien représenteraient les stades jeunes des granulations spécifiques. Pour les uns, ce seraient des plasmosomes ou des mitochondries; pour les autres, elles ne correspondraient point à des produits de sécrétion, mais caractériseraient des leucocytes venant de sécréter. Pour d'autres enfin, les granulations azurophiles ou fuchsinophiles représenteraient une « différenciation endogène du protoplasma ».

Les élèves d'Ehrlich répondent à ces faits que les granulations fuchsinophiles ou azurophiles n'ont rien de spécifique; elles ne préexistent pas dans l'élément et ne représentent qu'une altération cadavérique. Les éléments de la moelle osseuse sont seuls capables d'élaborer des produits spécifiques.

L'histologie comparée ne parle pas non plus en faveur de la théorie d'Ehrlich.

Schridde¹ fixant le sang par la méthode d'Altmann, a vu (sang et ganglions lymphatiques) des granulations en bâtonnet dans le mince corps cellulaire des lymphocytes. Ce serait une nouvelle espèce de granulations à ajouter à celles d'Ehrlich.

Meves², traitant le sang et le foie de Salamandre (couche lymphoïde) par la méthode de Benda, range les granulations signalées par Schridde dans le groupe des mitochondries. Comment assimiler des granulations de *désassimilation* ou de régression avec des éléments primordiaux du protoplasma? Les mitochondries sont des éléments « genuine », dit Drzewina, du protoplasma. Pour Meves,

1. Die Körnelungen der Lymphocyten des Blutes, *Münch. med. Wochenschrift*, 1905, n° 26.

2. Zur Einigung zwischen Faden- und Granulalehre, etc., *Archiv f. mik. Anatomie*, t. 75, p. 642.

les granulations d'Ehrlich dérivent des mitochondries, tout comme dérivent des mitochondries les granulations de sécrétion des diverses cellules glandulaires.

Anna Drzewina¹ a étudié les leucocytes du sang de 68 espèces de poissons osseux et cartilagineux. Fait significatif : il y a des espèces, et elles sont assez nombreuses, où le sang est totalement dépourvu de leucocytes granuleux ; on n'y rencontre que de petits lymphocytes, souvent aussi des mononucléaires ; chez d'autres viennent s'ajouter des leucocytes granuleux, soit éosinophiles, soit neutrophiles, soit les deux à la fois ; chez d'autres enfin, et notamment chez les Poissons cartilagineux, non seulement les leucocytes granuleux abondent dans le sang, mais ils y affectent des dimensions, une forme et des caractères microchimiques inconnus ailleurs.

Les Amphibiens possèdent des leucocytes sans granulations et des leucocytes dont les granulations sont analogues à celles des Mammifères. Les leucocytes des Reptiles montrent des granulations neutrophiles. Chez les Oiseaux, les granulations des leucocytes ont une forme cristalloïde, de nature acidophile ou neutrophile. Chez les Mammifères, les propriétés colorantes des granulations varient avec l'espèce animale. C'est ainsi que Pappenheim² décrit les granulations « pseudo-éosinophiles » du Lapin, les granulations « indulinophiles » du Cobaye comme « oxyamphophiles » avec la nuance suivante : celles du Lapin sont « ampho-oxyphil — érythrophilés » et celles du Cobaye, « amphooxyphil — cyanophiles ». Les granulations « neutrophiles » se rencontrent chez l'homme, le Singe, le Chien et le Porc, mais elles peuvent prendre des propriétés amphophiles. Les leucocytes correspondants de la souris ne montrent aucune granulation spécifique.

Cette énumération se passe de commentaire : la nature des granulations est aussi variable que l'espèce animale et sa détermination nous échappe totalement. Elle ne saurait être l'expression d'une sécrétion spéciale.

Autre question : quelle est la portion du protoplasma cellulaire qui leur donne naissance ? Kupffer a montré que, dans la cellule

1. *Archives d'Anatomie microscopique*, t. XIII, p. 319, 1911.

2. *Folia hæmatol.*, t. 8, p. 504, 1909.

hépatique, les granulations se forment aux dépens du réticulum protoplasmique, alors que le glycogène s'accumule dans l'hyaloplasma (paraplasma). Ehrlich trouve de même que les granulations se développent dans les leucocytes aux dépens du protoplasma figuré ou réticulum. Weidenreich et d'autres (*loc. cit.*, 1911, p. 608) admettent d'autre part, que les granulations apparaissent d'abord avec des caractères basiques. Les granulations basiques se transformeraient par la suite en granulations neutres ou acides.

Nous nous rattachons pleinement à cette manière de voir tout en insistant sur la valeur toute relative des propriétés *basiques* du protoplasma.

L'un de nous¹ a montré que les éléments figurés de la cellule épithéliale (fibrilles épidermiques) qui y affectent la forme d'un réticulum ont une grande affinité pour l'hématoxyline (colorant basique). Ce seraient donc des fibrilles basophiles. Mais, si l'on surcolore avec l'éosine ou la fuchsine-acide (colorants acides), ces fibrilles prennent une teinte rouge plus vive que l'hyaloplasma intermédiaire. Ce fait prouve que les fibrilles du réticulum possèdent une affinité plus considérable pour les colorants aussi bien basiques qu'acides : c'est là le motif qui nous a déterminés à les appeler « chromophiles » pour opposer leurs caractères colorants à ceux de l'hyaloplasma qui se caractérise par une moindre avidité pour les mêmes colorants.

Pour Weidenreich (*loc. cit.*, p. 862 et 863), la cellule lymphatique ou leucocyte est une forme cellulaire *indifférente*; c'est la souche des leucocytes granuleux ainsi que des hématies. La cellule lymphatique existe dans tout l'organisme des Vertébrés supérieurs; dans la lymphe, le sang et le tissu conjonctif. Elle abonde dans la lymphe et le sang, qui servent à la transporter partout et vite.

Pour Weidenreich, les cellules lymphatiques du tissu conjonctif (les cellules véritablement migratrices) ont pris naissance sur place et n'y sont pas purement et simplement transportées par la lymphe et le sang. Dans les processus inflammatoires, surtout ceux observés chez les Mammifères, les leucocytes se forment sur place et ne sont pas amenés, par voie sanguine, dans les points irrités. C'est surtout

1. Voir Retterer, *Journal de l'Anatomie*, 1908, p. 470.

facile à démontrer pour les leucocytes à granulations spécifiques.

On le voit, Weidenreich, tout en admettant les variétés de granulations distinguées par Ehrlich, reproduit la théorie de Virchow; la seule nouveauté est la suivante : la granulation basophile est la souche des autres granulations.

Si la parenté et la filiation des leucocytes paraissent être très simples d'après Weidenreich, d'autres hématologistes ne sont pas de cet avis.

Voici, par exemple, comment R. Blumenthal (*Folia hæmatol.*, t. 7, 1909, p. 297) décrit celles des leucocytes *granulés* : Les polynucléaires granulés proviennent de mononucléaires ou myélocytes correspondants (la plupart des hématologistes).

Les granulations neutrophiles existent-elles d'abord à l'état de granulations basophiles? Les granulations azurophiles seraient des produits de sécrétion et non point de véritables granulations.

Pour devenir *polynucléaire neutrophile*, le myélocyte subirait un virage ou un changement dans la nature de ses granulations; de basophiles, celles-ci deviendraient neutrophiles. De plus, le noyau s'incurve, et, de sphérique qu'il était, il devient réniforme.

Les granulations peuvent même devenir éosinophiles.

Le noyau des polynucléaires éosinophiles n'atteint jamais le degré de lobulation profonde de celui des neutrophiles : les éosinophiles ne présentent que deux ou trois lobes, alors que les neutrophiles possèdent 5 à 6 fragments reliés toujours par un filament chromatique.

Quant au *lymphocyte*, Ehrlich le reconnaît grâce à l'absence de toute granulation et Pappenheim (*Folia hæmatol.*, t. IX, 2^e partie, 1910, p. 274) le caractérise en disant que les granulations spécifiques y font défaut¹.

Les cellules lymphoïdes elles-mêmes se subdivisent en plusieurs variétés ou espèces secondaires, selon que le cytoplasma est myéloblastique ou non. C'est la structure du noyau ou la chromatine qui caractérise la cellule lymphoïde.

Le noyau commence par se modifier avant que le cytoplasma

1. Der lymphoïde Zustand ist nur ein Indifferenzzustand der Freiheit von spezifischen Artmerkmalen (*loc. cit.*, p. 277).

change de caractère. C'est grâce à ces modifications que certains lymphocytes prennent la forme et la structure des lympholeucocytes.

Pappenheim distingue les espèces suivantes de cellules lymphoïdes :

1° *Lymphocytes* (petits et grands) du sang circulant avec la variété dite « lymphocytes leucocytaires. »

2° *Lympholeucocyte leucocytaire* avec le noyau bourgeonnant (forme de transition d'Ehrlich).

3° *Macrolymphocytes* (lymphoblastes) du sang lymphémique et leucosarcomatique.

4° *Grands lymphocytes*.

C'est la structure du noyau qui serait caractéristique; les propriétés tinctoriales du cytoplasma sont secondaires. La jeunesse (la non-maturité cytoontogénétique) et l'état indifférent de la cellule sont deux choses bien distinctes (*loc. cit.*, p. 281).

A lire ces citations, nous perdons notre latin, nous l'avouons franchement. Bien heureux qui se reconnaît là-dedans. Ce n'est pas tout; l'existence de telle ou telle forme leucocytaire dans le sang normal n'est pas démontrée, parce qu'on n'est pas d'accord sur ses caractères. Quelques exemples pour démontrer les conséquences de ces incertitudes : d'où provient la moelle osseuse des cartilages du larynx en voie d'ossification chez le vieillard? Pour Weidenreich (*loc. cit.*, p. 830), les myélocytes circulant dans le sang iraient se fixer dans les cartilages du larynx et y donneraient naissance, par divisions répétées, aux éléments de la moelle osseuse.

D'autre part, Weidenreich¹ ayant décrit et figuré dans le sang normal (de l'homme bien portant) des myélocytes, Naegeli² considère cette assertion comme une grosse erreur : le myélocyte figuré et décrit par Weidenreich n'est qu'un grand mononucléaire, de sorte que Weidenreich, conclut Naegeli, ne connaît même pas les cellules normales du sang humain. A cela Weidenreich (*loc. cit.*, 1911, p. 559) répond que Naegeli ne sait pas faire des préparations

1. *Archiv f. mik. Anatomie*, t. 72, 1908.

2. *Die Anaemie, Normale u. path. Anatomie. des Blutes* 2^e éd. d'Ehrlich et Lazarus, 1909, p. 75.

propres; ce dernier serait donc incompetent à juger les résultats des autres.

Si nous laissons de côté toutes les considérations qui tendraient à diminuer l'importance des travaux d'autrui, cette revue est amplement suffisante pour montrer combien la leucocytologie est peu riche en faits positifs. Toutes les théories les plus à l'ordre du jour sont des hypothèses fondées sur des observations cursives, incomplètes et mal interprétées.

La réputation de nombre de leucocytologues tient au fait qu'ils se sont associés aux erreurs des maîtres et cachent sous un jargon prétentieux et inintelligible la pauvreté de la science.

Tâchons donc de bâtir sur un terrain plus solide.

III. — L'HISTOGENÈSE SEULE NOUS RENSEIGNE SUR L'ORIGINE, LA VALEUR CELLULAIRE ET LA DESTINÉE DU LEUCOCYTE.

His¹ assimilait le leucocyte non seulement à une cellule entière, équivalant à une cellule quelconque, mais les leucocytes seraient des éléments d'une vitalité telle qu'ils n'auraient pas besoin de la fécondation pour se perpétuer à travers les générations et donner naissance aux tissus conjonctivo-vasculaires du jeune être. His donnait le nom de *parablaste* à l'ensemble des tissus conjonctifs ou mésenchymateux. Ce parablaste prend naissance à la périphérie du germe embryonnaire ou *archiblaste*; c'est, en effet, à la périphérie de l'ébauche embryonnaire que se développent les vaisseaux sanguins qui, ensuite, gagnent la portion axiale ou centrale du jeune être. Les éléments primordiaux du parablaste proviendraient du vitellus blanc et ce dernier émanerait de la membrane folliculaire, ou *granulosa*, de la vésicule de de Graaf. Les éléments de la *granulosa* n'étant que des leucocytes de provenance maternelle, les cellules du parablaste seraient, donc, en dernier ressort, des éléments descendant directement des leucocytes maternels.

La théorie de His ne compte plus guère de partisans, que nous sachions du moins. Les leucocytes dérivent de l'ovule fécondé. Quant à la façon dont les cellules blastodermiques leur donnent

1. *Untersuchungen über die ersten Anlagen des Wirbelthierleibes*, 1868.

naissance, nous n'avons trouvé aucun renseignement précis dans les livres. De même que les cellules blastodermiques sont les cellules-mères des éléments nerveux, musculaires, conjonctifs, etc., elles produiraient par *différenciation*, disent les auteurs, des cellules libres (*cellules migratrices* primaires de Saxer) qui ultérieurement sont la souche de tous les leucocytes à venir. Les leucocytes constitueraient un groupe spécifique, une famille particulière, ayant d'ailleurs une autonomie et une évolution spéciales. Leur valeur cellulaire serait la même que celle des autres espèces cellulaires, peu importerait le développement du corps cellulaire ou la structure du noyau.

Se conformant à la définition de Max Schultze, pour qui une cellule est constituée par un noyau et un corps cellulaire, les classiques sont unanimes à considérer le leucocyte comme une cellule parfaite, d'autant plus jeune que le corps cellulaire est moins développé. C'est par les progrès de l'âge que le protoplasma s'accroîtrait et prendrait des dimensions plus ou moins considérables.

La forme et les dimensions ne suffisent pas pour caractériser les êtres et les éléments vivants. Il est nécessaire de connaître leur origine et leur évolution. En ce qui concerne le leucocyte, en particulier, il faut le voir naître et se transformer. Pour cette étude, nous avons choisi le *tendon embryonnaire* des Mammifères qui, on le sait, apparaît dans le mésoderme sous la forme d'une traînée cellulaire, d'une *condensation cellulaire* dont la périphérie se continue avec le tissu environnant. Ce dernier est constitué par des cellules réunies en syncytium, et, nous le répétons, constitue un tout continu avec le tendon embryonnaire. Le tendon s'en isole plus tard et s'entoure d'une cavité qui le sépare du tissu environnant.

L'histogenèse de cette cavité nous permettra d'assister à la formation d'éléments libres ou leucocytes aux dépens des cellules fixes, réunies en syncytium, du tissu conjonctif péri-tendineux.

A. Cavités synoviales péri-tendineuses.

La figure 6 représente la section transversale et frontale du tendon fléchisseur profond d'un embryon de mouton long de 12 centimètres, au milieu de la deuxième phalange (médius du membre

antérieur). La gaine fibreuse¹ (1, 1) est séparée du tendon (4, 4) par une cavité plus ou moins complète, car en divers points, on remarque, des tractus cellulaires qui relient la périphérie du tendon à la gaine fibreuse. A ce stade, le tunnel ou coulisse est divisée encore en deux cavités qui ne communiquent pas l'une avec l'autre : du côté dorsal ou postérieur (1), ainsi que du côté ventral ou anté-

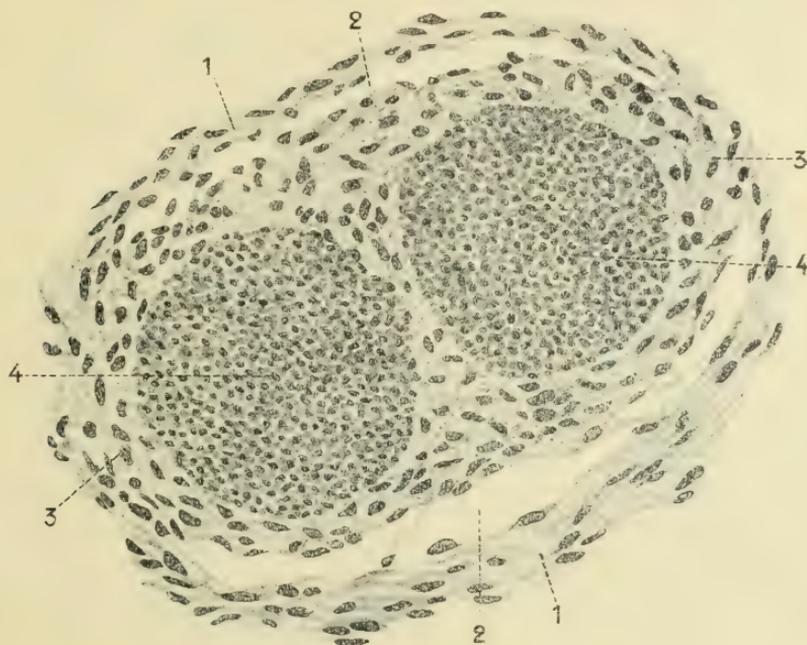


Fig. 6. — Coupe transversale et frontale du tendon fléchisseur d'un embryon de mouton long de 12 centimètres (au niveau de la 2^e phalange du médus). Fixation par le liquide de Bouin. Hématoxyline au fer (Obj. 6 et Oc. 6 de Stiansnie). 1, gaine fibreuse; 1', périoste; 2, 2, cavité synoviale incomplète, encore sur les côtés, en 3, 3; 4, tendon.

rieur, les deux cavités sont séparées par un tissu plein (3, 3) qui réunit la surface du tendon à la gaine fibreuse.

Le tendon fléchisseur proprement dit se compose de deux parties paires (4, 4), réunies par du tissu conjonctif qui non seulement forme une enveloppe de tissu conjonctif orienté concentriquement autour de chacune des moitiés, mais constitue une cloison médiane et antéro-postérieure unissant leurs faces médianes.

Certains anatomistes avaient signalé depuis longtemps l'existence

1. Vagina tendinum synovialis seu mucosa.

d'une division longitudinale du tendon fléchisseur profond avant qu'il s'attache au-devant de la dernière phalange des doigts. Cruveilhier¹ l'avait vue; mais, à son avis, elle ne serait qu'*apparente*. K. v. Bardeleben² est plus précis, car il dit que le tendon du fléchisseur profond est divisé par une fente longitudinale en deux moitiés.



Fig. 7. — *Portion d'une coupe identique sur un embryon de cheval, long de 7 centimètres. — Même technique. Obj. à immersion 1/15 de Stiassnie; Oc. compensateur 4.*
1, tissu conjonctif péri-tendineux; 2, gaine fibreuse; 3, 3, tractus cellulaires chromophiles; 4, noyau et restes protoplasmiques, reliés encore par un mince prolongement au réticulum.

En réalité, le tendon du fléchisseur profond apparaît comme un organe unique constitué par deux moitiés tendineuses paires et symétriques. Plus tard, le tissu conjonctif intermédiaire subit la fente entre les deux moitiés; d'où le développement de la fente longitudinale et médiane. Au point de vue du développement, rappelons

1. *Anatomie descriptive*, t. II, p. 284, 1833.

2. *Systematische Anatomie*, p. 368.

que, sur les embryons plus jeunes, tendon et gaine fibreuse sont unis du côté dorsal et ventral par un tissu semblable à celui que nous venons de décrire sur les parties latérales en 3, 3. Autrement dit, gaine et tendon constituent un tout, un organe continu et unique.

La figure 7 reproduit un petit territoire d'une coupe semblable à la précédente du tendon et de la gaine fibreuse du tendon fléchisseur profond sur un embryon de cheval long de 7 centimètres. En 1, on voit la portion externe et superficielle du tissu conjonctif qui réunit les deux moitiés paires du tendon fléchisseur; en 2 se trouve la portion interne de la gaine fibreuse. Les surfaces de l'enveloppe péri-tendineuse et de la gaine sont réunies par des tractus cellulaires constituant un réseau à mailles très larges.

Le tissu dont sont formées l'enveloppe péri-tendineuse et la gaine se compose de cellules réunies en un complexus ou syncytium. Le cytoplasma syncytial est partout différencié : 1° en filaments basophiles ou chromophiles qui se ramifient et s'anastomosent avec leurs congénères des cellules voisines (réticulum chromophile); 2° en protoplasma transparent ou hyaloplasma. Dans l'enveloppe péri-tendineuse (1) et la gaine fibreuse (2), le tissu est plein, c'est-à-dire que les mailles du réticulum sont remplies d'hyaloplasma. Dans l'intervalle de ces deux parties (en 3), l'hyaloplasma disparaît par fonte ou fluidification. Sa résorption donne naissance à des vides ou lacunes, de sorte qu'au tissu réticulé plein succède un tissu dont les mailles *vides* continuent à être traversées par des filaments chromophiles (3, 3). Les lacunes qui se développent ainsi sont *intra-cellulaires*. Enfin, les filaments chromophiles s'atrophient et se résorbent eux-mêmes. Le noyau et la portion périnucléaire, rattachés encore, en 4, 4, au tractus chromophile deviennent libres et prennent la forme d'éléments libres (globules blancs ou leucocytes). Les leucocytes et les hématies qu'on observe dans les cavités synoviales se développent ainsi sur place.

En examinant les figures 6, 7 et 8, on voit, à la surface de l'enveloppe péri-tendineuse et de la gaine fibreuse, un revêtement continu. C'est là l'origine de la *couche endothéliale* qui tapisse, d'une part, la surface libre du tendon, et, de l'autre, la face interne des gaines fibreuses. Ces cellules endothéliales ne représentent que la

portion adhérente des cellules primitives, leur portion superficielle ayant disparu par fonte. Il est infiniment probable que, chez l'adulte, cette évolution régressive des éléments superficiels se poursuit de la même façon, car on observe constamment dans les cavités synoviales péri-tendineuses, muqueuses et articulaires, des leucocytes et des hématies.

Le leucocyte ne représente donc qu'un rudiment d'une cellule qui s'est libérée par fonte de son protoplasma périphérique.

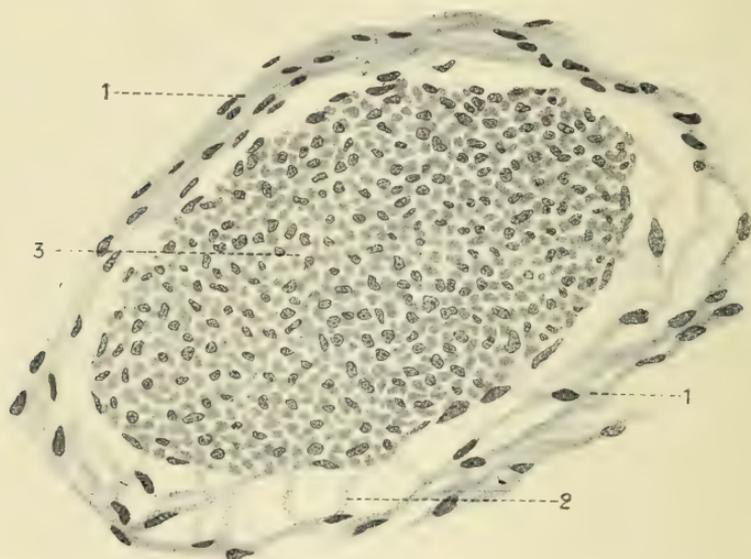


Fig. 8. — Coupe transversale du tendon extenseur d'un mouton de 12 centimètres. — Même coupe que celle de la figure 6. — Obj. à immersion 1/15 de Stiassnie. — Oc. compens. 4. 1, 1, tissu conjonctif péri-tendineux ; 2, 2, espaces péri-tendineux ; 3, tendon.

Les premiers stades évolutifs sont identiques dans tous les tendons et dans le tissu conjonctif qui les entoure ; mais ils n'aboutissent pas partout à l'établissement d'une cavité limitée par un double revêtement endothélial. La figure 8 représente la coupe du tendon extenseur au niveau de la 2^e phalange de l'embryon de mouton. Le tissu conjonctif péri-tendineux (1, 1) est relié partout à la surface du tendon par des tractus cellulaires circonscrivant de larges alvéoles vides. On sait que, chez l'adulte, on observe un dispositif analogue. A l'origine, il n'y a pas de limite nette entre la surface du tendon et le tissu conjonctif environnant. Les espaces, qui se sont développés ici comme autour des tendons fléchisseurs, ne

s'agrandissent pas davantage pour se fusionner en une cavité unique, car certains tractus cellulaires continuent à relier le tendon au tissu conjonctif voisin. Les cellules qui ont disparu ont dû subir la même évolution régressive que dans les cavités des fléchisseurs ; mais les restes cellulaires ou leucocytes sont rapidement emmenés par le courant lymphatique.

B. Bourses muqueuses et cavités articulaires.

Dès 1896, l'un de nous¹ a observé des phénomènes évolutifs de tous points identiques. A la place des futures cavités muqueuses, il existe, chez les embryons, un tissu plein, c'est-à-dire une masse de protoplasma commun et à nombreux noyaux (*syncytium*). A mesure que le protoplasma internucléaire s'accroît, il se différencie : 1° en une zone périnucléaire, très colorable par l'hématoxyline et d'où émanent des prolongements de même nature (*chromophiles*) qui s'anastomosent entre eux et 2° en un protoplasma transparent et peu colorable (*hyaloplasma*).

Dans ce tissu plein surviennent peu à peu des modifications structurales qui portent d'abord sur l'hyaloplasma. Celui-ci augmente de volume et se transforme en une substance à apparence muqueuse (*gélatine de Wharton*) qui devient de plus en plus fluide. Par places, elle se résorbe et des vides, ou vacuoles, apparaissent dans le tissu réticulé. Les espaces vides ou lacunes s'étendent rapidement et au tissu réticulé plein succède ainsi un tissu réticulé dont les *mailles vides* continuent à être cloisonnées par les filaments chromophiles des cellules conjonctives. C'est là le troisième stade d'évolution du tissu *conjonctif à mailles vides*. Enfin le réticulum chromophile lui-même s'atrophie : le noyau et les portions périnucléaires du protoplasma deviennent libres sous la forme de *globules blancs*. De cette façon, il se forme une cavité (bourse séreuse ou muqueuse, cavité articulaire) contenant les rudiments cellulaires, (*globules blancs ou leucocytes*), qui, de par leur origine et leur mode de formation, ne représentent que des *formes tronquées* ou *vieillies* de cellules entières ; ultérieurement, elles dispa-

1. Retterer, Des bourses muqueuses, etc., *Journal de l'Anatomie*, 1896, p. 269 et 272.

raîtront elles-mêmes par dégénérescence protoplasmique et nucléaire : c'est la suite naturelle de leur évolution.

Retterer n'a pas saisi immédiatement toute la signification de ces phénomènes évolutifs ; en effet, dans l'article CELLULE (*Dictionnaire de Physiologie* de Ch. Richet), il a résumé ces faits tout en reproduisant (p. 510, fig. 34) le schéma classique de l'amiboïsme du leucocyte qu'il assimilait à une amibe.

C'est l'étude des ganglions lymphatiques (Voir plus loin) qui a modifié ses idées à cet égard.

Le développement des articulations présente des phénomènes histogénétiques aussi démonstratifs que celui des bourses muqueuses¹.

Ces faits évolutifs ne sont pas localisés dans les bourses muqueuses ou les articulations ; on les observe dans toutes les membranes et les organes conjonctifs. Dans le derme², par exemple, les cellules commencent par élaborer un réseau élastique (aux dépens du réticulum chromophile) et des fibrilles conjonctives ou collagènes (au sein de l'hyaloplasma). Ces divers éléments, en arrivant à la face profonde du derme, subissent des modifications régressives : les faisceaux conjonctifs deviennent moins serrés et entre eux se produit une substance molle qui résulte de la désagrégation et de la fluidification du reste de l'hyaloplasma et des fibrilles conjonctives. Les restes cellulaires (noyau et protoplasma périnucléaire) se transforment ainsi en éléments qui ne sont plus réunis en complexus ; ils deviennent libres sous la forme de *leucocytes*.

L'expérimentation³ confirme ces résultats d'évolution normale : Si l'on fait pénétrer des substances irritantes dans le tissu mésodermique, on voit le cytoplasma des cellules épithéliales et conjonctives se tuméfier, plus tard se fluidifier en partie de sorte que le noyau et la portion périnucléaire du protoplasma deviennent libres (globules blancs).

Les cavités précédentes résultent donc de la fonte d'un territoire cellulaire tout entier ; les leucocytes qu'on y voit sont des restes cellulaires.

1. Voir Retterer, *Journal de l'Anatomie*, 1902, p. 583.

2. Voir Retterer, *Journal de l'Anatomie*, 1904, p. 337, 505 et 508.

3. Voir Retterer, *Soc. de Biol.*, 1886, p. 157 ; *Ibid.*, 1898, p. 1088 et 1902, p. 345 et *Journal de l'Anatomie*, 1903, p. 454.

C. Ganglions lymphatiques.

Dans les *ganglions lymphatiques*, on assiste à une évolution analogue, avec cette différence qu'au fur et à mesure de la disparition de certains éléments, ces organes prolifèrent et régénèrent les cellules qui sont devenues libres et ont été entraînées par le courant lymphatique. Les *follicules*¹ ou nodules du ganglion lymphatique sont constitués, non point par des éléments libres ou lymphocytes tassés les uns contre les autres, mais par un cytoplasma commun à nombreux noyaux (*syncytium*). Vers la périphérie du nodule, le cytoplasma se transforme ou se différencie en réticulum chromophile et en hyaloplasma. Ensuite, l'hyaloplasma subissant la fonte, il en résulte un réticulum à mailles vides. Enfin, les filaments chromophiles sont également atteints par la désagrégation et la résorption, de sorte que le noyau et le restant du corps cellulaire perdent toute connexion avec le complexe cellulaire; ces restes cellulaires deviennent libres pour donner naissance à un *globule blanc* qui, à l'état normal, est un *lymphocyte*.

Dans les conditions *expérimentales* ou *pathologiques*, les éléments libres, élaborés par le ganglion lymphatique, ont une forme et une valeur différentes². Si l'on anémie un cobaye, par exemple, en le saignant à diverses reprises, ou si l'on irrite la région cutanée, le tissu du ganglion élabore des leucocytes à *gros corps cellulaire*, des leucocytes à noyau lobé, des leucocytes *polymorphes* ou d'autres variétés de globules blancs. En modifiant, en d'autres termes, par la saignée ou les irritations, la circulation lymphatique et les conditions de nutrition générale, on change l'évolution du tissu des ganglions lymphatiques qui, dans ces circonstances, produisent des variétés différentes d'éléments libres ou leucocytes. A l'état normal, le protoplasma du ganglion lymphatique subit la fonte avant que le noyau ne se modifie et l'élément mis en liberté prend la forme et la constitution d'un *lymphocyte*; après des saignées copieuses

1. Voir Retterer, *C. R. Soc. Biol.*, 1900, p. 280, 281, et 334. — XIII^e Congrès international de médecine, 1900 (section d'histologie et d'embryologie). — *Journal de l'Anatomie*, 1901, p. 473.

2. Voir Retterer, *C. R. de la Société de Biologie*, 1902, p. 33 et 315.

ou l'irritation cutanée, les ganglions, sont modifiés de telle sorte que le noyau des cellules encore réunies en complexe change de forme ou se fragmente avant que le corps cellulaire se soit détaché des cellules voisines. Une fois que le noyau est libre, il demeure entouré d'un corps cellulaire volumineux¹ (gros leucocytes et leucocytes à noyau polymorphe).

Ces faits expérimentaux prouvent que ni le lymphocyte, ni le polynucléaire ne représentent un élément jeune. Jamais observateur n'a pu suivre l'accroissement du protoplasma d'un lymphocyte et sa transformation en mononucléaire à protoplasma abondant.

Les leucocytes à noyau polymorphe sont des éléments dont le noyau s'est modifié et altéré avant la destruction du corps cellulaire. Comparés aux cellules qui constituent le tissu du ganglion, lymphocytes, mononucléaires et polynucléaires sont, les uns et les autres, des formes cellulaires plus avancées dans leur évolution, c'est-à-dire des éléments tronqués et vieillis.

Cette fonte ou liquéfaction protoplasmique fut observée sur certaines variétés de leucocytes; Löwit désigna le processus sous le nom de « plasmoschise » : Ranvier vit un phénomène analogue dans les clasmatocytes; Botkin suivit la dissolution des leucocytes (*leucopémie* ou *leucolyse*, etc.). Nous nous sommes contentés de décrire les faits évolutifs qui débutent par la liquéfaction d'une portion du corps cellulaire, la mise en liberté du noyau et d'une mince bordure protoplasmique et la disparition de l'élément par fonte totale. Le processus général pourrait recevoir le nom de plasmolyse.

Si nous faisons abstraction de l'origine des organes lymphoïdes (follicules clos tégumentaires ou ganglions lymphatiques), les classiques continuent encore aujourd'hui à les décrire, aussi bien dans les jeunes stades que chez l'adulte, comme constitués : 1° par un réticulum (fibrilles conjonctives avec cellules fixes ou cellules plates appliquées à leur surface) et 2° par des leucocytes libres dans les

1. Les cliniciens expliquent tout autrement la présence de polynucléaires dans le ganglion lymphatique. Si, après l'inoculation de bactéries, par exemple, les polynucléaires y sont abondants, c'est qu'ils y arrivent par les lymphatiques afférents et les vaisseaux sanguins. Ils admettent de plus que les cellules fixes (cellules conjonctives du stroma ganglionnaire) et les cellules endothéliales se gonfleraient et formeraient des macrophages qui se mêleraient aux leucocytes.

mailles du réticulum. C'est là la *formation réticulée* des auteurs. Les leucocytes seraient indépendants du réticulum et se mouvraient librement dans ses mailles. Cependant de nombreux travaux ont confirmé les résultats de Retterer¹ : R. Thomé, Bunting, Sabin, ont montré que la structure *syncytiale* des ganglions lymphatiques est un fait acquis, alors qu'on discute encore de l'origine des lymphocytes.

Les ganglions lymphatiques permettent de plus d'élucider la destinée des lymphocytes qu'ils produisent. Par l'étude des ganglions *embryonnaires*, Retterer² a pu établir la présence de nombreuses hématies dans les sinus caverneux et périphériques. Ensuite, Retterer a eu recours à l'expérimentation pour déterminer les conditions dans lesquelles on obtient la disparition des hématies du ganglion lymphatique ou leur stase dans les sinus de l'organe³. L'année dernière, nous avons montré que, par un procédé très simple³, il est facile de voir que le ganglion lymphatique fabrique des hématies. En changeant, en effet, les circonstances locales ou générales, on retient dans le ganglion les hématies qu'il a produites ou bien on débarrasse l'organe de ces éléments.

Pour empêcher le départ des hématies et les voir s'accumuler dans les sinus, il suffit de pratiquer, sur l'animal vivant, la ligature du tronc efférent, à plusieurs centimètres du ganglion. Par l'étude des coupes sériées, faites sur un ganglion ligaturé depuis quelques jours, il est possible de suivre toutes les phases par lesquelles passent les cellules du ganglion pour se transformer soit en lymphocytes, soit en hématies. *Le lymphocyte est une cellule du ganglion qui vient de se détacher par fonte de son protoplasma périphérique. L'hématie sans noyau résulte de la transformation du noyau d'une de ces cellules ou de celui du lymphocyte en une masse hémoglobique.*

Ces conclusions sont corroborées par la digestion artificielle : Rudzicka (*Biol. Centralblatt*, 1907, p. 496) a, en effet, montré que

1. Voir l'analyse de Retterer in *Journal de l'Anatomie*, 1906, p. 414.

2. *C. R. de Soc. de Biologie*, 1900, p. 280, 334 et p. 1123. — *C. R. de l'assoc. des anatomistes*, 1901. — *Soc. Biol.*, 1901, p. 767 et p. 769. — *Journal de l'Anatomie*, 1901, p. 473.

3. *Soc. Biol.*, 1902, p. 33, p. 101, p. 103 et 315.

4. Retterer et Lelièvre, *C. R. Soc. de Biol.*, 22 janvier 1910, p. 100.

la trame de l'hématie se comporte, dans ces conditions, comme celle d'un noyau.

Les classiques ne sont pas de cet avis. Naegeli¹, par exemple, cite de nombreuses constatations faites, dans des conditions expérimentales et pathologiques, sur le développement de globules rouges (hématies) dans les ganglions lymphatiques. Naegeli s'élève contre l'interprétation de ceux qui admettent que les lymphocytes se transforment en hématies. C'est le contraire qui se passerait : les hématies prendraient toujours naissance aux dépens d'autres formes cellulaires que les leucocytes.

Si Naegeli voulait répéter les observations et les expériences que nous avons faites sur les Mammifères, il acquerrait des idées toutes différentes sur la structure et les fonctions des ganglions lymphatiques, ainsi que sur l'origine et la valeur cellulaire des hématies.

Weidenreich (*loc. cit.*, 1911, p. 733), en traitant ce point y met la bonne foi et l'arbitraire dont il est coutumier (Voir plus loin). Bien qu'il altère et tronque la vérité historique, nous sommes heureux que, somme toute, il nous confirme, puisqu'il arrive à des conclusions analogues à celles que l'un de nous a formulées il y a plus de dix ans. Pour Weidenreich, *certain*s ganglions fabriquent des hématies; tous donnent naissance aussi bien dans les centres germinatifs que dans le reste de leur tissu à des lymphocytes. La cellule originelle du lymphocyte est une cellule du réticulum ou bien une cellule endothéliale. Bien que Weidenreich assigne à l'hématie et au lymphocyte une origine distincte, bien qu'il ne se prononce pas d'une façon explicite sur le mode selon lequel le lymphocyte se détache du stroma, nous sommes heureux de voir nos observations et nos études expérimentales se confirmer. Peu importe l'origine blastodermique (épithéliale ou conjonctive) de l'organe lymphoïde, le point important est de connaître les relations génétiques des cellules de la trame et des éléments libres. On trouve dans les descriptions des auteurs des termes vagues qui ne nous apprennent rien au point de vue de cette filiation. Anna Drzewina², par exemple, attribue à

1. *Blutkrankheiten und Blutdiagnostik*, 1908, p. 99.

2. Sur l'organe lymphoïde et la muqueuse de l'œsophage de la Torpille, *Archives d'Anatomie microscopique*, t. XII, p. 1, 1910.

« P'infiltration lymphoïde » le développement primitif de l'organe lymphoïde qui existe, chez la Torpille, entre la tunique musculaire et la muqueuse de l'œsophage. Les cellules lymphatiques comprennent : 1° des leucocytes à granulations arrondies ou allongées en bâtonnets, 2° des mononucléaires et 3° des lymphocytes.

« Ces éléments leucocytaires paraissent dériver, dit Drzewina (*loc. cit.*, p. 17), des cellules mésodermiques, à la suite d'une différenciation sur place de celles-ci. » Il serait intéressant de savoir par quel processus les cellules mésodermiques (qui sont toujours réunies entre elles en un syncytium) arrivent à devenir libres.

D. Moelle osseuse.

En ce qui concerne la *moelle osseuse* nous commençons à avoir quelques documents sérieux. Pour les classiques, la moelle osseuse se compose d'une charpente de fibrilles sur lesquelles sont appliquées des cellules plates et dont les mailles contiennent des éléments libres. Les éléments libres comprennent : 1° des cellules qui se transforment en hématies et dont nous n'avons pas à nous occuper pour le moment; 2° des cellules qui donnent naissance aux leucocytes. On distingue, parmi les cellules *leucopoïétiques*, deux groupes : l'un est formé de cellules sans granulations, de *mononucléaires*; l'autre comprend des cellules granuleuses. Les cellules granuleuses sont les unes éosinophiles ou basophiles et se rencontrent chez les Amphibiens, les Oiseaux et les Mammifères; les autres possèdent des granulations spéciales à chaque espèce de vertébrés (granulations *pseudoéosinophiles* chez le Lapin et le Cobaye; granulations *neutrophiles* chez le Singe et l'Homme; granulations oxyphiles chez les Oiseaux).

Les auteurs sont peu explicites sur l'origine des éléments libres qu'ils semblent considérer comme ayant une autre source que celle du réticulum. W. Dantschakoff¹ donne des détails plus circonstanciés en ce qui concerne l'histogenèse de la moelle osseuse des Oiseaux : chez ces Vertébrés, la moelle osseuse qui est de provenance mésodermique est à l'origine constituée par des cellules reliées

1. *Archiv f. mik. Anatomie*, t. 74, p. 855, 1900.

entre elles par des prolongements ; pour produire des éléments libres ou leucocytes, ces cellules de la moelle primitive rétractent c'est-à-dire qu'ils rentrent leurs prolongements dans le corps cellulaire. Les leucocytes de la moelle osseuse des oiseaux n'auraient donc pas une origine vasculaire.

Maximow¹ distingue au contraire, dès l'origine, dans la moelle embryonnaire du Rat et de la Souris des cellules conjonctives fixes, constituant la trame, et des *cellules migratrices* : ces dernières semblent avoir pris naissance par différenciation, c'est-à-dire qu'elles se sont détachées et isolées des cellules mésenchymateuses originelles. Sans s'en douter, Maximow confirme pour la moelle osseuse les résultats que l'un de nous a obtenus, il y aura tantôt vingt ans, dans plusieurs autres organes.

E. Rate.

En ce qui concerne l'histogénèse des leucocytes dans la *rate*, nous possédons des renseignements peu circonstanciés.

Après l'extirpation de la rate, on observe l'hypertrophie de nombreux ganglions lymphatiques. Chez le Cobaye dératé, on voit, au cours de l'année qui suit l'extirpation, les lymphocytes doubler ou tripler de nombre, tandis que les autres variétés de leucocytes restent dans les proportions normales. Cette augmentation des lymphocytes résulte de l'hypertrophie des ganglions mésentériques. Au cours de la deuxième année, les leucocytes éosinophiles augmentent également.

Chez le fœtus humain, la rate est formée d'un tissu identique à celui de la moelle osseuse ; plus tard, il s'y développe des corpuscules de Malpighi qui élaborent des *lymphocytes*. Sous l'influence de la maladie, la rate peut reprendre sa structure embryonnaire et concourir à la formation et des *hématies* et des *myélocytes*.

Comment ces éléments (leucocytes et hématies) y prennent-ils naissance ? Est-ce comme dans la moelle osseuse et les ganglions lymphatiques ? Nous n'avons pas pu trouver dans les auteurs de description précise de ces points.

1. *Archiv f. mik. Anatomie*, t. 76, p. 1, 1910.

CONCLUONS : *Les éléments libres ou leucocytes qui apparaissent dans un tissu conjonctif plein sont dus à la fonte de l'hyaloplasma, puis du réticulum chromophile; d'où la mise en liberté du noyau et du reste cellulaire. Le leucocyte est un restant de cellule ayant subi une plasmolyse partielle.*

IV. — DÉFORMATIONS. — PRÉTENDUS MOUVEMENTS AMIBOIDES ; SURVIE DES LEUCOCYTES.

Roesel von Rosenhof ¹, après avoir décrit plusieurs grands Vorticelliens, a découvert une amibe dont il a observé les changements de forme comparables à ceux d'un *petit Protée*. C'est un protozoaire entièrement nu, dont le corps cellulaire, riche en vacuoles et en granulations, est le siège d'une contraction plus ou moins rapide. On le voit émettre des prolongements mobiles qui se bifurquent et ont reçu le nom de *pseudopodes*. En s'allongeant, les pseudopodes glissent par un véritable mouvement de reptation sur les objets que rencontre l'amibe, et fonctionnent comme organes de locomotion. D'autres fois, l'amibe rétracte ses pseudopodes qui confluent avec le corps cellulaire. De plus, l'amibe est capable, avec ses pseudopodes, d'entourer de petits organismes végétaux, tels que les bacilles, et, après avoir capturé la proie, elle la ramène ensuite jusque dans l'intérieur de son corps pour la digérer. Le protoplasma de l'amibe cumule donc les fonctions d'organe locomoteur et digestif.

Les facteurs *externes* modifient les mouvements des amibes ². Sous l'influence du *chloroforme*, les amibes se roulent en boule; puis, quand on fait passer un courant d'eau dans la préparation pour enlever le chloroforme, les amibes recommencent à émettre des pseudopodes. Sous l'action d'une *chaleur* de 35°, l'*amibe diffluens* se contracte en boule. L'abaissement de la température fait qu'elle s'étale de nouveau, au bout de deux heures, et émet des pseudopodes. Maintenu sur la glace pendant plusieurs heures, l'amibe reste immobile, mais ne meurt point, car en élevant la température, on y voit réapparaître des pseudopodes.

1. *Insectenbelustigung von Roesel*, 4 vol. in-4, 1746-1761.

2. Voir Retterer, Article *Cellule*. *Dictionnaire de Physiologie* de Ch. Richet, p. 519.

Les rhizopodes et les autres infusoires se comportent de même façon sous l'influence de la température.

Nous passons sur l'influence que la lumière exerce sur les mouvements des *Zoospores des Algues*, parce qu'on ignore encore si les leucocytes y sont sensibles. L'action du milieu mérite, au contraire, d'être examinée. Ces êtres unicellulaires se dirigent vers certains milieux, parce que ces derniers offrent une constitution chimique spéciale (*chimiotropisme* ou *chimiotaxie positive*) et fuient d'autres milieux autrement constitués (*chimiotaxie négative*).

Si, à l'exemple de Massart, on met dans une goutte d'eau un certain nombre d'*Anophrys* (infusoire cilié), puis qu'on relie cette goutte au moyen d'un bout de papier à filtrer avec une goutte d'eau distillée, il suffit d'ajouter à la goutte qui renferme les anophrys des cristaux de sel marin, pour voir les anophrys se mettre en mouvement et émigrer dans l'eau distillée (*chimiotaxie négative*). Pfeffer a montré, par contre, que les *Zoospores* des Fougères se dirigent vers une solution d'acide malique. C'est en vertu d'une *chimiotaxie positive* que les *Zoospores* ou éléments mâles des Fougères iraient à la rencontre des éléments femelles.

Outre ces déplacements, le protoplasma est le siège de mouvements intimes qui se manifestent par des courants protoplasmiques, des déformations, des vacuolisations et le développement de granulations. Ch. Robin¹ avait déjà noté ces modifications : Si la paroi (de la cellule) est ferme, comme dans les trachelomonas et diverses diatomées, par exemple, ce sont des figures bosselées ou un peu anguleuses, changeantes, que présente dans sa cavité le corps cellulaire inclus, pendant qu'un liquide incolore, interposé à lui et à la paroi suit ces déplacements. Il en est de même quand il s'agit des énergiques mouvements de déformation du vitellus et des sphères de segmentation dans la cavité de la membrane ovulaire, dans les chondroplastés des cartilages normaux²,

(A suivre.)

1. *Anatomie et Physiol. cellulaires*, 1873, p. 522.

2. Les cellules de cartilage ne montrent cette contractilité, dit Ch. Robin, que pendant la vie intra-utérine ou quand elles proviennent de tumeurs cartilagineuses (2 jours même après l'ablation).

ORIGINE ÉPITHÉLIALE ET ÉVOLUTION
DES FOLLICULES CLOS TÉGUMENTAIRES
DES OISEAUX

Par Éd. RETTERER et Aug. LELIÈVRE.

Après avoir étudié le développement des follicules clos du tube digestif chez les *Jeunes Oiseaux* (voir l'Index, p. 50), nous avons eu la bonne fortune d'observer des phénomènes identiques sur les Oiseaux *adultes* et même vieux. Nous nous bornons dans le présent mémoire à décrire le développement des follicules clos d'un Dindon *âgé de trois ans*.

La région où se produisent ces follicules clos est le dernier compartiment du cloaque (*vagin* de Et. Geoffroy Saint-Hilaire, *passage anal* de Retterer (1885), *proctodæum* de la terminologie moderne).

Sur la paroi dorsale du proctodæum du dindon de trois ans s'étendent trois bandelettes longitudinales : l'une est *médiane*, longue de 13 mm. et large de 8 mm., de chaque côté de laquelle s'étend une autre traînée analogue, longue de 10 mm. et large de 5 mm. Vues de face, ces bandelettes se montrent criblées de trous et rappellent l'aspect d'une plaque de Peyer ou d'une amygdale.

Elles furent fixées fraîches dans une solution concentrée de sublimé (eau de mer, bichlorure de mercure et acide acétique). Les coupes faites dans la paraffine et régulièrement sériées furent colorées soit à l'hématoxyline au fer, soit à l'hématoxyline ordinaire après mordantage par une solution faible d'acide piclorhydrique.

La structure de la muqueuse proctodæale est, au niveau des bandelettes, celle d'une plaque de Peyer ou d'une amygdale. De la surface vers la profondeur on rencontre un épithélium cylindrique

46 RETTERER ET LELIÈVRE. — ORIGINE ÉPITHÉLIALE ET ÉVOLUTION stratifié, un derme, et enfin une couche, épaisse de 1 mm., formée de glandes mucipares qui s'étendent jusqu'au contact des fibres du sphincter strié de l'anus.

Outre les orifices de ces glandes, la muqueuse montre des cavités infundibuliformes ou cryptes, hauts de 0 mm. 5 ou 1 mm. et entourés d'une couche de tissu lymphoïde. Dans cette couche on rencontre des follicules clos à leurs divers stades évolutifs. Les dimensions des follicules clos varient entre 0 mm. 1 à 0 mm. 3. Rares et espacés, ils sont très favorables à l'étude parce que, sur les coupes sériées, il est très facile de suivre les transformations qui se succèdent dans les cellules d'un seul et même follicule clos. Tantôt on observe, au pourtour du crypte, des bourgeons épithéliaux, large de 0 mm. 1 dont l'extrémité profonde est au stade de tissu réticulé plein, tandis que la portion moyenne se trouve épithéliale dans le centre, à l'état de tissu réticulé plein dans sa portion périphérique. Tantôt le bourgeon épithélial, large de 0 mm. 3, part de la surface de la muqueuse et se prolonge jusqu'à la partie profonde du derme. Dans sa portion *superficielle*, le bourgeon n'est constitué que par des cellules épithéliales; dans sa portion *moyenne*, il est épithélial au centre et composé de tissu réticulé plein dans les parties corticales; enfin le fond du bourgeon ne montre que du tissu réticulé dont les mailles sont les unes pleines, les autres vides.

Pour les amygdales, les follicules clos agminés et solitaires ainsi que pour l'appendice, nous avons décrit et figuré¹ des séries entières de coupes. A la séance de la *Société de Biologie*, 11 novembre, après l'exposé des résultats essentiels que nous avons obtenus sur les Oiseaux *adultes*, nous avons soumis à l'appréciation de nos collègues des séries complètes de coupes ayant trait aux follicules clos du proctodæum du Dindon. Comme les phénomènes du développement morphologique concordent de tous points avec ceux des follicules clos des Mammifères et des autres régions des Oiseaux, il nous semble superflu de représenter à nouveau la série des coupes reproduisant toute la succession des stades. Les données fournies par le seul développement morphologique, laissent d'ailleurs des doutes : témoin les interprétations

1. Voir *Journal de l'Anatomie*, 1909, p. 225, et *ibid.*, 1910, p. 587.

diverses qu'on a données des bourgeons épithéliaux précédant l'apparition des amygdales, des plaques de Peyer. Nous nous contentons donc : 1° de deux schémas morphologiques, et, 2° d'un dessin qui reproduit les détails cytologiques des tissus en présence, à savoir : l'épithélium, d'une part, le tissu réticulé, de l'autre.

I. — FOLLICULES CLOS DU PROCTODÆUM.

La figure 1 représente le schéma d'une coupe portant sur la portion moyenne d'un bourgeon de l'épithélium superficiel. En 1, on voit l'épithélium qui n'est séparé par aucune limite du tissu

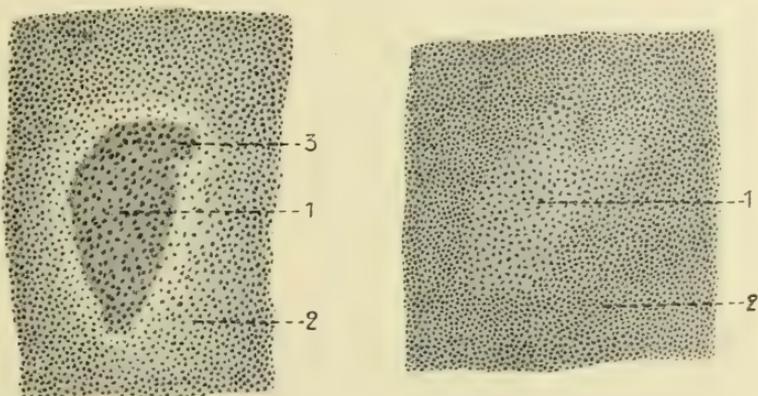


Fig. 1. — Coupe transversale d'un bourgeon épithélial (1) et du tissu réticulé (2) qui l'entoure (Proctodæum d'un dindon de trois ans, schéma).

Fig. 2. — Coupe faisant suite du côté profond à celle de la figure 1 (schéma). — 1, tissu réticulé central; 2, tissu périphérique du follicule clos.

réticulé clair (2) qui l'entoure. A mesure qu'on examine les coupes qui font suite, du côté profond, à la coupe 1, le bourgeon épithélial diminue, puis disparaît. Enfin, on n'observe plus sur les coupes suivantes que du tissu réticulé (fig. 2) identique à celui qui entoure immédiatement le bourgeon de la figure 1.

Tels sont les aspects morphologiques qui caractérisent le développement des follicules clos tégumentaires. Ce sont les mêmes qu'on observe dans d'autres régions des Oiseaux, de même que chez les Mammifères partout où vont apparaître des follicules clos. Il s'agit de savoir si les végétations épithéliales ne sont, comme on l'a avoué, que des épines inflammatoires provoquant l'arrivée des lymphocytes mésodermiques ou si les cellules épithéliales se

L'examen fait aux forts grossissements des tissus bien fixés et bien colorés donne les renseignements suivants :

La figure 3 reproduit la portion épithéliale et la portion avoisinante du schéma 1 (portion supérieure et droite en 3). Le dessin a



Fig. 3. — *Reproduction, à l'objectif à immersion, de la région marquée 3 de la figure 1.*
— 1, bourgeon épithélial; 2, tissu réticulé; 3, 3', 4 et 5, cellules du tissu réticulé à divers stades d'évolution.

été fait à l'objectif à immersion. La portion épithéliale (1) se compose d'une masse cytoplasmique, qui, quoique d'apparence homogène, est très colorable et dans laquelle sont contenus de nombreux noyaux. De ces derniers, les uns sont volumineux et plus clairs que les autres, parce que dans les mailles du réticulum nucléaire se trouve un nucléoplasma peu colorable. Dans les noyaux plus sombres et plus colorables, on ne distingue que des granules très fins plongés dans un nucléoplasma qui a également de l'affinité pour l'hématoxyline. Sauf en haut et à droite où il apparaît des lignes claires intercellulaires, les cellules épithéliales n'offrent pas

de limites distinctes; nous sommes en présence d'un *syncytium épithélial*.

Le tissu (2) qui entoure immédiatement le syncytium épithélial est constitué par des cellules formant un réseau; c'est du tissu réticulé. Aucune membrane ni formation basale ne séparent l'épithélium du tissu réticulé. En suivant les éléments cellulaires à partir du centre épithélial vers la périphérie, on constate les modifications suivantes qu'ils subissent : en 3, on voit une cellule épithéliale dont la portion profonde est constituée par du cytoplasma épithélial, tandis que la portion superficielle du cytoplasma est claire jusqu'au contact du noyau. A gauche et au-dessous se trouvent trois autres cellules (3') autour desquelles le cytoplasma sombre a disparu, sauf autour du noyau. De cette zone périnucléaire partent des prolongements qui s'anastomosent entre eux et relient les cellules au syncytium épithélial. En 4, le cytoplasma granuleux forme un réseau analogue, mais le cytoplasma clair arrive au contact du noyau. Le noyau de la cellule (5) est entouré d'un cytoplasma granuleux de mêmes caractères que le cytoplasma épithélial; le corps cellulaire de la cellule 5 est étoilé et ses prolongements se continuent avec le réseau de cytoplasma sombre. Dans les points plus périphériques, vers 2, les noyaux deviennent de plus en plus petits et montrent une substance nucléaire sombre et très colorable. Tout cytoplasma sombre a disparu au voisinage immédiat des noyaux et la masse intermédiaire aux noyaux n'est plus constituée que par un réseau de filaments colorables dans les mailles duquel est contenu un protoplasma clair (hyaloplasma).

Résumant les faits que nous venons de décrire et ne tenant compte que des phénomènes accessibles à l'observation directe, nous dirons : sur l'Oiseau adulte, il se produit des follicules tégumentaires, d'après le même processus que sur les jeunes Oiseaux. L'ébauche en est représentée par un bourgeon épithélial; ensuite les cellules de l'ébauche épithéliale se transforment en tissu réticulé. Lors de cette transformation, le cytoplasma épithélial élabore un cytoplasma clair qui s'accumule dans les intervalles dus à l'écartement du cytoplasma sombre. Les restes du cytoplasma

épithélial se disposent en trabécules anastomotiques. De là l'image d'un tissu où les noyaux sont séparés les uns des autres par des trabécules granuleuses et chromophiles (charpente réticulée) et des mailles remplies d'hyaloplasma. C'est là le tissu réticulé du follicule clos. Plus tard, l'hyaloplasma se fluidifie, les trabécules se désagrègent; enfin, les restes nucléaires et cellulaires deviennent libres sous la forme de lymphocytes.

II. — HISTORIQUE ET CRITIQUE.

Le développement des follicules clos du proctodæum se fait, chez le Dindon *de trois ans*, d'après le même processus histogénétique que celui que nous avons observé lors de l'histogénèse des follicules clos des *jeunes Oiseaux*. Les plaques de Peyer¹ et les follicules clos du 3^e cæcum² apparaissent, chez les jeunes Canards, sous la forme de bourgeons épithéliaux. Il est d'autant plus facile de démontrer le fait sur les jeunes Oiseaux que ces invaginations épithéliales (ébauches des plaques de Peyer) dépassent le derme ou chorion de la muqueuse pour se prolonger jusque dans la tunique musculuse. Les invaginations épithéliales, *intermusculaires*, se transforment ensuite sur place en tissu réticulé: c'est là ce qui explique la situation en partie *intramusculaire* des follicules clos de l'intestin des Oiseaux.

D'autre part, le proctodæum du Dindon de trois ans est le siège de phénomènes semblables à ceux que présente l'amygdale d'un Cheval de vingt ans³.

Donc en ce qui concerne les amygdales et les plaques de Peyer, le développement et l'évolution des follicules clos sont partout les mêmes.

Ces résultats ne semblent pas concorder avec ceux que les auteurs ont obtenus sur un organe dit *bourse de Fabricius* et qui n'est qu'un diverticule dorsal de l'intestin postérieur des jeunes Oiseaux⁴.

1. *C. R. Acad. des Sciences*, 8 août 1910, p. 157.

2. *C. R. Soc. de Biologie*, 5 novembre 1910, p. 335.

3. *Journal de l'Anatomie*, 1909, p. 225, pl IV, fig. II et III, et Retterer, *Anatomie et Physiologie animales*, 3^e éd., 1909, p. 62, fig. 46, Hachette.

4. Voir, pour la littérature complète de la bourse de Fabricius, Retterer, *Journal de l'Anatomie*, 1885, p. 369; *ibid.*, 1904, p. 528 et *ibid.*, 1909, p. 363.

Tous les histologistes qui ont étudié les premiers développements de la bourse de Fabricius sont d'accord sur les points suivants : 1^o cet organe est un diverticule de l'intestin terminal (soit endodermique, soit ectodermique) ; 2^o l'épithélium de revêtement, d'abord étendu en couche uniforme, prolifère et pousse une série de bourgeons épithéliaux qui pénètrent dans le chorion.

A ce stade de développement, chaque bourgeon épithélial représente donc avec son écorce conjonctive et vasculaire, une formation globuleuse ou ovale ; c'est le follicule dont le centre est *épithélial* et le *cortex, conjonctif*.

Telle est la constitution des follicules *jeunes*. Quant à leur évolution ultérieure, les avis sont très partagés.

Pour Galen (1871), Stieda (1880), Jolly¹, le centre épithélial serait toujours séparé par une limite nette (basale) du cortex conjonctif. Il est vrai que, selon Jolly, les lymphocytes mésodermiques traverseraient la basale pour infiltrer l'épithélium, et, dans certaines circonstances, la retraverseraient pour rentrer dans le torrent circulatoire. La bourse de Fabricius serait, selon Stieda et Jolly, l'homologue du thymus.

Leydig (1866), V. Alesi (1875), ayant constaté la présence d'un réticulum dans le centre du follicule, assimilent la formation à un follicule clos, c'est-à-dire à du tissu réticulé dont les mailles sont remplies d'éléments lymphoïdes. Retterer (1885) a décrit et représenté le réticulum dans le centre des follicules de la bourse des Oiseaux *adultes* et a vu que les éléments libres ou lymphocytes sont des descendants des cellules épithéliales.

Wenckebach (1888), tout en soutenant que le centre du follicule reste toujours épithélial, a représenté et décrit (*loc. cit.*, p. 114, fig. 49) les cellules du centre comme des éléments étoilés formant un tissu réticulé chez l'Oiseau *adulte*.

Jolly² parle également d'un « réseau cellulaire » occupant le centre des follicules (Canard de huit mois et demi) : ces modifications des cellules épithéliales, Jolly les attribue au remaniement opéré par l'immigration des lymphocytes ou par leur départ ultérieur.

Nous avons étudié (Retterer, 1885, pl. XIX, fig. 23, p. 371) la bourse de Fabricius d'un Casoar adulte, puis celle³ d'une Oie âgée d'un an environ et, à la place des centres épithéliaux, nous avons rencontré des follicules clos formés uniquement de tissu réticulé et vasculaire.

En un mot, dans la bourse de Fabricius, les follicules apparaissent à l'état de bourgeons épithéliaux, comme les autres follicules clos tégumen-

1. *Soc. de Biologie*, 3 décembre 1910, p. 493.

2. *Soc. de Biologie*, 1^{er} avril 1911, p. 498, et *C. R. de l'Association des Anatomistes*, 1911, p. 169, fig. 2 et 3.

3. *Soc. de Biologie*, 25 juillet 1910, p. 169.

taires. Les cellules épithéliales subissent également les transformations qui caractérisent les ébauches épithéliales des autres follicules clos; certaines cellules s'allongent et se ramifient pour former la trame réticulée, tandis que d'autres subissent la fonte et deviennent libres (lymphocytes et même hématies).

Jolly (*Soc. Biol.*, 28 oct. 1911, p. 323) a vu, sur le Pigeon, les follicules de la bourse de Fabricius s'atrophier à la suite du jeûne : les lymphocytes disparaissent du cortex et diminuent dans le centre épithélial. Comme lors du développement normal, les lymphocytes émigraient par mouvements propres, et, « si on renourrit l'animal, le follicule clos se repeuple en lymphocytes en peu de temps et se reconstitue ».

En somme, les divergences d'opinion portent sur les points suivants : la majorité des auteurs qui ont étudié la bourse de Fabricius se fondent sur la spécificité des feuilletts blastodermiques pour nier toute transformation du centre épithélial en tissu réticulé et vasculaire. Cependant il en est qui ont vu les cellules épithéliales se modifier dans leur forme et leurs connexions; mais pour expliquer ces changements, ils invoquent la migration et le travail des lymphocytes de provenance mésodermique.

Nous avons donc à examiner les deux questions suivantes : 1^o les cellules épithéliales se transforment-elles en tissu réticulé? 2^o les lymphocytes émigrent-ils dans le centre épithélial?

Dès 1897, Retterer a montré que l'ébauche épithéliale des follicules clos des Mammifères se différencie, au cours du développement, en trame réticulée et en éléments libres ou lymphocytes.

S. v. Schumacher a retrouvé, en 1903, les mêmes transformations dans le centre épithélial des follicules de la bourse de Fabricius. Bien que Schumacher se refuse à assimiler cet organe des Oiseaux aux plaques de Peyer ou aux amygdales des Mammifères, les termes qu'il emploie pour décrire des transformations des cellules épithéliales ainsi que les dessins qu'il en donne, semblent la reproduction des figures et des descriptions de Retterer en ce qui concerne les follicules clos des Mammifères¹.

Nous avons repris cette étude² sur le Poulet, le Canard et l'Oie : chez tous, les cellules épithéliales du centre se différencient en trame réticulée et en éléments libres (lymphocytes et hématies). « Au fur et à mesure que les hématies et les lymphocytes sont emportés par le courant lymphatique ou sanguin la trame subit la modification fibreuse et tout l'organe finit par former, chez l'Oiseau adulte, une masse de tissu inodulaire (3^o stade). »

En ce qui concerne la migration des lymphocytes, nous serons brefs,

1. Voir la traduction littérale qu'en a donnée Retterer, in *Journal de l'Anatomie*, 1904, p. 529.

2. *C. R. de la Soc. de Biologie*, 1910, 16 juin et 23 juillet; p. 114 et 169.

car nous avons discuté la question avec force détails (voir le *Journal d'Anatomie*, 1912, Mémoire sur les leucocytes). Les lymphocytes se déplacent; ils sortent des vaisseaux sanguins et voyagent dans les tissus; mais, à notre avis, ce n'est point par mouvements propres, c'est uniquement parce qu'ils sont entraînés par le courant lymphatique ou sanguin. Dans les points où il y a diapédèse on observe, sur les pièces fixées, une dépression de la paroi vasculaire, faisant saillie en dehors. Ce fait démontre une augmentation de la pression sanguine en ce point. Quand, d'autre part, les lymphocytes disparaissent d'un organe, ils sont également emportés par le courant plasmatique ou lymphatique.

Par l'expérimentation, Retterer¹ a prouvé que le jeûne et la saignée abaissent la pression sanguine, accélèrent le courant lymphatique et activent ainsi la résorption des éléments libres et des liquides organiques.

Le jeûne, tout comme la saignée, diminue la quantité du sang et abaisse la pression sanguine : les éléments des follicules de la bourse, tout comme ceux des autres organes lymphoïdes subissent une fonte plus rapide et plus intense; il se produit plus de plasma et de lymphocytes qui ne restent pas en place, mais sont pour ainsi dire aspirés par le courant lymphatique et sanguin dont ils contribuent à reconstituer les éléments.

Autre question d'histologie comparée : Jolly (*loc. cit.*, *C. R. de l'Associat. des Anatomistes*, p. 174) compare les follicules de la bourse de Fabricius avec les follicules des plaques de Peyer et des amygdales; il se borne à ne considérer et à ne figurer que le revêtement épithélial des plaques de Peyer et des amygdales; toutes les modifications structurales de ce revêtement, il les attribue à l'arrivée, à la pénétration et au travail destructeur des lymphocytes. Jolly oublie de parler des follicules clos; cependant, outre leur revêtement épithélial, les amygdales et plaques de Peyer possèdent des formations arrondies ou ovalaires à couches concentriques : *les follicules clos. Sans follicules clos, point d'amygdales ni de plaques de Peyer.* Or, c'est le follicule clos qui apparaît à l'état épithélial, et les cellules épithéliales de cette ébauche se transforment elles-mêmes en trame réticulée, d'une part, en éléments lymphoïdes, de l'autre? Pour nous, les follicules clos de la bourse de Fabricius ont même origine et même évolution que les autres follicules clos tégumentaires : une fois que les derniers centres épithéliaux se sont transformés en tissu réticulé, tout l'organe devient fibreux et s'atrophie, comme l'appendice vermiculaire de l'homme².

1. Voir Retterer, *Journal de l'Anatomie*, 1906, p. 567; *ibid.*, 1907, p. 53 et *ibid.*, 1910, p. 213.

2. Voir Retterer et Lelièvre, Appendice, *Journal de l'Anatomie*, 1910, p. 587.

RÉSULTATS GÉNÉRAUX.

Qu'on veuille bien se reporter à l'étude morphologique et cytologique que nous avons faite des follicules clos des Mammifères dans les régions les plus variées¹, on verra que partout les images histologiques sont les mêmes : les coupes successives et rigoureusement sériées montrent un bourgeon épithélial auquel fait suite, sans interposition d'une membrane ou limite quelconque, un tissu réticulé (fig. 3 du présent travail).

Dans ce tissu réticulé, il n'existe pas non plus de fibres conjonctives ou collagènes; les trabécules anastomotiques sont constituées par le même cytoplasma sombre et granuleux que celui du syncytium épithélial. La seule différence qu'on remarque est la présence d'un cytoplasma clair, homogène, remplissant les mailles de ce réticulum. Quant aux noyaux du tissu réticulé, ils ne sont pas libres, du moins au voisinage du syncytium épithélial : en ces points, ils présentent les mêmes caractères morphologiques et structuraux que les noyaux des cellules épithéliales. Même en admettant que ces noyaux avec leur mince liséré cytoplasmique puissent se déplacer par mouvements propres, il est peu probable que cette mince bordure de cytoplasma soit capable d'aller attaquer, ronger et détruire le cytoplasma si abondant du syncytium épithélial. Il n'est pas un pathologiste qui soutienne le pouvoir phagocytaire des lymphocytes.

Autre fait morphologique qui reste inexplicable si l'on admet que le bourgeon épithélial, une fois formé, demeure inerte et que toutes ses modifications résultent uniquement de l'arrivée ou du départ des lymphocytes mésodermiques : c'est la disposition des éléments en couches concentriques dans le follicule clos au stade de tissu réticulé. Ce n'est point en s'infiltrant entre les éléments de la trame préexistante que les lymphocytes réussiraient à produire cette disposition qui ne saurait être due qu'au refoulement des couches

1. Voir l'index de nos dernières recherches et publications in *Journal de l'Anatomie*, 1911, p. 163.

périphériques par les amas de tissu réticulé formés aux dépens du centre épithélial.

L'étude cytologique du bourgeon épithélial montre les faits suivants : d'abord sombre et granuleux, le cytoplasma épithélial élabore, en certains points, un cytoplasma clair qui apparaît sous la forme de vacuoles. C'est ainsi que se produisent des espaces remplis d'hyaloplasma au milieu du syncytium épithélial. Ces espaces augmentent et confluent pour n'être plus séparés que par des traînées de cytoplasma sombre. C'est là le stade de *tissu réticulé* dont les mailles sont remplies d'hyaloplasma, comme on l'observe dans le tissu conjonctif des régions où se développent les bourses muqueuses ou les cavités articulaires. Plus tard, l'hyaloplasma se fluidifie et ensuite disparaît par fonte; les restes nucléaires et cellulaires deviennent libres (lymphocytes et leucocytes) et sont entraînés mécaniquement par le courant lymphatique.

Il est bien entendu que nous ne pouvons assister au microscope à la succession de ces divers phénomènes; nous sommes obligés, dans l'état actuel de la science du moins, de fixer les éléments; par l'étude des images que nous présentent les coupes sériées, par l'examen des changements de structure que subissent les éléments, nous concluons à l'évolution de ces derniers. Notre interprétation se fonde uniquement sur des faits accessibles à l'observation directe et non point sur des hypothèses. Elle concorde avec tous les phénomènes généraux que nous devons à l'histogenèse et à la cytologie : chez tous les organismes multicellulaires, la cellule épithéliale est la souche originelle des autres tissus; pour les former, la cellule épithéliale subit des modifications morphologiques et structurales particulières à chaque système. Jamais observateur n'a constaté le retour des tissus dérivés de l'épithélium vers la forme primitive de complexus épithélial. D'après nos observations, le tissu épithélial conserve, chez l'adulte et le vieillard, la propriété d'évoluer comme dans les stades embryonnaires du jeune être pour donner naissance à du tissu conjonctivo-vasculaire.

Dans les conditions *expérimentales*, nous avons observé ¹ des

1. *Bulletin de l'Association française pour l'étude du cancer*, t. III, 1910, p. 225.

transformations analogues de l'épithélium qui produit ainsi des néoformations conjonctives.

Dans les néoplasies qui apparaissent (par cause inconnue) dans les téguments ou les glandes¹, on voit également les cellules épithéliales proliférer et produire, par transformations protoplasmiques, des générations cellulaires qui évoluent en tissu conjonctif. De nombreux histologistes (Unna, Hodara, Scheuber, Abesser, Judalewitsch, Beck et Krompecher et tout récemment Mühlmann (Ce *Journal*, 1911, p. 162) concluent dans le même sens que nous : c'est l'épithélium qui entre le premier en scène quand les membranes épithélio-conjonctives produisent des néoformations conjonctives. Dans une étude récente des *végétations adénoïdes*, nous avons pu montrer² également que l'hypertrophie et l'hyperplasie des amygdales pharyngiennes sont dues à un processus histogénétique identique, quoique se faisant sur une échelle et une intensité plus considérables, à celui qui préside à la genèse et au développement des follicules clos de l'amygdale normale.

CONCLUSION. — Non seulement chez le jeune Oiseau, mais encore chez l'adulte et à un âge avancé, l'épithélium prolifère et donne naissance à des générations cellulaires qui se transforment en tissu conjonctivo-vasculaire prenant la forme et la structure des follicules clos tégumentaires.

1. *Journal de l'Anatomie*, 1911, p. 161.

2. Voir Retterer et Lelièvre, Structure et histogenèse des végétations adénoïdes, *Archives de Médecine expérimentale*, 1914, p. 387.

BASE CARTILAGINEUSE DU CRÂNE
ET SEGMENT BASILAIRE DE LA CHORDE DORSALE,

FORMATIONS FOETALES DE LA VOÛTE DU PHARYNX
CHEZ LES MAMMIFÈRES

PAR MM.

F. TOURNEUX et J.-P. TOURNEUX

INTRODUCTION

Avant d'aborder le fond même de notre travail, nous croyons devoir : 1° exposer quel est son objet ; 2° faire connaître la technique suivie dans l'étude des embryons ; 3° indiquer les divisions que nous avons adoptées.

1° Objet du travail.

A la réunion de l'Association des Anatomistes tenue à Lille en mars 1907, nous avons exposé une série de dessins concernant le développement du cartilage basilaire dans ses rapports avec la chorde dorsale et l'hypophyse, chez un certain nombre de Mammifères et, en particulier, chez l'Homme. Dans la note accompagnant cette présentation, nous nous exprimions ainsi :

1° *Au point de vue du trajet de la chorde au niveau du cartilage basilaire.* — On peut envisager trois types distincts : intrabasilaire, pré-basilaire et rétrobasilaire, suivant que la chorde, dans son plus long parcours, se trouve incluse dans le cartilage basilaire (plaque basale), en longe la face ventrale ou, au contraire, la face dorsale. Au premier type, appartiennent le Porc et le Veau (fait déjà signalé par H. Müller,

1858, et Dursy, 1869; au deuxième, le Lapin (Mihalkovics, 1875), l'homme (Dursy, 1869; Frieriep, 1882) et le Chien; et enfin, au dernier, la Taupe. Une disposition intermédiaire entre les types intrabasilaire et rétrobasilaire est représentée par le Mouton et le Cheval, chez lesquels la chorde côtoie pendant un certain temps la face dorsale du cartilage basilaire, avant de s'engager dans son épaisseur.

2° *Au point de vue des vestiges du pédicule hypophysaire.* — Chez la plupart des Mammifères, le pédicule hypophysaire disparaît normalement dans toute sa longueur. Chez le Chien, son segment initial, attendant à l'épithélium du pharynx, persiste pendant toute la période fœtale sous forme d'une vésicule qui, au voisinage de la naissance, subit les mêmes modifications que l'hypophyse proprement dite. Nous ignorons si cette deuxième formation hypophysaire se retrouve chez l'adulte.

Chez le fœtus humain de 36 mm. et de 44 mm., le pédicule hypophysaire, que l'on peut encore suivre dans toute sa longueur, se termine en avant à la partie inférieure du bord postérieur de la cloison des fosses nasales, après avoir contourné la voûte du pharynx. Ce pédicule semble avoir été entraîné dans l'abaissement de la lame frontale; il s'unit à l'épithélium de la cloison, immédiatement au-dessus du voile du palais. Il serait donc possible de retrouver anormalement des vestiges de ce tractus le long du bord postérieur de la cloison des fosses nasales.

3° *Au point de vue des vestiges de la poche de Seessel.* — La poche de Seessel, tapissée par un revêtement épithélial épais, s'efface chez la plupart des Mammifères, sans laisser aucune trace. Normalement, chez le Lapin et chez le Mouton, comme l'ont montré Kupfler (1894) et surtout Saint-Remy (1897), on en retrouve des vestiges pendant une certaine période de la vie fœtale sous forme d'un *cône épithélial plongeant* dans la couche mésodermique sous-jacente, en regard d'un lacis vasculaire très développé (Lapin de 18 et 30 mm.; Mouton de 28 mm.). Chez le Lapin (embryon de 30 mm.), au-dessus de ce cône plongeant, l'épithélium du pharynx s'épaissit en un *cône saillant* dans la cavité du pharynx.

4° *Au point de vue de la poche pharyngienne.* — Il convient de distinguer, ainsi que l'a indiqué Killian (1888), la poche pharyngienne du récessus pharyngien. Le récessus est une dépression de la paroi postérieure du pharynx, souvent étirée transversalement (cheval), provoquée par les adhérences du ligament occipito-pharyngien. Quant à la poche pharyngienne, elle affecte la forme d'un tube dont l'extrémité profonde est en relation avec la chorde dorsale, qui aurait ainsi conservé ses connexions originelles avec l'endoderme pharyngien (Frieriep, 1882). Les deux formations peuvent être superposées, c'est-à-dire qu'au fond du

récessus peut s'ouvrir la poche; mais elles peuvent être également distinctes, ainsi que nous en avons observé un exemple très net sur un fœtus de cheval de 52 mm. Chez l'homme et aussi chez le Cheval, la bourse pharyngienne est inconstante.

Depuis la réunion de Lille, nous nous sommes efforcés de compléter le matériel qui avait servi à nos premières recherches. Nous avons pu ainsi contrôler et confirmer les indications relatées dans la précédente note, et, en même temps, observer un certain nombre de faits nouveaux qui ne paraissent pas avoir été signalés par les auteurs. L'un de nous a exposé une partie des résultats obtenus dans une thèse de doctorat en médecine. (J.-P. Tourneux, *Base cartilagineuse du crâne et organes annexes*, Toulouse, 5 avril 1911.)

2° Matériel d'étude et technique.

Le matériel que nous avons utilisé pour nos recherches provient de la collection embryologique du laboratoire d'histologie de la Faculté de médecine de Toulouse. Les débuts de cette collection remontant à plus d'une trentaine d'années, les liquides fixateurs qui ont servi à la conservation des embryons ou des fœtus, varient sensiblement d'un sujet à l'autre. L'alcool à 90°, le liquide de Kleinenberg, le liquide de Müller, et le formol à 10 p. 100, ont été tour à tour employés. Les dimensions des embryons ou fœtus examinés ne permettaient pas l'emploi de fixateurs plus énergiques, tels que le liquide de Zenker ou le liquide de Flemming.

Quant au liquide de Ch. Morel et Dalous¹, doué d'une grande pénétration, donnant une excellente fixation, et permettant la coloration en masse par le colorant de Morel et Bassal², nous regrettons

| | | |
|----|--|-------|
| 1. | Solution A : eau..... | 100 |
| | bichromate de potasse ou d'ammoniaque..... | 2 |
| | Solution B : eau..... | 80 |
| | formol du commerce..... | 10 |
| | acide acétique..... | 10 |
| | Mélanger A et B à parties égales au moment de l'emploi. | |
| 2. | Solution I : alcool à 95°..... | 100 |
| | hématoxyline..... | 1 |
| | Solution II : eau..... | 96 |
| | perchlorure de fer à 30°..... | 2 cc. |
| | acétate de cuivre à 1/25..... | 1 cc. |
| | acide chlorhydrique ou acide azotique..... | 1 cc. |
| | Mélanger I et II à parties égales au moment de l'emploi. | |

que son indication récente (1903) n'ait permis de l'utiliser que pour un nombre restreint d'embryons. Chaque fois que nous avons pu le faire, nous avons indiqué le fixateur employé.

Nos coupes ont été pratiquées, en général, au centième de millimètre, après inclusion à la paraffine. Elles ont été colorées à l'hématéine et au Van Gieson, et montées dans le baume du Canada. Après action du liquide de Müller, suivie de l'immersion dans une solution formolée à 10 p. 100, la substance cartilagineuse présente une belle teinte violette, tandis que la substance osseuse est colorée en rouge.

Les coupes les plus instructives sont les coupes longitudinales médianes (sagittales et axiales); elles permettent, beaucoup mieux que les coupes transversales, de se rendre un compte exact du trajet de la chorde dorsale dans le cartilage basilaire du crâne. Nos dessins ont été relevés à la chambre claire, et, comme les coupes ne sont pas toujours orientées rigoureusement suivant l'axe du corps, et que, d'autre part, la tête de l'embryon est souvent déviée par rapport au tronc, nous avons dû combiner plusieurs coupes pour obtenir une vue d'ensemble. Dans nos figures, le vertex regarde en haut, et l'orifice buccal est dirigé à la droite de l'observateur.

Pour faciliter la comparaison entre les différents stades, nous avons supposé tous les embryons placés dans la même station verticale, et la face dirigée en avant. Nous considérerons ainsi à la plaque basilaire : une face supérieure, postérieure, dorsale ou endocranienne; une face inférieure, antérieure, ventrale, pharyngienne ou exocranienne; une extrémité supérieure, antérieure ou sphénoïdale; et une extrémité inférieure, postérieure ou occipitale.

Pour les fœtus humains, nous avons exprimé les longueurs par une fraction dont le numérateur indique la distance du vertex au coccyx, et le dénominateur celle du vertex à la plante des pieds, après redressement de la tête et des membres inférieurs. Pour les autres Mammifères, la longueur marquée est toujours la longueur maxima, représentant la plus grande distance de l'extrémité céphalique à la racine de la queue.

Enfin, nous ferons remarquer que, chez l'Homme, l'expression d'embryon est remplacée par celle de fœtus, vers la fin du deuxième

mois de la gestation. Pour les autres Mammifères, nous avons conservé au produit de la conception, pour tous les stades examinés, le terme d'embryon.

3° *Divisions du travail.*

Nous diviserons notre travail en deux paragraphes distincts. Le premier sera consacré à l'étude de la base cartilagineuse du crâne, et le second à celle du segment basilaire de la chorde dorsale, dont nous rechercherons les rapports avec le cartilage sphéno-occipital. Nous passerons successivement en revue, dans ce second paragraphe, les différents types chordeaux de Mammifères que nous avons cru devoir envisager, et, pour chacun d'eux, nous décrirons le trajet suivi par le segment cranial de la chorde dorsale.

§ 1. — PLAQUE BASILAIRE

On sait que, chez les Vertébrés inférieurs, la base cartilagineuse du crâne se développe aux dépens de quatre cartilages disposés par paires, les inférieurs de chaque côté de l'extrémité supérieure de la chorde dorsale (*cartilages parachordaux*), et les supérieurs au-dessus de cette extrémité (*poutrelles craniennes* de Rathke). Les cartilages parachordaux ne tardent pas à augmenter de dimensions, et, s'étalant au pourtour de la chorde, finissent par se rejoindre en avant et en arrière de cet organe, de manière à l'englober complètement (*plaque basilaire*). De leur côté, les poutrelles craniennes se fusionnent entre elles, sur la ligne médiane, sauf au niveau du diverticule hypophysaire, et constituent la *plaque ethmoïdale*, qui se soude en arrière à la plaque basilaire. Ainsi se trouve constituée une lame cartilagineuse unique, envoyant des prolongements en forme de capsule au pourtour des organes des sens. La portion répondant à la plaque basilaire est en continuité de substance avec les deux capsules auditives, et celle qui répond à la plaque ethmoïdale avec les capsules oculaires et nasales.

Chez les Vertébrés supérieurs et chez les Mammifères, la base

cartilagineuse du crâne se développe en bloc, comme d'une seule coulée. La chorde dorsale permet toutefois de lui reconnaître deux segments distincts : un premier segment en rapport avec la chorde qu'il englobe ou qu'il côtoie suivant le Mammifère envisagé (*segment vertébral*, Gegenbaur; *segment chordal*, Kölliker), et un second segment sans rapport avec la chorde, au-dessus du sommet de laquelle il se trouve placé (*segment évertébral*, Gegenbaur; *segment préchordal*, Kölliker). Ces deux segments rappellent respectivement la plaque basilaire et la plaque ethmoïdale des Vertébrés inférieurs; ils correspondent aux *cartilages sphéno-occipital* et *sphéno-ethmoïdal* de Dursy et de Frioriep, dont la surface de jonction, sur la coupe médiane, est représentée assez exactement par le canal pharyngo-hypophysaire ou par la trace de ce canal sur des fœtus plus âgés. Nous rappellerons, à ce point de vue, qu'à l'origine l'extrémité céphalique de la chorde se trouve en contact immédiat avec l'ectoderme de la poche de Rathke, laquelle évolue en diverticule hypophysaire traversant le canal pharyngo-hypophysaire.

Nous n'avons pas été amenés, dans le cours de ces recherches, à étudier l'ossification du cartilage de la base du crâne, et, par suite, à rechercher, dans cette base devenue osseuse, les différents segments qui, d'après la théorie vertébrale du crâne, peuvent être assimilés à des corps vertébraux. Nous nous bornerons à faire remarquer que des renflements de la chorde dans son trajet basilaire, rappelant ceux qu'on observe au niveau des disques intervertébraux, ont été signalés par plusieurs observateurs, notamment par H. Müller, par Dursy, par Kölliker et par Mihalkovics. Chez les Mammifères, ces renflements sont généralement au nombre de deux. Nous les trouvons nettement accusés sur l'embryon de porc (fig. 5 et 6), où ils permettent de diviser la plaque basilaire en trois segments distincts.

Le segment inférieur, limitant en avant le trou occipital, répond au *basioccipital* (R. Owen); le segment moyen, compris entre les deux renflements de la chorde au *basiotique* (Albrecht), et, le segment supérieur, en rapport avec la partie terminale de la chorde, au *basisphénoïde* (R. Owen; corps du sphénoïde postérieur; basi-

postsphénoïde). L'ossification du sphénoïde postérieur se produisant à une époque où l'extrémité céphalique de la chorde s'est détachée du pédicule hypophysaire, et a subi, en quelque sorte, un mouvement de recul, le corps de cet os se trouvera formé de deux portions distinctes : une portion chordale (postérieure), et une portion préchordale (antérieure), débordant même en avant la trace du canal pharyngo-hypophysaire. On sait, en effet, que le canal cranio-pharyngien, qui résulte de la persistance exceptionnelle chez l'adulte du canal pharyngo-hypophysaire, est logé dans l'épaisseur du sphénoïde postérieur.

Le segment moyen, basiotique, se continue avec la capsule auditive, ébauche du temporal. Quant à la portion de la plaque ethmoïdale attenante, au niveau de la fosse pituitaire, au sphénoïde postérieur, elle formera le corps du *sphénoïde antérieur* (présphénoïde, R. Owen; basiprésphénoïde).

Dans cette manière de voir, la plaque basilaire comprendrait trois corps de vertèbres. Il convient cependant de faire remarquer que les renflements de la chorde cranienne sont, en général, sensiblement plus allongés que les renflements similaires de la chorde vertébrale, et que, par suite, chacun d'eux pourrait résulter de la fusion de plusieurs renflements, témoignant ainsi d'une sorte de coalescence ou de « concrescence de vertèbres », selon l'expression de Gegenbaur, qui admettait que la portion chordale de la base du crâne répondait à neuf segments vertébraux.

A la théorie vertébrale du crâne, tend à se substituer de plus en plus la théorie segmentaire. Il n'en est pas moins vrai que, si les vertèbres représentent des formations secondaires, à la constitution de chacune desquelles participent par moitié deux segments primordiaux, elles n'en affectent pas moins dans leur ensemble une disposition très nettement métamérique. Aussi estimons-nous que la théorie vertébrale du crâne ne saurait être complètement abandonnée, mais qu'elle doit être envisagée comme un corollaire intéressant de la théorie segmentaire.

§ 2. — SEGMENT BASILAIRE DE LA CHORDE DORSALE

Nous n'avons pas l'intention d'étudier dans ce paragraphe les premiers développements de la chorde dorsale, sa séparation d'avec l'endoderme où elle était primitivement enclavée sur la ligne médiane (dans la portion de la zone rachidienne située au-dessus de la tête de la ligne primitive), ses modifications structurales évolutives dans chaque groupe, ainsi que son mode de régression et finalement de résorption. Nous nous sommes surtout attachés, la chorde une fois développée et constituée à l'état de cordon cellulaire indépendant, à préciser ses rapports avec les organes voisins, en particulier avec la plaque cartilagineuse basilaire, le diverticule hypophysaire, et la poche pharyngienne. Toutefois, comme la tigelle chordale, primitivement nue, s'entoure à un moment donné d'une mince gaine fixant les colorants conjonctifs (Schaffer, 1911), et que, dans un troisième stade d'évolution, une substance fluide vient s'épancher entre la chorde et sa paroi, nous avons caractérisé ces formes successives par les expressions de *chorde nue*, de *chorde engainée* et de *chorde flottante*, et nous les avons indiquées, avec quelques mensurations, chaque fois que l'état de nos préparations nous a permis de le faire. La transformation de la chorde engainée en chorde flottante, coïncide avec la vacuolisation des cellules chordales. Aux formes précédentes, il convient d'ajouter la *chorde bourgeonnante* bien décrite par Froriep (1882).

La disposition anatomique qui rappelle le mieux la forme primitive, telle qu'on l'observe chez les Vertébrés inférieurs (p. 61), est celle où le segment basilaire de la chorde est contenu tout entier à l'intérieur du cartilage basilaire (*type basilaire* ou *intrabasilaire*). Or, chez certains mammifères, la chorde est placée en arrière du cartilage (*type rétrobasilaire*), tandis que chez d'autres elle présente une partie incluse dans ce cartilage, et une autre qui en longe la face postérieure ou la face antérieure, suivant l'espèce envisagée. Dans nos recherches portant sur un assez grand nombre de

groupes, nous n'avons pas rencontré un seul cas dans lequel la corde fut située dans toute sa longueur en avant du cartilage (*type antébasilaire*).

En admettant hypothétiquement l'existence d'un semblable type, les deux dernières dispositions que nous avons mentionnées représentent des formes intermédiaires entre le type basilaire (originel) et les types antébasilaire (hypothétique) et rétrobasilaire, d'apparition secondaire. Nous sommes ainsi amenés à distinguer quatre types distincts répondant à des dispositions différentes de la corde basilaire :

- 1° Type basilaire ou intrabasilaire (Veau, Porc);
- 2° Type rétrobasilaire (Rat, Souris);
- 3° Type intermédiaire entre les types basilaire et rétrobasilaire (Taupe, Chèvre, Mouton, Cobaye, Cheval);
- 4° Type intermédiaire entre les types basilaire et antébasilaire (Lapin, Chien, Chat, Homme).

Le trajet parcouru par la corde basilaire a été indiqué chez le Porc par Dursy (1869) et par Kölliker, chez le Veau par H. Müller (1858) et par Dursy (1869), chez le Rat par Fürbringer, chez le Lapin par Mihalkovics (1875), et, enfin, chez l'Homme par H. Müller (1858), par Dursy (1869) et par Froriep (1882).

Dans le type intermédiaire aux types intrabasilaire et antébasilaire, auquel appartient l'Homme, la corde, à sa sortie de l'apophyse odontoïde de l'axis, longe d'abord sur un très court trajet la face postérieure du cartilage basilaire, puis elle perfore obliquement ce cartilage d'arrière en avant et de bas en haut. Elle rampe ensuite sur une certaine étendue contre sa face pharyngienne et pénètre enfin à nouveau dans son intérieur, pour aller se terminer au voisinage de la fosse pituitaire. Le cartilage basilaire se trouve ainsi creusé de deux canaux, dont le plus inférieur traverse de part en part le cartilage, tandis que le supérieur, ouvert du côté du pharynx, se termine dans la profondeur par une extrémité borgne. Nous proposons de désigner ces deux canaux sous les noms de *canal chordal inférieur* ou *postérieur* et de *canal chordal supérieur* ou *antérieur*. D'autre part, en négligeant la courte portion initiale de la corde située contre la face postérieure du cartilage basilaire,

on peut considérer à ce cordon cellulaire trois segments distincts : 1° un segment postérieur ou inférieur répondant au canal chordal postérieur; 2° un segment moyen longeant la face pharyngienne du cartilage (segment rétropharyngien ou antébasilaire), et, enfin, 3° un segment antérieur ou supérieur logé dans le canal chordal antérieur. Les renflements que présente la chorde dans les deux canaux chordaux, porteront le nom du canal chordal correspondant.

Nous allons passer successivement en revue les différents types chordaux que nous avons envisagés, et, pour chacun d'eux, décrire le trajet de la chorde sur les embryons de Mammifères que nous avons pu examiner.

I. — TYPE INTRABASILAIRES.

A ce type, appartiennent le Veau et le Porc.

1° Veau.

Embryons examinés : 10 mm. (Kleinenberg, carmalun); 15 mm. (Kleinenberg, carmalun); 17 mm. (Kleinenberg, carmalun); 23 mm. (Müller, hémateïne, Van Gieson); 30 mm. (Müller, hémateïne, Van Gieson); 42 mm. (Müller, hémateïne, Van Gieson); 62 mm. (alcool, hémateïne, Van Gieson).

La chorde, pendant tout son trajet crânien, reste incluse à l'intérieur du cartilage basilaire, où elle décrit une large courbe à convexité antérieure, avec un léger crochet terminal; elle présente deux renflements.

Sur un embryon de 40 mm. (fig. 1), la base du crâne n'est pas encore chondrifiée; mais la colonne vertébrale se laisse reconnaître à un tassement plus serré des éléments mésodermiques chondrogènes (chondroblastes). La chorde, encore nue et mesurant dans son segment vertébral un diamètre de 35 μ qui descend à 25 μ dans son segment crânien, chemine de bas en haut dans la paroi postérieure du pharynx, et se dirige par son extrémité supérieure vers une dépression qu'une saillie, triangulaire sur la coupe, sépare d'une seconde dépression beaucoup plus profonde et facilement reconnaissable pour la poche de Rathke (diverticule hypophysaire). La saillie nous paraît répondre au voile du palais primitif, et

la première dépression à la poche de Seessel. Au niveau du fond de cette dépression, la corde a conservé ses relations originelles avec l'endoderme, et c'est sans doute là l'explication de la disposition exceptionnelle] que nous observons chez cet embryon. Ajoutons

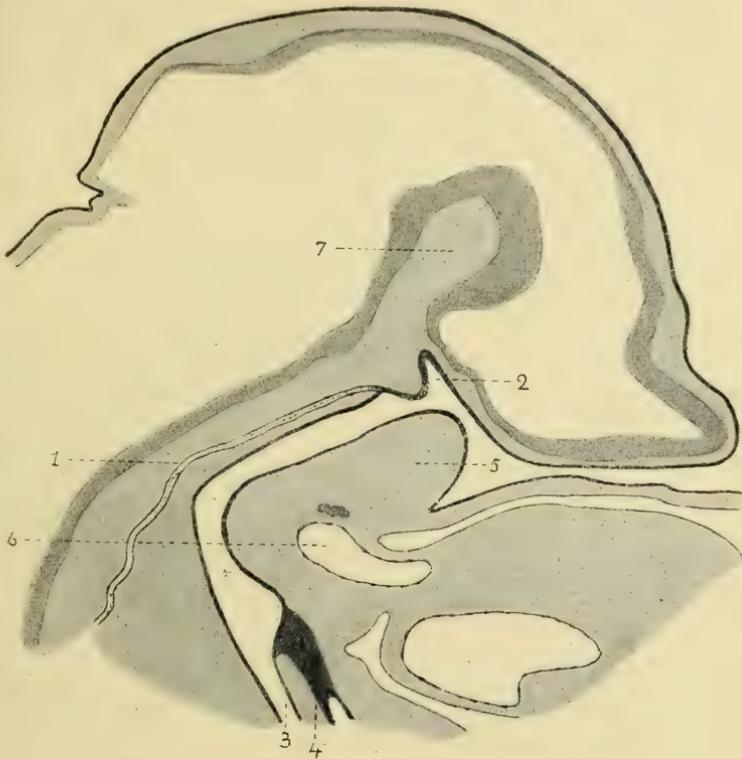


Fig. 1. — Coupe médiane de l'extrémité céphalique sur un embryon de Veau de 10 mm. montrant, en plus de la région pharyngienne, les vésicules cérébrales et la partie supérieure de l'ébauche cardiaque (gr. 25/1). — 1, corde dorsale dont l'extrémité supérieure aboutit exceptionnellement au fond de la poche de Seessel, et dont la portion vertébrale présente des flexures segmentaires; 2, diverticule hypophysaire (poche de Rathke); 3, œsophage; 4, lame épithéliale du larynx; 5, langue; 6, bulbe aortique au-dessus duquel se trouve la thyroïde médiane; 7, pilier moyen du crâne, s'enfonçant dans le mésencéphale.

que l'entrée du larynx est obstruée par la lame épithéliale. Sur les embryons de 15 et de 17 mm. encore au début de la chondrification, la corde a abandonné toute connexion avec l'endoderme; elle mesure un diamètre de 35 μ , qui s'élève à 40 μ sur l'embryon de 23 mm.

Des embryons plus âgés (30 mm., fig. 2; 42 mm., 62 mm.,

fig. 3) montrent qu'au moment de la constitution du cartilage basilaire, la corde se trouve complètement englobée dans le cartilage qu'elle parcourt, en décrivant une large courbe à convexité antérieure; cette courbe se termine, au niveau de la paroi de la fosse pituitaire, par une courbe beaucoup plus réduite à convexité postérieure (*crochet terminal*). Sur ces embryons, la corde a augmenté de dimensions, et un espace s'est produit entre le cordon cellulaire et la gaine. Celle-ci n'est, d'ailleurs, nettement distincte qu'en dehors

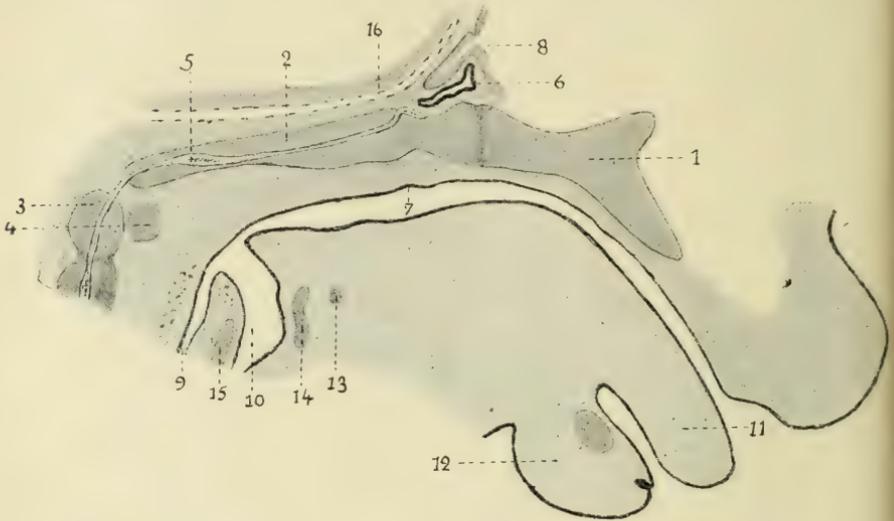


Fig. 2. — Coupe médiane de la région pharyngienne sur un embryon de Veau de 30 mm. dépourvu anormalement de voûte palatine (gr. 10/1). — 1, plaque ethmoïdale; 2, plaque basilaire; 3, apophyse odontoïde de l'axis; 4, arc antérieur de l'atlas; 5, corde dorsale; 6, poche hypophysaire; 7, poche de Seessel; 8, processus infundibuli; 9, œsophage; 10, larynx; 11, pointe de la langue; 12, bourgeon maxillaire inférieur contenant le cartilage de Meckel; 13, hyoïde; 14, cartilage thyroïde; 15, chaton du cricoïde; 16, tronc basilaire.

des cartilages, entre l'apophyse odontoïde de l'axis et la plaque basilaire par exemple, ou au niveau du crochet terminal dont l'extrémité empiète sur la selle turque. A l'intérieur des cartilages, la gaine fait intimement corps avec la substance cartilagineuse. Sur l'embryon de 30 mm., la corde mesure un diamètre total de 40 μ , dont 30 μ pour le cordon cellulaire central, en dehors des renflements; les cellules chordales commencent à se vacuoliser. La poche hypophysaire a perdu toutes ses connexions avec la paroi du pharynx, et la trace du canal pharyngo-hypophysaire dans le cartilage basilaire, encore apparente sur l'embryon de 30 mm.,

grâce à l'orientation parallèle des cellules cartilagineuses, a disparu totalement sur les embryons plus âgés.

Cet embryon de 30 mm. est particulièrement intéressant par l'absence de voile du palais (comp. les fig. 2 et 3). Malheureusement les coupes médiane et paramédianes, au nombre de 18, en rapport avec la chorde, ont seules été recueillies, et il nous a été impossible de déterminer comment les fosses nasales, que l'on

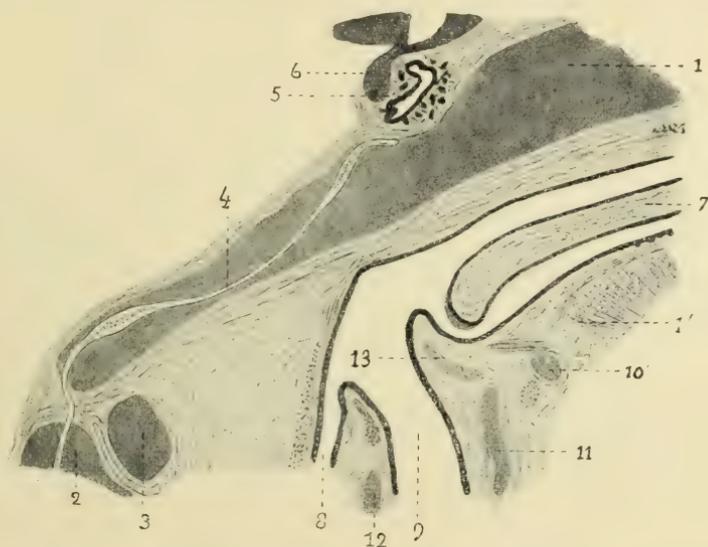


Fig. 3. — Coupe médiane de la région pharyngienne sur un embryon de Veau de 62 mm. (gr. 10/1). — 1, cartilage de la base du crâne; 2, apophyse odontoïde de l'axis; 3, arc antérieur de l'atlas; 4, chorde dorsale avec ses deux renflements basilaires; 5, lobe glandulaire de l'hypophyse; 6, lobe nerveux de l'hypophyse; 7, voile du palais; 8, œsophage; 9, larynx; 10, hyoïde; 11, cartilage thyroïde; 12, chaton du cricoïde; 13, épiglote; 14, racine de la langue.

retrouve sur quelques coupes paramédianes, venaient s'ouvrir dans l'excavation buccale ou à l'extérieur.

2° Porc.

Embryons examinés : 13 mm. (Müller, hématoïne, Van Gieson); 28 mm. (formol, hématoïne, Van Gieson); 50 mm. (Müller, hématoïne, Van Gieson).

Les rapports qu'affecte la chorde au niveau de la plaque basale sont sensiblement les mêmes sur les embryons de 28 et de 50 mm. ; la chorde est intrabasilaire dans toute sa longueur.

Au stade de 13 mm. (fig. 4), répondant tout au début de la chondrification, le diverticule hypophysaire (poche de Rathke) s'ouvre encore largement dans la cavité du pharynx, et la poche de Seessel est reconnaissable à une dépression séparée du diverticule par le voile du palais primitif. La corde dorsale, dont le segment rachidien décrit les courbures signalées par Dursy (1869), et considérées par S. Minot (1907) comme des flexures segmentaires, va

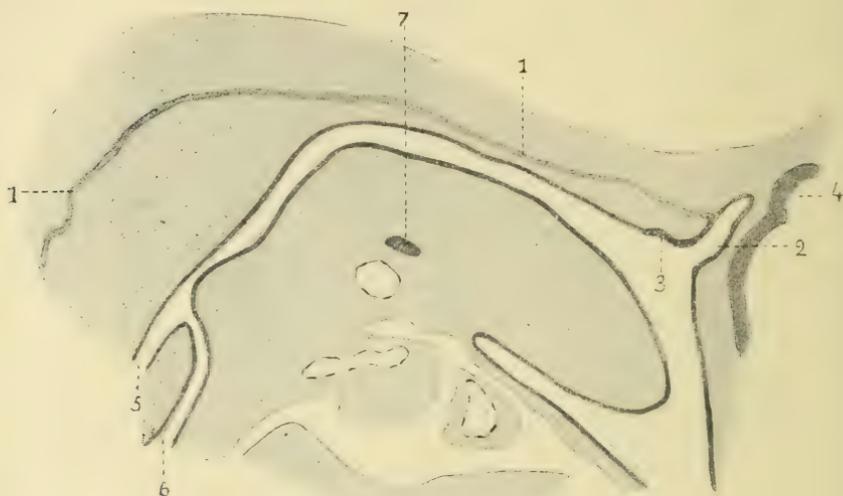


Fig. 4. — Coupe médiane de la région pharyngienne sur un embryon de Porc de 13 mm. (gr. 25/1). La coupe a intéressé la langue et la partie supérieure de l'ébauche cardiaque. — 1, corde dorsale montrant dans sa portion vertébrale des flexures segmentaires; 2, diverticule hypophysaire (poche de Rathke); 3, poche de Seessel; 4, processus infundibuli; 5, œsophage; 6, tube laryngo-trachéal; 7, glande thyroïde.

s'unir, par son extrémité supérieure, à l'ectoderme revêtant la paroi postérieure de la poche de Rathke. D'un diamètre de $65\ \mu$ dans le segment rachidien, qui s'abaisse à $35\ \mu$ dans le segment crânien, elle est entourée d'une mince gaine homogène ($2\ \mu$) colorée en rouge par le Van Gieson. Aucun vide n'est encore appréciable entre le cordon cellulaire et la gaine, sauf toutefois au niveau de l'extrémité supérieure de la corde; les cellules chordales commencent à se vacuoliser.

Les deux renflements basilaires sont nettement accusés chez les embryons de 28 mm. (fig. 5) et de 50 mm. (fig. 6), où la corde a

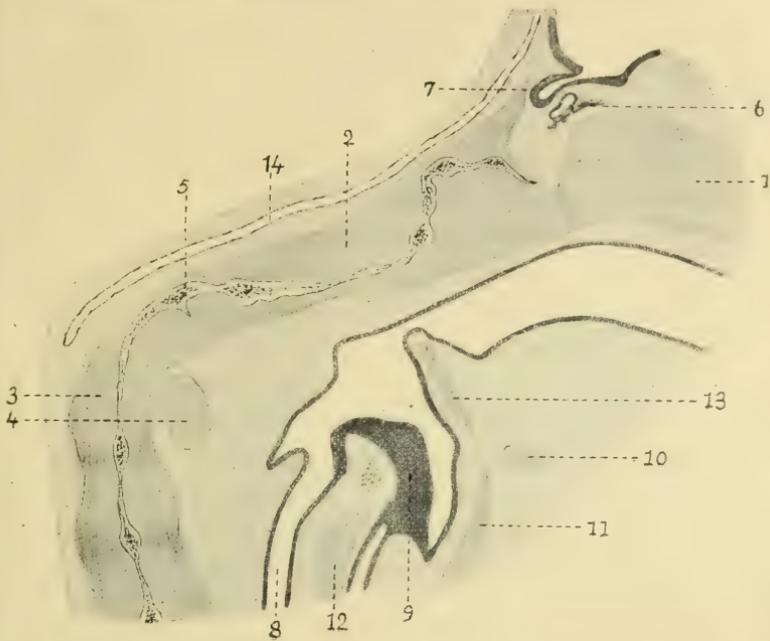


Fig. 5. — Coupe médiane de la région pharyngienne sur un embryon de Porc de 28 mm. (gr. 15/1); 1, plaque ethmoïdale; 2, plaque basilaire; 3, apophyse odontoïde de l'axis; 4, arc antérieur de l'atlas; 5, corde dorsale; 6, lobe glandulaire de l'hypophyse; 7, processus infundibuli; 8, œsophage; 9, lame épithéliale du larynx; 10, cartilage hyoïde; 11, cartilage thyroïde; 12, chaton du cricoïde; 13, épiglote; 14, tronc basilaire.



Fig. 6. — Coupe médiane de la région pharyngienne sur un embryon de Porc de 50 mm. (gr. 10/1). — 1, cartilage de la base du crâne; 2, arc antérieur de l'atlas; 3, corde dorsale avec ses deux renflements basilaires; 4, lobe glandulaire de l'hypophyse; 5, lobe nerveux de l'hypophyse; 6, œsophage; 7, larynx; 8, voile du palais; 9, épiglote; 10, tronc basilaire.

atteint son complet développement, avec un espace interposé entre le cordon cellulaire et la gaine intimement soudée à la substance cartilagineuse. En regard du renflement supérieur, chez l'embryon de 50 mm., les cellules cartilagineuses, par leur orientation parallèle, marquent la limite entre le basisphénoïde et le basiotique. Nous ferons remarquer que les renflements de la corde basilaire sont notablement plus allongés que ceux qu'on rencontre dans la région cervicale, ce qui tendrait à justifier l'opinion des auteurs qui admettent que la plaque basilaire résulte de la coalescence de plusieurs corps vertébraux cartilagineux.

La paroi postérieure du pharynx, sur les embryons de 28 et de 50 mm., est creusée d'une dépression transversale située plus bas que le récessus médian que nous signalons plus loin chez l'embryon de Cheval (p. 82). Cette dépression se trouve placée immédiatement en arrière de l'orifice œsophagien, au niveau du renflement chordal interposé aux deux premières vertèbres cervicales.

II. — TYPE RÉTROBASILAIRE.

A ce type, appartiennent le Rat et la Souris.

1° Rat.

Embryons examinés : 10 mm. (Kleinenberg, carmalun) ; 16 mm. (Kleinenberg, carmalun) ; 28 mm. (Müller, hémateïne, Van Gieson).

Chez le Rat, le segment cranien de la corde suit un trajet rétrobasilaire, depuis le sommet de l'apophyse odontoïde de l'axis jusqu'à la formation hypophysaire ; ce segment est en contact immédiat avec le cartilage basilaire.

Sur un embryon de 10 mm., au début de la chondrification, la corde, engainée, mesure un diamètre de 30 μ . Sur un embryon de 16 mm. (fig. 7), la corde est devenue flottante, avec un diamètre total de 40 μ , dont 25 pour le cordon cellulaire. La gaine n'est nettement visible que du côté opposé au cartilage basilaire, où elle apparaît, sur les coupes colorées à l'hémateïne et au Van Gieson, comme un mince liséré rougeâtre (1 à 2 μ) ; en avant, elle se con-

fond avec la substance cartilagineuse. La chorde cranienne ne montre sur son parcours aucun renflement comparable à ceux des disques intervertébraux. Le canal pharyngo-hypophysaire, large, est parcouru par un pédicule qui s'arrête à quelque distance d'une élevation conique de la paroi du pharynx analogue à celle que nous décrivons plus loin chez l'embryon de Lapin, sous le nom de cône

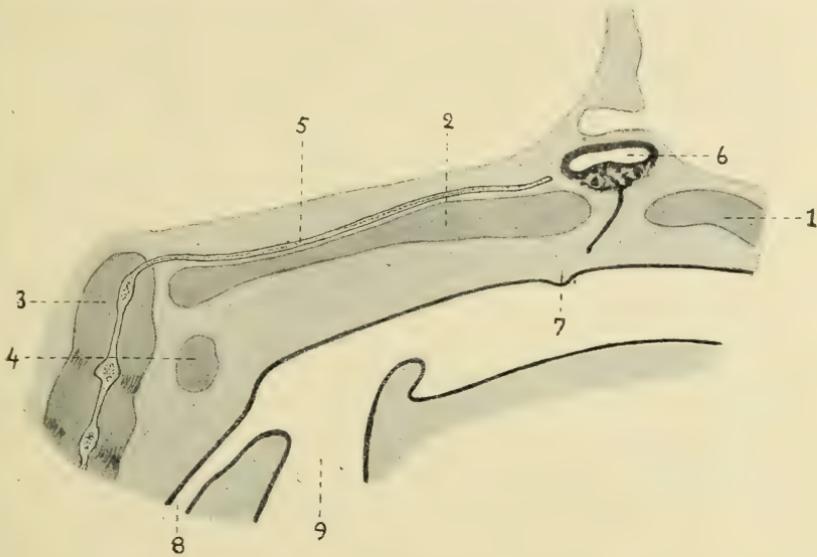


Fig. 7. — Coupe médiane de la région pharyngienne sur un embryon de Rat de 16 mm. (gr. 30/1). — 1, plaque ethmoïdale; 2, plaque basilaire; 3, apophyse odontoïde de l'axis; 4, arc antérieur de l'atlas; 5, chorde dorsale; 6, poche hypophysaire avec un vestige du pédicule hypophysaire; 7, cône saillant; 8, œsophage; 9, larynx.

saillant (p. 88). Les deux lames palatines ne se sont pas encore rejointes le long de la ligne médiane.

Au stade de 28 mm., la plaque basilaire est en voie d'ossification; le segment crânien de la chorde a disparu. Le canal pharyngo-hypophysaire a persisté.

Deux embryons de 28 mm. présentent en regard du fond de la selle turcique, un peu en arrière du canal pharyngo-hypophysaire, une poche pharyngienne mesurant 150 μ de profondeur, et se dirigeant en haut et en avant vers le canal pharyngo-hypophysaire. Cette poche pharyngienne, par sa direction, ses rapports et ses connexions, ne saurait être assimilée à la bourse de Luschka. Elle nous paraît développée aux dépens du segment initial du pédicule

hypophysaire, et répond vraisemblablement, chez l'embryon de 16 mm., à la dépression située en avant du cône saillant, et qui n'est autre que la partie superficielle de la poche de Rathke.

2° *Souris.*

Embryon examiné : 9 mm. (Zenker, hémateïne, Van Gieson).

Chez la *Souris*, le segment cranien de la chorde suit un trajet semblable à celui qu'il parcourt chez le *Rat* : il est rétrobasilaire dans toute sa longueur.

Sur l'embryon de 9 mm. (fig. 8), en voie de chondrification, la chorde, engainée, est large de 20 μ dont 1 à 2 μ pour l'épaisseur de la gaine. L'épithélium de la paroi supérieure du pharynx présente deux épaissements en forme de *cône plongeant* (p. 88), dont le supérieur nous paraît répondre à l'origine de la poche de Rathke, et l'inférieur à la poche de Seessel; ce dernier épaissement est situé à peu près en regard de l'invagination ici pleine de la thyroïde médiane. L'ossification débute au stade de 14 mm., et la chorde ne peut plus être suivie en arrière du cartilage basilaire. Le canal pharyngo-hypophysaire ne persiste pas comme chez le *rat*.

III. — TYPE INTERMÉDIAIRE ENTRE LES TYPES INTRABASILAIRE ET RÉTROBASILAIRE.

A ce type, appartiennent la *Taupe*, la *Chèvre*, le *Mouton*, le *Cobaye* et le *Cheval*.

1° *Taupe.*

Embryons examinés : 13,5 mm. (Zenker, hémateïne, Van Gieson); 18 mm. (formol, hémateïne, Van Gieson); 24 mm. (Müller, formol, hémateïne, Van Gieson); 28 mm. (Müller, hémateïne, Van Gieson); 38 mm. (Müller, hémateïne, Van Gieson).

Chez la *Taupe*, la chorde est rétrobasilaire par ses deux segments extrêmes; son segment moyen seul pénètre dans le cartilage basilaire, en décrivant une courbe à convexité antérieure. Chez la plupart des embryons (13,5 mm. représenté dans la figure 9; 24 mm.,

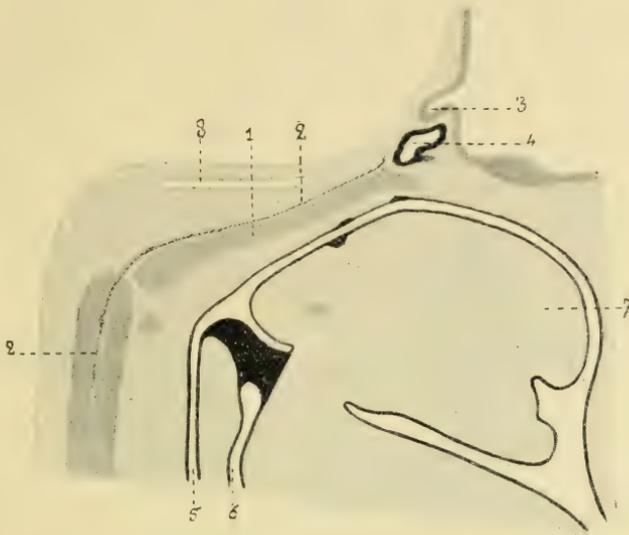


Fig. 8. — Coupe médiane de la région pharyngienne sur un embryon de Souris de 9 mm. (30/1). La voûte du pharynx présente deux épaissements épithéliaux dont l'anérieur nous paraît répondre à la poche de Rathke, et le postérieur à la poche de Seessel. — 1, plaque basilaire; 2, chorde dorsale dont le segment cranien rampe contre la face postérieure de la plaque basilaire; 3, processus infundibulaire; 4, poche hypophysaire; 5, œsophage; 6, tube laryngo-trachéal, dont l'orifice est obturé par la lame épithéliale; 7, langue montrant en arrière le rudiment plein de la thyroïde médiane; 8, tronc basilaire.



Fig. 9. — Coupe médiane de la région du pharynx sur un embryon de Taupe de 13 mm. 5 (gr. 30/1). — 1, base cartilagineuse du crâne; 2, apophyse odontoïde de l'axis; 3, arc antérieur de l'atlas; 4, chorde dorsale; 5, poche hypophysaire; 6, œsophage; 7, tube laryngo-trachéal dont l'orifice est obturé par la lame épithéliale; 8, voile du palais; 9, tronc basilaire.

28 mm.), le sommet de la courbe atteint la face pharyngienne du cartilage, tandis que, chez un embryon de 18 mm. (fig. 10), il reste enfoui au sein de la substance cartilagineuse.

Sur l'embryon de 18 mm., la portion intrabasilaire de la chorde supporte un renflement fusiforme. La gaine de la chorde est visible dans les segments extrêmes qui rampent contre la face postérieure de la plaque basilaire; elle est surtout apparente du côté opposé au

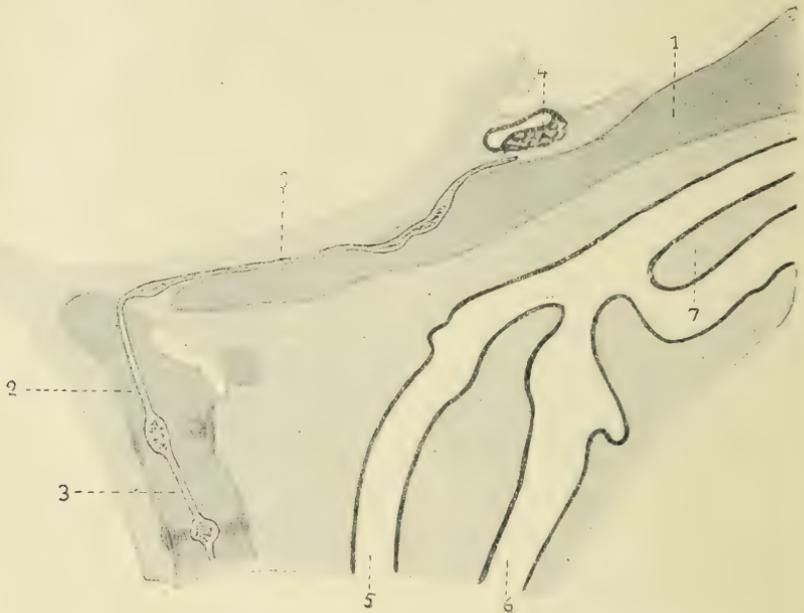


Fig. 10. — Coupe médiane pharyngienne sur un embryon de Taupe de 18 mm. (gr. 30/1). — 1, cartilage de la base du crâne; 2, apophyse odontoïde de l'axis en avant de laquelle on aperçoit l'arc antérieur de l'atlas; 3, chorde dorsale; 4, lobe pharyngien de l'hypophyse; 5, œsophage; 6, tube laryngo-trachéal; 7, voile du palais.

cartilage. Le pédicule hypophysaire s'est résorbé, et le canal pharyngo-hypophysaire s'est comblé. Enfin, la paroi postérieure du pharynx est creusée, de même que chez l'embryon de 13,5 mm., d'un récessus élargi transversalement, dont la profondeur mesure environ 80 μ .

Au stade de 28 mm., les cellules ont disparu à l'intérieur du canal chordal dont le trajet n'est plus indiqué que par une trainée plus fortement colorée que la substance cartilagineuse voisine. Sur le fœtus de 38 mm., cette trainée, elle-même, a complètement disparu.

2° Chèvre.

Embryons examinés : 11 mm. (Kleinenberg, carmalum); 55 mm. (Müller, hématoéine, Van Gieson).

Un embryon de 55 mm. (fig. 11), nous permet de suivre, sur tout son parcours basilaire, le trajet de la chorde.

Après avoir formé le renflement interoccipito-odontoïdien, la

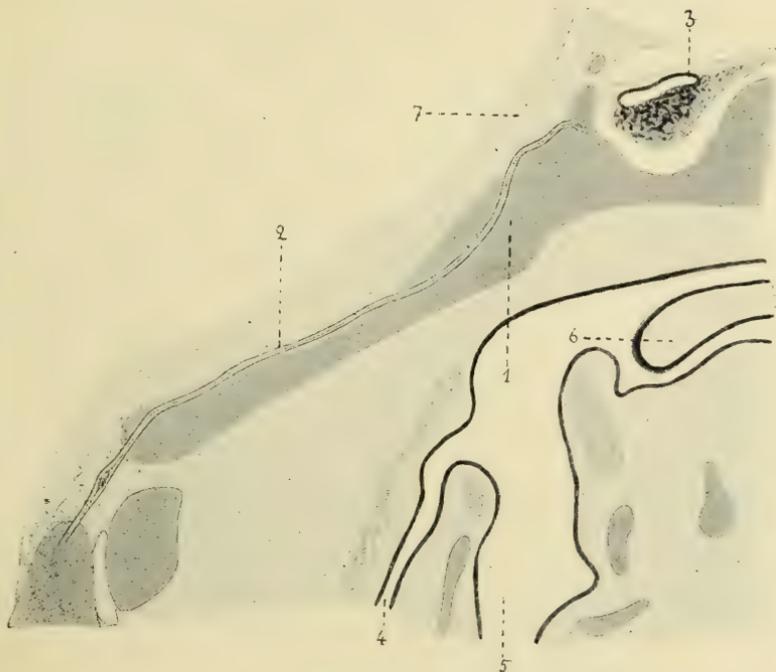


Fig. 11. — Coupe médiane de la région pharyngienne sur un embryon de Chèvre de 55 mill. (gr. 12/1). — 1, cartilage de la base du crâne; 2, chorde dorsale; 3, lobe glandulaire de l'hypophyse; 4, œsophage; 5, larynx; 6, voile du palais; 7, tronc basilaire.

chorde traverse obliquement de bas en haut le rebord occipital de la plaque basilaire, et longe, sur le tiers environ de sa longueur, la face postérieure du cartilage. Elle pénètre ensuite à nouveau dans l'épaisseur de la plaque basilaire où elle décrit une large courbe à sommet antérieur, ressort en arrière, et se termine par un crochet dont l'extrémité s'enfonce dans la substance cartilagineuse.

Au stade de 11 mm., la chondrification a commencé au niveau des vertèbres, mais la base du crâne est encore respectée. La chorde

large de 24 μ , se termine à une distance de 200 μ de la poche hypophysaire, qu'un pédicule court et étroit rattache à l'épithélium du pharynx.

Sur l'embryon de 55 mm. mentionné plus haut, la corde (35 à 40 μ) est flottante à l'intérieur du cartilage, dont le segment moyen est en voie de calcification. La gaine est surtout apparente dans les segments extracartilagineux.

3° Mouton.

Embryons examinés : 12 mm. (Kleinenberg, carmalun); 15 mm. (Kleinenberg, carmalun); 28 mm. (hématéine, Van Gieson); 50 mm. (Müller, hématéine, Van Gieson); 62 mm. (Müller, hématéine, Van Gieson).

D'une façon générale, le trajet de la corde basilaire peut être indiqué de la façon suivante. La corde, après avoir longé sur une certaine étendue la face postérieure du cartilage basilaire, s'enfonce dans l'épaisseur de ce cartilage, où elle décrit une courbe à convexité antérieure, puis sort en arrière du cartilage, et se termine au voisinage de l'hypophyse par une extrémité bourgeonnante.

Sur l'embryon de 12 mm. (fig. 12), la poche hypophysaire nettement circonscrite est encore rattachée par un pédicule plein à la paroi du pharynx. La chondrification n'a pas commencé, et la corde d'une épaisseur de 30 μ , encore dépourvue de gaine, finit à une faible distance de la paroi de l'hypophyse; son segment vertébral décrit les courbures segmentaires. Le processus infundibulaire est bien accusé.

Un embryon de 15 mm. (fig. 13) nous présente une disposition générale sensiblement analogue à celle de l'embryon de 12 mm., avec cette différence que la chondrification a débuté au niveau du corps des vertèbres, et que le pédicule hypophysaire s'est résorbé dans son segment attenant à la poche.

Au stade de 28 mm. (fig. 14), l'ébauche cartilagineuse du crâne est complète, et la corde parcourt le trajet que nous avons indiqué plus haut. La paroi de l'hypophyse a développé des bourgeons, et le pédicule hypophysaire a complètement disparu. On remarque, dans la plaque basale, une incisure paraissant répondre à l'union du segment basiotique avec le segment basisphénoïdal. En regard

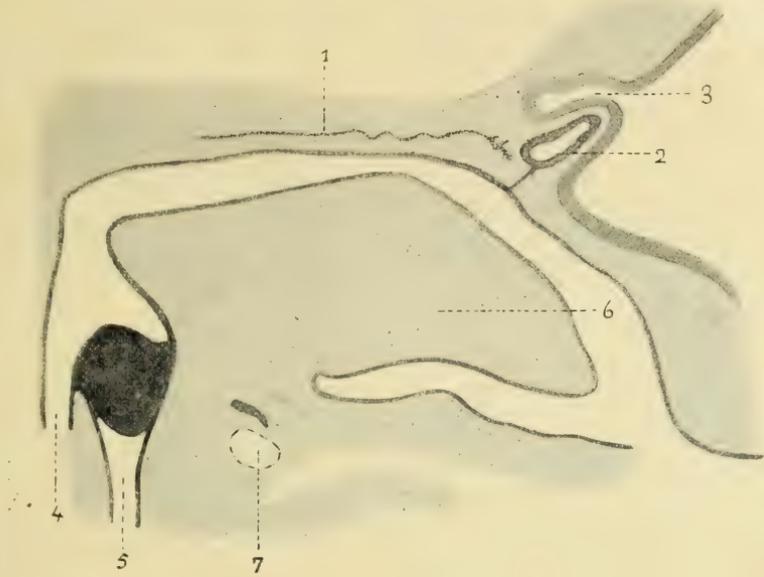


Fig. 12. — Coupe médiane de la région pharyngienne sur un embryon de Mouton de 12 mm. (gr. 30/1). — 1, chorde dorsale; 2, poche hypophysaire avec son pédicule; 3, processus infundibuli; 4, œsophage; 5, tube laryngo-trachéal; 6, langue; 7, bulbe aortique au-dessus duquel se trouve la thyroïde médiane.

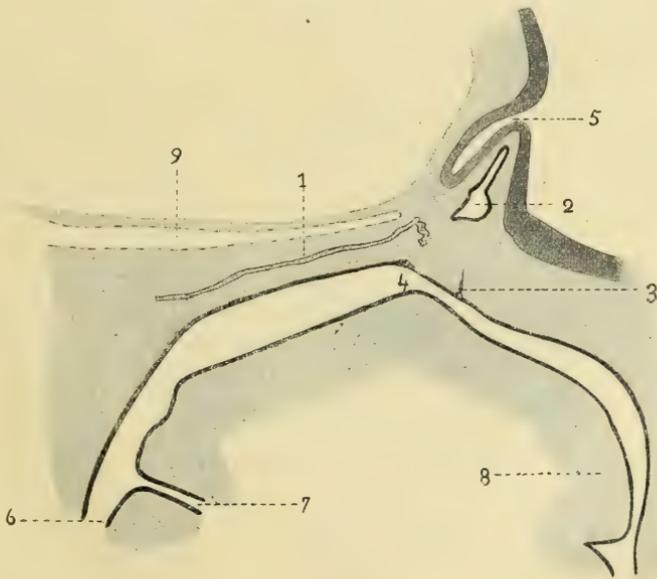


Fig. 13. — Coupe médiane de la région pharyngienne sur un embryon de Mouton de 15 mm. (gr. 30/1). — 1, chorde dorsale; 2, poche hypophysaire; 4, poche de Seessel; 5, processus infundibuli; 6, œsophage; 7, tube laryngo-trachéal; 8, langue; 9, tronc basilaire.

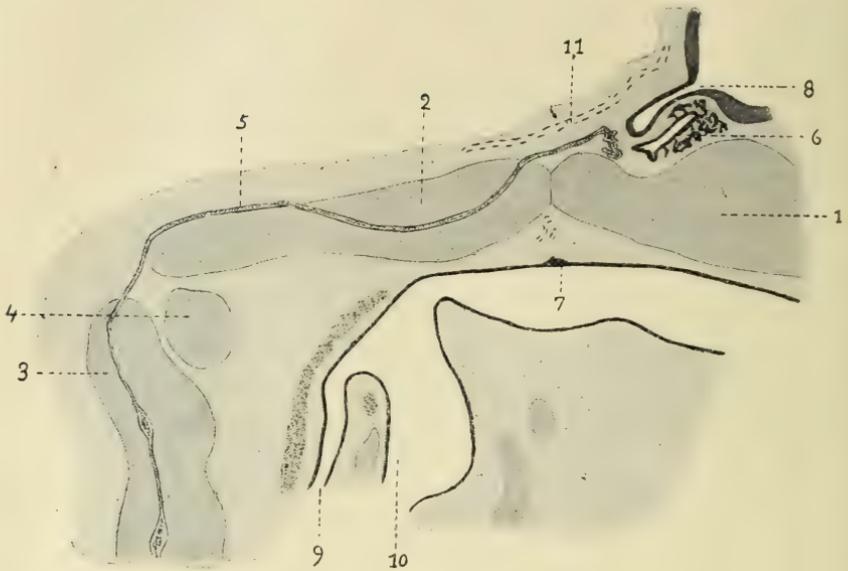


Fig. 14. — Coupe médiane de la région pharyngienne sur un embryon de Mouton de 28 mm. (gr. 20/1). — 1, plaque ethmoïdale; 2, plaque basilaire; 3, apophyse odontoïde de l'axis; 4, arc antérieur de l'atlas; 5, corde dorsale; 6, lobe glandulaire de l'hypophyse; 7, cône plongeant (poche de Seessel); 8, processus infundibuli; 9, œsophage; 10, larynx; 11, tronc basilaire.

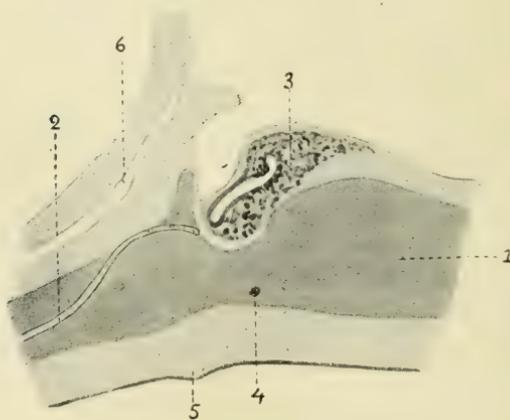


Fig. 15. — Coupe médiane de la région hypophysaire sur un embryon de Mouton de 50 mm. (gr. 15/1). — 1, cartilage de la base du crâne; 2, corde dorsale; 3, lobe glandulaire de l'hypophyse; 4, vestige du pédicule hypophysaire formant un petit nodule sphérique inclus dans le cartilage; 5, cône saillant sur la muqueuse du pharynx; 6, tronc basilaire.

de cette incisure, l'épithélium du pharynx forme un cône plongeant, analogue à celui que nous décrivons chez l'embryon de Lapin (p. 88), au niveau de la poche de Seessel.

Sur un embryon de 50 mm. (fig. 15), dont le canal pharyngo-hypophysaire a complètement disparu, nous rencontrons à l'intérieur du cartilage qui forme le plancher de la selle turcique, au voisinage de la face pharyngienne, un petit nodule, épais de 70 μ , se rapprochant par tous ses caractères des formations épithéliales de l'hypophyse. La pituitaire envoie, en avant, contre la base du cerveau intermédiaire, un prolongement à sommet effilé (*cône pituitaire*).

La chorde, dans ses portions rétrobasilaires, est pourvue d'une gaine colorée en rouge vineux, qui, au niveau des orifices du canal chordal, se continue avec une bordure de même teinte, faisant corps avec la substance cartilagineuse.

Sur un embryon de 60 mm., le segment moyen de la plaque basilaire est en voie d'ossification. Le segment terminal de la chorde, à part un court tronçon appartenant au cartilage, s'est résorbé. Le cône pituitaire est très accusé.

4° *Cobaye.*

Embryon examiné : 49 mm. (formol, hématoxyline, Van Gieson).

Après avoir côtoyé, sur le tiers environ de sa longueur, la face postérieure de la plaque basilaire, la chorde s'enfonce dans l'épaisseur de cette plaque, et se prolonge jusqu'à son extrémité, où elle se termine au voisinage immédiat de l'hypophyse.

Nous n'avons eu à notre disposition qu'un seul embryon de 49 mm., dont nous reproduisons la coupe médiane (fig. 16). La chorde, flottante, ne montre, au-dessus du disque interposé entre les deux premières vertèbres cervicales, aucun renflement appréciable, sauf peut-être entre l'apophyse odontoïde de l'axis et la plaque basilaire. Le pédicule hypophysaire ne s'est pas complètement résorbé; un segment persiste encore à l'intérieur du canal pharyngo-hypophysaire. L'ouverture du larynx est obturée par la lame épithéliale.

5° Cheval.

Embryons examinés : 32 mm. (formol, hémateïne, Van Gieson); 52 mm. (Müller, hémateïne, Van Gieson); 55 mm. (formol, hémateïne, Van Gieson); 70 mm. (Müller, hémateïne, Van Gieson); 90 mm. (Kleinenberg, hémateïne, Van Gieson); 110 mm. (Müller, hémateïne, Van Gieson).

La corde basilaire longue d'abord, sur le tiers environ de sa longueur, la face postérieure de la plaque basilaire, puis elle s'infléchit en avant, s'enfonce dans le cartilage où elle décrit une courbe à convexité antérieure, et se termine au voisinage de la face postérieure par une extrémité légèrement recourbée en avant. La corde large de 60 μ et pourvue d'une gaine, peut être facilement suivie, dans son trajet, sur la figure 17, représentant une coupe médiane de la région pharyngienne sur un embryon de Cheval de 32 mm. Cette figure montre, en plus, que le canal pharyngo-hypophysaire, creusé dans le cartilage de la base du crâne, a persisté à l'état mésodermique, mais qu'il ne renferme aucun vestige du pédicule hypophysaire. La voûte du pharynx, à peu près en regard de ce canal, se soulève en un *cône saillant* (p. 88) dont la base renferme un nodule épithélial que nous envisageons comme un reste du pédicule hypophysaire.

Un embryon de 52 mm., dont le segment postérieur de la corde basilaire n'a pu être relevé sur la coupe, et dont, par suite, la figure n'a pas été reproduite, nous présente une disposition sensiblement analogue des segments moyen et antérieur du tractus chordal. Le canal pharyngo-hypophysaire n'est pas encore chondrifié. La paroi postérieure du pharynx est creusée de deux dépressions, dont l'une supérieure étirée en forme de fente transversale, un peu au-dessous du canal pharyngo-hypophysaire, doit être envisagée comme un simple récessus, tandis que l'inférieure, tubuleuse, d'une longueur de 1 mm., nous paraît mériter le nom de *bourse pharyngienne*. Cette dernière formation est d'ailleurs en rapport par son extrémité profonde avec une sorte de tractus qui, après avoir traversé le cartilage basilaire, va s'unir à la corde longeant, à ce niveau, la face postérieure du cartilage. Le tractus figurant ainsi une branche latérale de la corde nous a paru exclusivement constitué par la gaine.

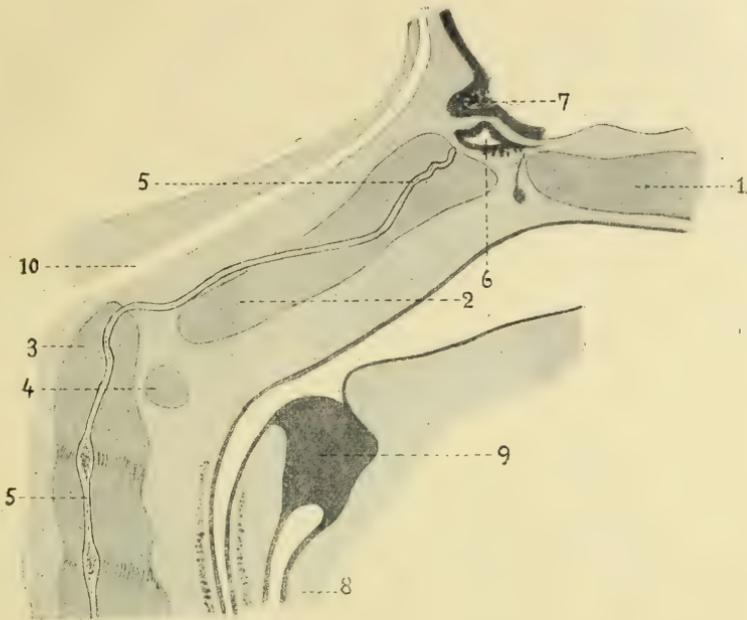


Fig. 16. — Coupe médiane de la région pharyngienne sur un embryon de Cobaye de 19 mm. (gr. 30/1). — 1, plaque ethmoïdale; 2, plaque basilaire; 3, apophyse odontoïde de l'axis; 4, arc antérieur de l'atlas; 5, chorde dorsale; 6, poche hypophysaire avec un vestige du pédicule hypophysaire; 7, processus infundibuli; 8, tube laryngo-trachéal; 9, lame épithéliale du larynx; 10, tronc basilaire.

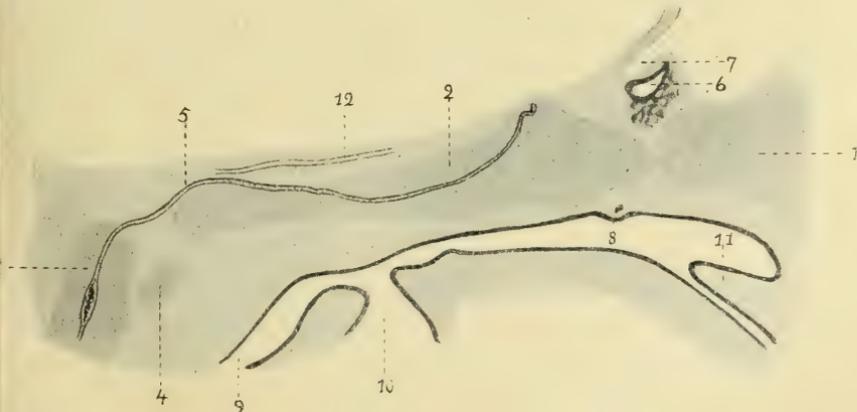


Fig. 17. — Coupe médiane de la région pharyngienne sur un embryon de Cheval de 32 mm. (gr. 15/4). — 1, plaque ethmoïdale; 2, plaque basilaire; 3, apophyse odontoïde de l'axis; 4, arc antérieur de l'atlas; 5, chorde dorsale; 6, lobe glandulaire de l'hypophyse; 7, dépression logeant le processus infundibuli; 8, cône saillant renfermant un vestige du pédicule hypophysaire; 9, œsophage; 10, larynx; 11, voile du palais; 12, tronc basilaire.

Sur un embryon de 55 mm. (fig. 18), nous retrouvons le récessus pharyngien et la bourse pharyngienne, seulement ces deux formations ne sont pas séparées l'une de l'autre. La bourse pharyngienne, également tubuleuse, s'ouvre sur la ligne médiane, au fond du récessus qui affecte la forme d'une fente transversale. Un prolongement latéral de la corde, long de 100 μ , unit intimement l'extrémité profonde de la bourse au segment voisin de la corde inclus dans l'épaisseur de la plaque basilaire.

Sur des embryons, plus âgés, de 7 cent., de 9 cent. et de 11 cent., la corde, flottante, peut encore être suivie dans la plaque basilaire,

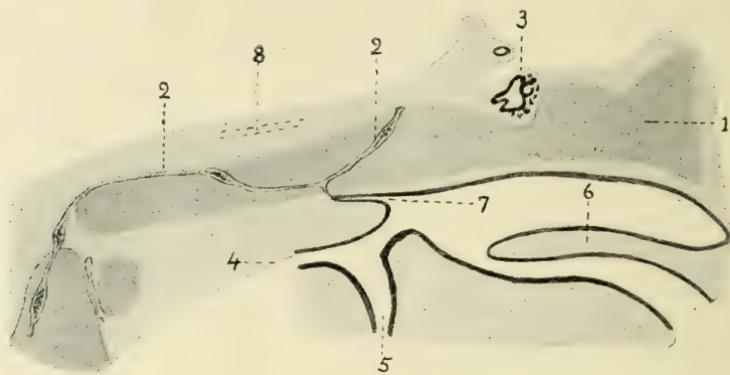


Fig. 18. — Coupe médiane de la région du pharynx sur un embryon de Cheval de 55 mm. (gr. 10/1). — 1, cartilage de la base du crâne; 2, corde dorsale; 3, lobe pharyngien de l'hypophyse; 4, œsophage; 5, larynx; 6, voile du palais; 7, récessus pharyngien avec une bourse pharyngienne dont le fond est en rapport avec un prolongement latéral de la corde; 8, tronc basilaire.

sauf, chez les embryons de 9 et de 11 cent., au niveau du segment moyen en voie d'ossification. Tous ces embryons présentent un récessus situé au-dessus du constricteur supérieur du pharynx, mais nous n'avons pu reconnaître aucune bourse pharyngienne.

IV. — TYPE INTERMÉDIAIRE ENTRE LE TYPE INTRABASILAIRE ET LE TYPE ANTÉBASILAIRE.

A ce type, appartiennent le Lapin, le Chien, le Chat et l'Homme.

1° *Lapin.*

Embryons examinés : 4,5 mm. (Kleinenberg); 12 mm.; 18 mm. (carmalun); 30 mm. (Müller, carmalun); 36,5 mm. (Müller, formol, hémateïne, Van Gieson); 40 mm. (Morel, hémateïne, Van Gieson); 65 mm. (Müller, hémateïne, Van Gieson).

Les facilités que présente l'élevage du Lapin permettent de recueillir des embryons à tous les stades du développement, à partir de la

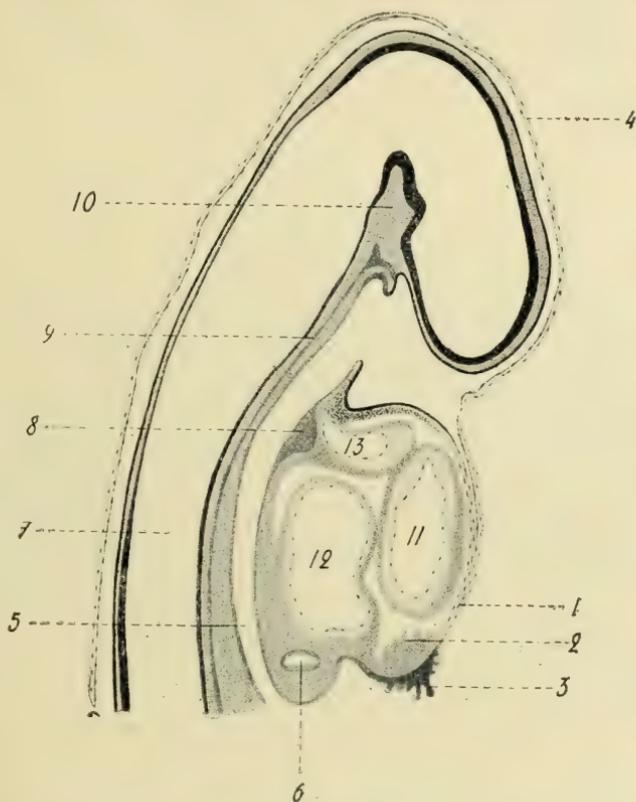


Fig. 19. — Coupe médiane de l'extrémité céphalique sur un embryon de Lapin de 4,5 mm., d'après F. TOURNEUX (gr. 30/1). Dessin du D^r ARGAUD. — 1, cul-de-sac amniotique; 2, villosités mésodermiques; 3, villosités endodermiques; 4, proamnion; 5, tube intestinal; 6 bourgeon hépatique; 7, tube médullaire; 8, ébauche de la thyroïde médiane; 9, chorde dorsale; 10, pilier moyen du crâne; 11, ventricule primitif du cœur; 12, oreillette primitive du cœur; 13, bulbe aortique.

copulation, et, par suite, de la fécondation qui survient de dix à treize heures plus tard.

Un embryon de 234 heures après la copulation, d'une longueur de 4,5 mm. (fig. 19), montre nettement les deux poches de Rathke et de Seessel que sépare le voile primitif du palais. La chorde dor-

sale ($20\ \mu$) contourne le fond de la poche de Seessel, dont le revêtement endodermique est épaissi, pour aller se fixer sur l'ectoderme de la poche de Rathke.

Sur un embryon de 345 heures, long de 12 mm. (fig. 20), le fond du diverticule de Rathke s'est dilaté en une poche hypophysaire, qu'un pédicule plein rattache à la paroi du pharynx. La corde ($32\ \mu$) s'est séparée de l'épithélium revêtant la poche hypophysaire,

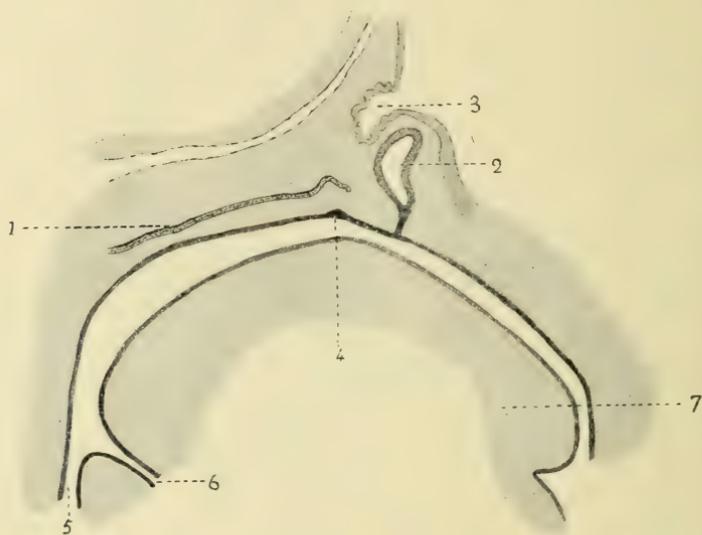


Fig. 20. — Coupe médiane de la région pharyngienne sur un embryon de Lapin de 12 mm. (gr. 30/1). — 1, corde dorsale; 2, poche hypophysaire avec son pédicule; 3, processus infundibuli; 4, poche de Seessel (cône plongeant); 5, œsophage; 6, larynx; 7, langue.

Le voile du palais primitif a entièrement disparu; mais on reconnaît la poche de Seessel à un épaississement de l'épithélium qui comble une légère dépression de la voûte du pharynx, un peu en arrière du pédicule hypophysaire. Les formations cartilagineuses sont esquissées par un tassement de cellules mésodermiques (chondroblastes), surtout accusé au niveau des vertèbres dorsales.

Au stade de 18 mm. (fig. 21), la chondrification a envahi la base du crâne. Le segment cranial de la corde, après un trajet en majeure partie antébasilaire, pénètre à l'intérieur du cartilage, et se termine à la limite même de la fosse pituitaire; il existe un renfle-

ment chordal entre le corps de la première vertèbre cervicale (apophyse odontoïde de l'axis), et la plaque basilaire. La paroi de la poche hypophysaire a bourgeonné en avant; le pédicule rétréci est encore visible dans toute sa longueur.

A une faible distance au-dessous de ce pédicule (un tiers de milli-

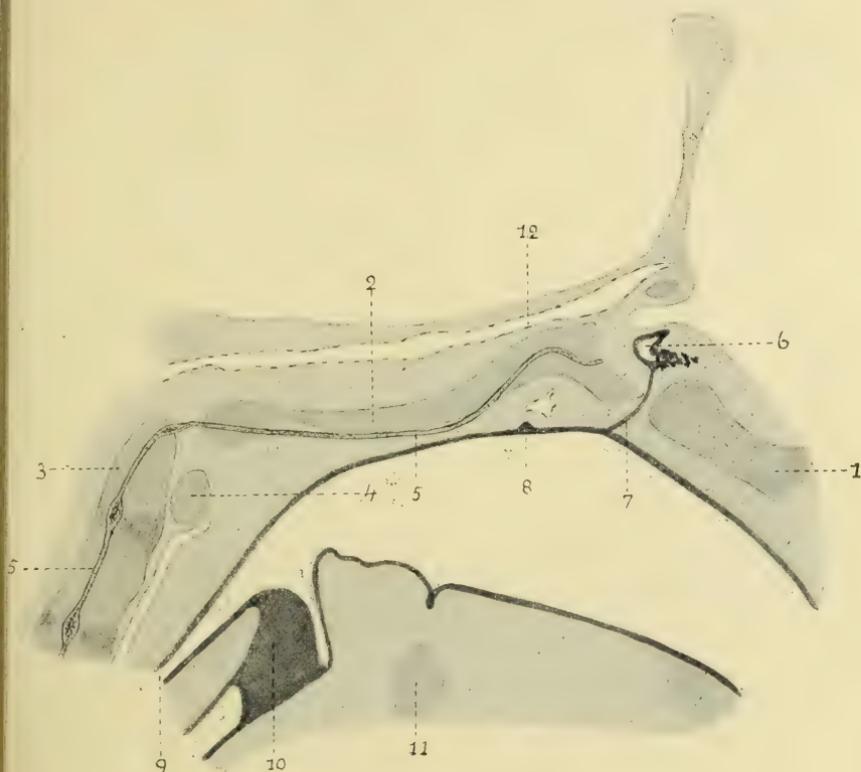


Fig. 21. — Coupe médiane de la région pharyngienne sur un embryon de Lapin de 18 mm. (gr. 25/1). — 1, plaque ethmoïdale; 2, plaque basilaire; 3, apophyse odontoïde de l'axis; 4, arc antérieur de l'atlas; 5, chorde dorsale; 6, lobe glandulaire de l'hypophyse; 7, pédicule hypophysaire; 8, cône plongeant; 9, œsophage; 10, lame épithéliale du larynx; 11, hyoïde; 12, tronc basilaire.

mètre environ), la poche de Seessel se présente sous l'aspect d'un cône épithélial plein s'enfonçant dans le chorion de la muqueuse et mesurant une profondeur de 32 μ . A la partie profonde de ce cône, se trouvent quelques formations vasculaires.

Un embryon de 30 mm. (fig. 22), par la disposition générale des organes, se rapproche beaucoup de l'embryon précédent. La chorde,

flottante, est continue dans toute sa longueur; seulement, à l'entrée du canal chordal postérieur, les cellules de la corde se disposent suivant une file unique, puis elles s'égrènent à l'intérieur du canal, comme si l'accroissement du cartilage basilaire avait provoqué l'allongement et l'étirement de la corde.

Le cône épithélial répondant à la poche de Seessel mesure une longueur de 200 μ ; entre ce cône et le pédicule hypophysaire, la muqueuse se soulève en une petite saillie conique ressemblant à une papille linguale. Nous avons proposé de donner à la première de ces formations le nom de *cône plongeant*, et à la seconde celui de *cône saillant*.

Au stade de 40 mm. (fig. 23), le segment occipital de la plaque basilaire est en voie d'ossification. La corde cranienne, que l'on pouvait encore suivre sur toute sa longueur chez un embryon de 36,5 mm., se trouve interrompue au niveau de sa partie moyenne (sommet de la courbe antérieure). Son segment postérieur intrabasilaire, étiré, se réduit à quelques cellules échelonnées le long du canal chordal postérieur; son segment antérieur, également intrabasilaire, s'est dilaté sur toute sa longueur. Il n'existe aucun cône plongeant ni saillant.

Au stade de 65 mm., l'ossification a progressé et a envahi le plancher de la fosse pituitaire; seul, le segment sphénoïdal de la plaque basilaire se trouve respecté. La corde, dont le renflement, compris entre l'apophyse odontoïde et la plaque basilaire, est très accusé, ne peut plus être suivie dans cette plaque en voie d'ossification; mais sa portion terminale, rampant dans le segment sphénoïdal, est encore visible avec son renflement. Le cône plongeant s'est effacé, mais le cône saillant forme une élévation appréciable (120 μ).

Les recherches de Dursy (1869), de Parker et Bettany (1879), confirmées par celles de Maggi (1890) et de Sokolow (1904), ont montré que le canal pharyngo-hypophysaire persistait chez le Lapin pendant toute la vie. Ainsi que nous avons pu facilement le vérifier nous-mêmes, ce canal, creusé dans le plancher de la selle turcique, et portant chez l'adulte le nom de canal cranio-pharyngien, mesure un diamètre de 1,5 à 2 mm.; il se dirige obliquement de haut en bas et d'arrière en avant.

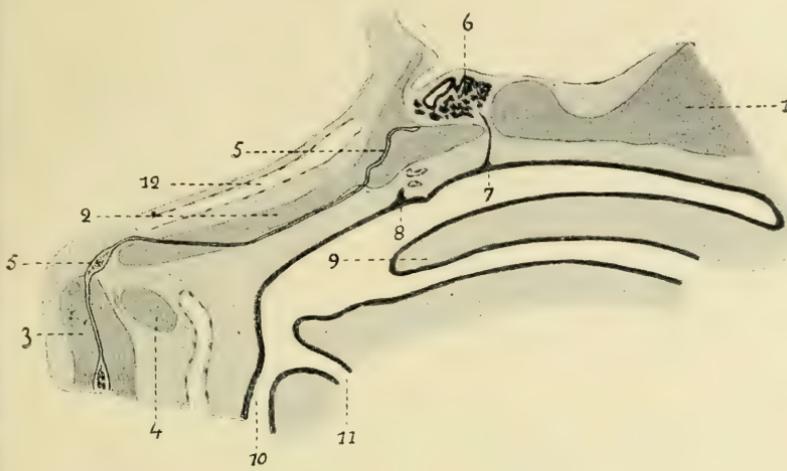


Fig. 22. — Coupe médiane de la région pharyngienne sur un embryon de Lapin de 30 mm. (gr. 15/1). — 1, lame ethmoïdale; 2, lame basilaire; 3, apophyse odontoïde de l'axis, 4, arc antérieur de l'atlas; 5, chorde dorsale; 6, lobe glandulaire de l'hypophyse; 7, pédicule du palais; 8, cône plongeant en avant duquel se trouve le cône saillant; 9, voile du palais; 10, œsophage; 11, larynx; 12, tronc basilaire.

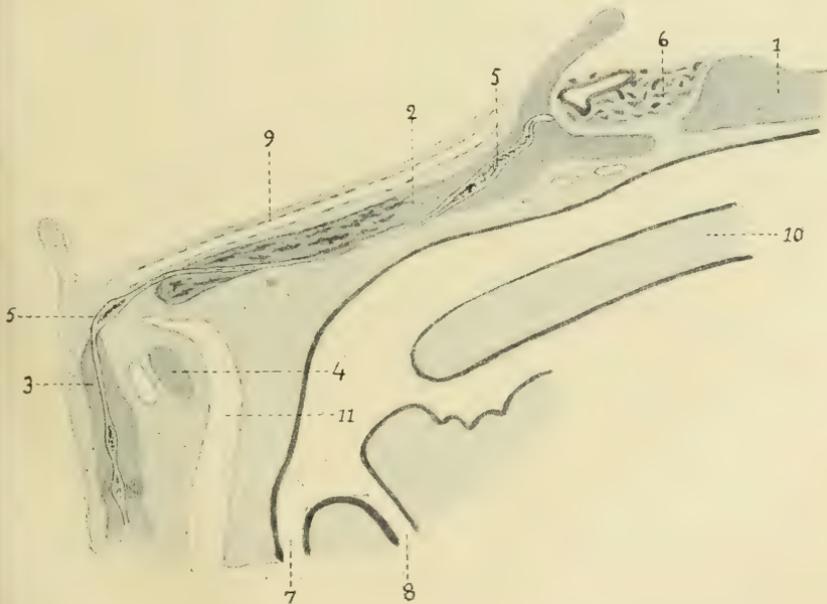


Fig. 23. — Coupe médiane de la région pharyngienne sur un embryon de Lapin de 40 mm. (gr. 20/1). — 1, lame ethmoïdale; 2, lame basilaire dont le segment occipital est en voie d'ossification; 3, apophyse odontoïde de l'axis; 4, arc antérieur de l'atlas; 5, chorde dorsale; 6, lobe glandulaire de l'hypophyse; 7, œsophage; 8, larynx; 9, tronc basilaire; 10, voile du palais; 11, veine vertébrale médiane.

2° Chien.

Embryons examinés : 10 mm. (Kleinenberg, carmalun); 18 mm.; 33 mm.; 35 mm. (Müller, formol, hémateïne, Van Gieson); 38 mm.; 44 mm. (Müller, hémateïne, Van Gieson); 50 mm. (Müller, hémateïne, Van Gieson); 54 mm. (Müller, hémateïne, Van Gieson); 130 mm. (nouveau-né).

L'embryon de Chien est particulièrement intéressant par la per-

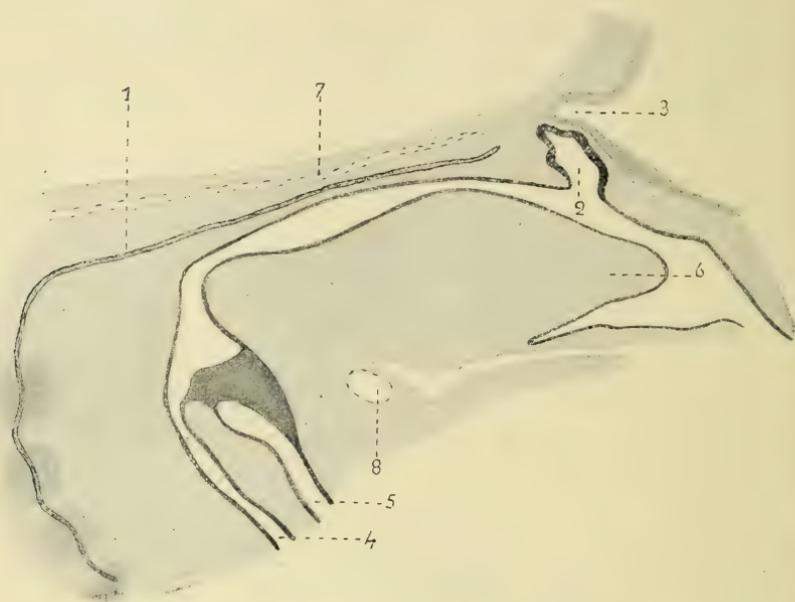


Fig. 24. — Coupe médiane de la région pharyngienne sur un embryon de Chien de 10 mm. (gr. 30/1). — 1, chorde dorsale montrant dans la région vertébrale les flexures segmentaires; 2, diverticule hypophysaire; 3, processus infundibuli; 4, œsophage; 5, trachée; 6, langue; 7, tronc basilaire; 8, bulbe aortique.

sistance, à tous les stades du développement, du segment pharyngien du pédicule hypophysaire.

Sur un embryon de 10 mm. (fig. 24), la poche hypophysaire s'ouvre encore largement dans la cavité du pharynx; le processus infundibulaire est indiqué. La chondrification qui débute montre les ébauches des vertèbres rachidiennes, et la chorde, dont l'extrémité céphalique, détachée du diverticule hypophysaire, semble s'égrener en cellules mésodermiques décrit, dans la région vertébrale, des flexures métamériques, nettement accusées. L'épaisseur

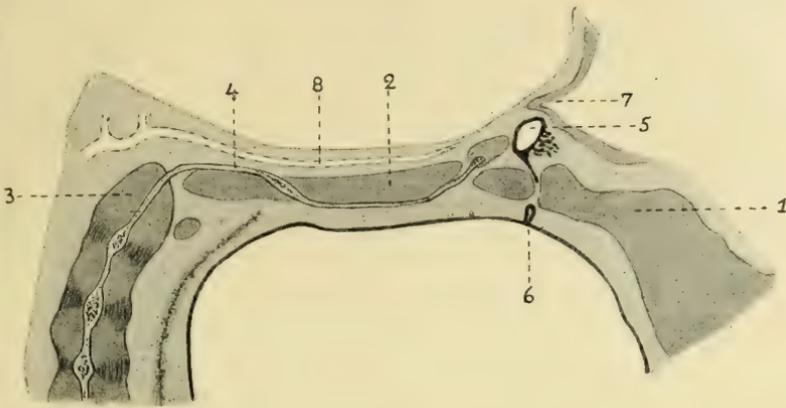


Fig. 25. — Coupe médiane de la région du pharynx sur un embryon de Chien de 18 mm. (gr. 20/1). — 1, plaque ethmoïdale; 2, plaque basilaire; 3, apophyse odontoïde de l'axis; 4, chorde dorsale; 5, poche hypophysaire avec son pédicule; 6, vésicule développée aux dépens du segment initial du pédicule hypophysaire; 7, processus infundibuli; 8, tronc basilaire.

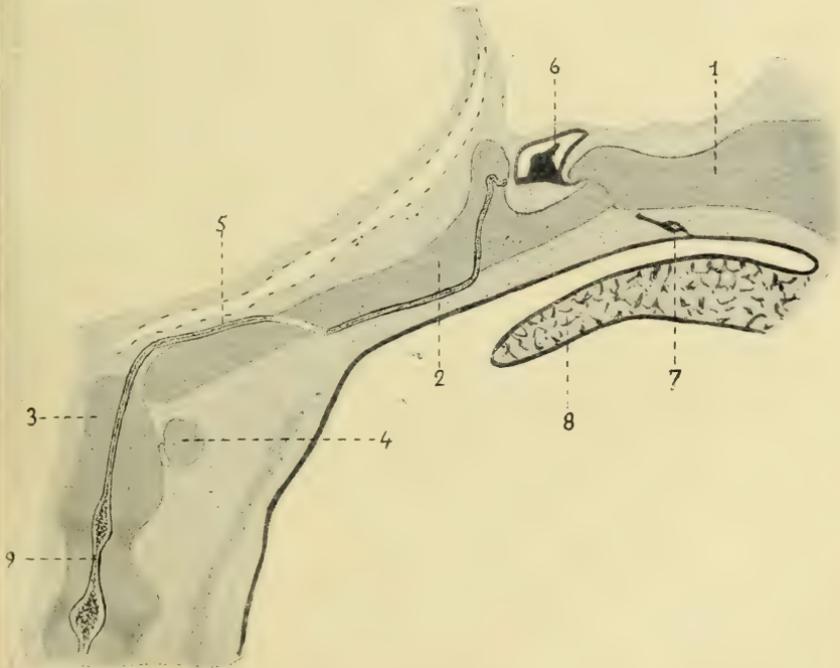


Fig. 26. — Coupe médiane de la région pharyngienne sur un embryon de Chien de 33 mm. (gr. 15/1). — 1, plaque ethmoïdale; 2, plaque basilaire; 3, apophyse odontoïde de l'axis; 4, arc antérieur de l'atlas; 5, chorde dorsale basilaire; 6, poche hypophysaire; 7, segment initial du pédicule hypophysaire; 8, voile du palais renfermant encore des enclaves épithéliales qui résultent de la soudure des deux lames palatines; 9, chorde dorsale vertébrale.

de la corde est d'environ $20\ \mu$; la distance de son extrémité au diverticule hypophysaire mesure $200\ \mu$.

Au stade de 18 mm. (fig. 25), le pédicule hypophysaire s'est résorbé dans la traversée du cartilage représentant la base du crâne. Le segment initial a persisté sous forme d'une vésicule adhérente à l'épithélium du pharynx (vésicule pharyngée de l'hypophyse). La paroi antérieure de la poche hypophysaire commence à développer ses bourgeons. La corde est flottante, et ses éléments commencent à se vacuoliser.

Sur un embryon de 33 mm. (fig. 26), la corde est encore con-

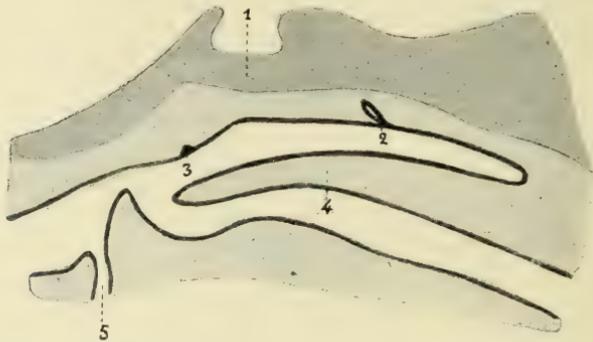


Fig. 27. — Coupe médiane de la région du pharynx sur un embryon de Chien de 35 mm. (gr. 15/1). La corde n'a pas été représentée. — 1, cartilage de la base du crâne (plancher de la selle turcique); 2, vésicule développée aux dépens du segment initial du pédicule hypophysaire; 3, cône plongeant; 4, voile du palais; 5, larynx.

tinne dans toute sa longueur, sauf au niveau du canal chordal inférieur, à l'intérieur duquel la trainée cellulaire n'est plus apparente. La vésicule pharyngée de l'hypophyse conserve les mêmes rapports avec l'épithélium du pharynx. Le voile du palais, que l'on rencontre maintenant sur la coupe médiane, est parcouru, dans toute son épaisseur, par des tractus épithéliaux indiquant la trace de la soudure des deux lames palatines.

Un embryon de 35 mm. (fig. 27) nous présente une disposition sensiblement identique : la vésicule pharyngienne de l'hypophyse mesure un diamètre transversal de $150\ \mu$. Nous noterons, en plus, la présence d'un cône plongeant, rappelant la formation analogue, dérivée de la poche de Seessel, que l'on observe sur les embryons de Lapin (p. 88).

La vésicule pharyngée de l'hypophyse persiste aux stades suivants de 38, 44 (fig. 28), 50 et 54 mm. Nous l'observons encore sur un chien nouveau-né de 13 cent., dont le plancher de la selle turcique est ossifié; sa structure se montre identique à celle de la pituitaire. Il nous semble par suite rationnel d'admettre qu'elle persiste jusque chez l'adulte, où elle doit évoluer en une hypophyse

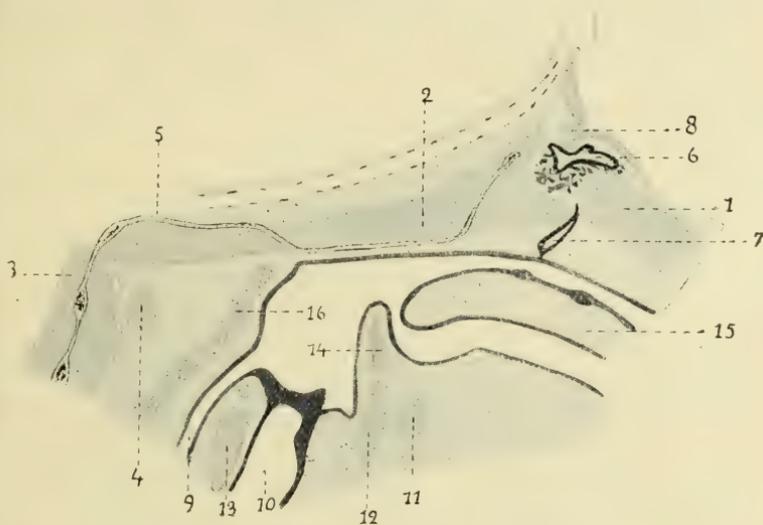


Fig. 28. — Coupe médiane de la région du pharynx sur un embryon de Chien de 44 mm. (gr. 12/1). — 1, plaque ethmoïdale; 2, plaque basilaire; 3, apophyse odontoïde de l'axis; 4, arc antérieur de l'atlas; 5, chorde dorsale; 6, poche hypophysaire; 7, segment initial du pédicule hypophysaire dilaté en vésicule; 8, processus infundibuli; 9, œsophage; 10, larynx encore obturé par la lame épithéliale; 11, hyoïde; 12, cartilage thyroïde; 13, chaton du cricoïde; 14, épiglote; 15, voile du palais; 16, constricteur supérieur du pharynx.

pharyngienne normale, siégeant à égale distance de la fosse pituitaire et du bord postérieur de la cloison des fosses nasales.

3° Chat.

Embryon examiné : 38 mm. (Müller, hématoéine, Van Gieson).

Nous n'avons eu à notre disposition que des embryons de 38 mm. (fig. 29). La chorde, flottante et à cellules vacuolisées, est encore continue dans toute sa longueur, mais ses éléments ont à peu près disparu dans l'étendue des canaux chordaux inférieur et supérieur.

Le segment sphénoïdal de la corde supporte dans sa partie postérieure un renflement allongé. Le canal pharyngo-hypophysaire est

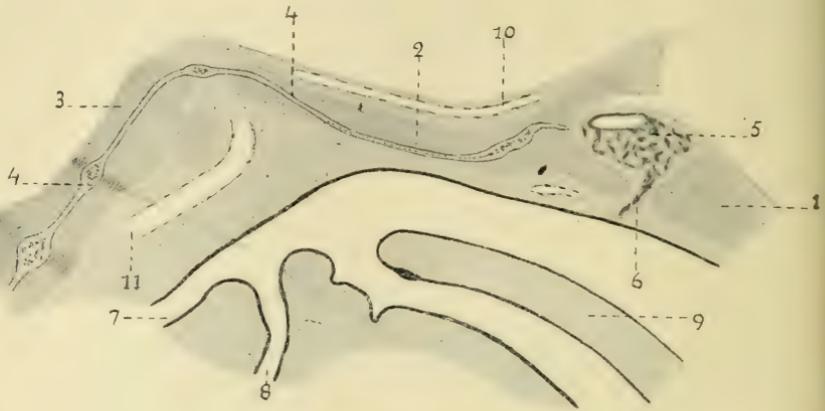


Fig. 29. — Coupe médiane de la région du pharynx sur un embryon de Chat de 38 mm. (gr. 30/1). — 1, plaque ethmoïdale; 2, plaque basilaire; 3, apophyse odontoïde de l'axis, en avant de laquelle on aperçoit l'arc antérieur de l'atlas; 4, corde dorsale; 5, lobe pharyngien de l'hypophyse avec 6, son pédicule; 7, œsophage; 8, larynx; 9, voile du palais; 10, tronc basilaire; 11, veine vertébrale médiane.

parcouru par un pédicule hypophysaire plein qui disparaît à une faible distance de l'épithélium pharyngien.

4° Homme.

Fœtus examinés : 36 mm. (hématéine, Van Gieson); 46 mm. (formol, hématéine, Van Gieson); 44/57 mm. (Müller, hématéine, Van Gieson); 50 mm. (alcool, acide picrique, hématéine, Van Gieson); 63/80 mm. (alcool, hématéine, Van Gieson); 79/105 mm. (Müller, hématéine, Van Gieson); 80/120 mm. (Müller, hématéine, Van Gieson); 105/142 mm. (alcool, acide picrique, hématéine, Van Gieson); 118/170 mm. (Müller, hématéine, Van Gieson).

Le fœtus de 36 mm. (fig. 30) montre les rapports qu'affectent entre eux les différents organes qui entrent dans la constitution du pharynx. A sa sortie du canal chordal postérieur, la corde, bourgeonnante, longe sur sa plus grande longueur la face pharyngienne de la plaque basilaire, puis s'engage à nouveau dans l'épaisseur du cartilage, au sein duquel elle se termine à quelque distance de la selle turcique; dans ses portions non bourgeonnantes, elle mesure un diamètre d'environ 32 μ . Les segments chordeaux

postérieur et antérieur présentent chacun un léger renflement. Il n'existe pas de bourse pharyngienne.

La poche hypophysaire a donné naissance par sa face antérieure à des cordons épithéliaux, dont l'ensemble forme le lobe antérieur

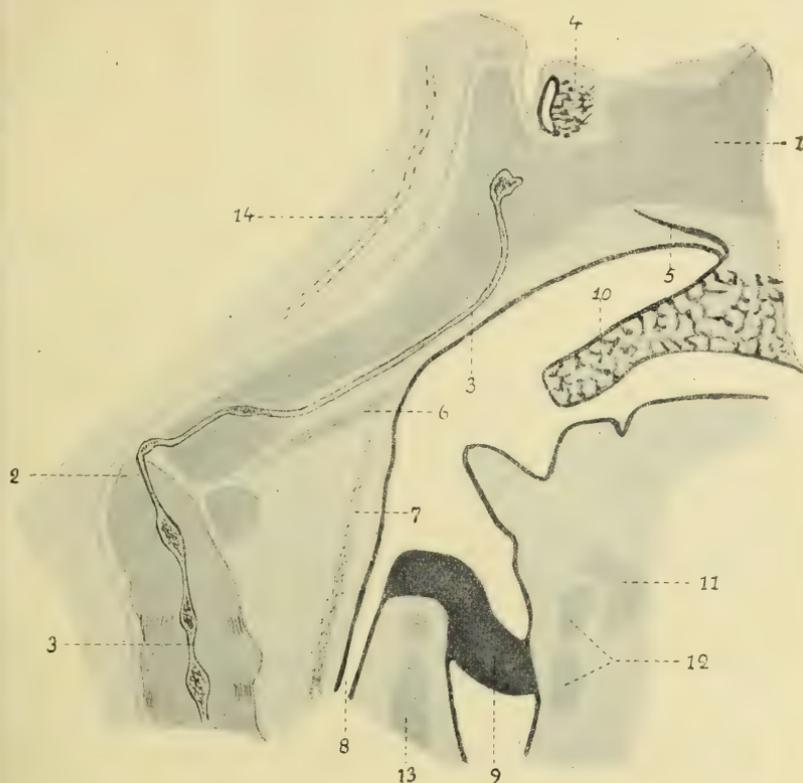


Fig. 30. — Coupe médiane de la région pharyngienne sur un fœtus humain de 36 mm. (gr. 15/1). — 1, cartilage de la base du crâne; 2, apophyse odontoïde de l'axis; 3, chorde dorsale; 4, lobe glandulaire de l'hypophyse; 5, pédicule hypophysaire; 6, ligament occipito-pharyngien; 7, constricteur supérieur du pharynx; 8, œsophage; 9, lame épithéliale du larynx; 10, voile du palais montrant des enclaves épithéliales résultant de la soudure sur la ligne médiane des deux lames palatines; 11, hyoïde; 12, cartilage thyroïde présentant encore une lacune que comblera le cartilage vocal; 13, chaton du cricoïde; 14, tronc basilaire.

ou glandulaire de l'hypophyse. Le canal pharyngo-hypophysaire n'est plus indiqué qu'à l'état de vestige; mais le segment du pédicule hypophysaire, situé en avant du cartilage, a persisté dans toute sa longueur. Allongé d'arrière en avant, ce segment longe la voûte du pharynx et le bord postérieur de la cloison des fosses

nasales, et se termine à l'origine du voile du palais, immédiatement au-dessus des formations épithéliales indiquant encore sur la coupe la trace de la soudure des deux lames palatines (y compris les lames horizontales des bourgeons ptérygo-palatins). L'extrémité du pédicule hypophysaire adhère intimement à l'épithélium pharyngien.

Un fœtus de 46 mm. (fig. 31) présente une bourse pharyngienne nettement accusée, au-dessus du ligament occipito-pharyngien de

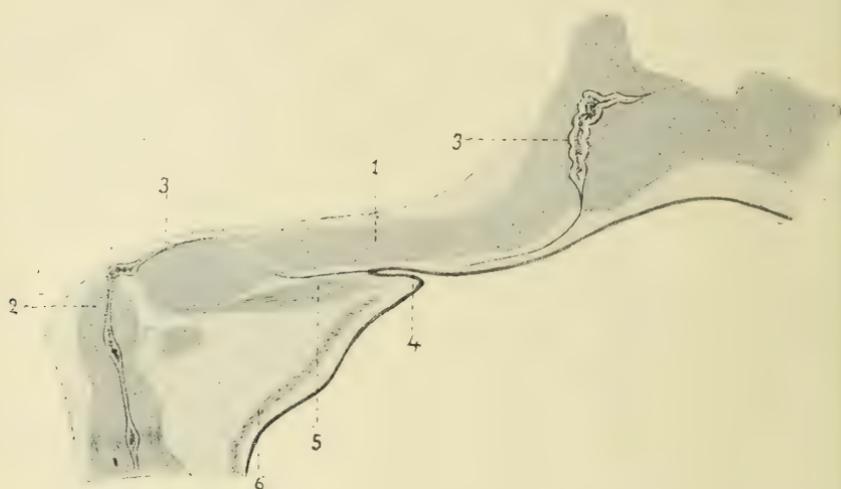


Fig. 31. — Coupe médiane de la région pharyngienne sur un fœtus humain de 46 mm. (gr. 15/1). — 1, cartilage de la base du crâne; 2, apophyse odontoïde de l'axis; 3, chorde dorsale; 4, bourse pharyngienne dont le fond est en rapport avec la chorde dorsale; 5, ligament occipito-pharyngien; 6, constricteur supérieur du pharynx.

Froriep, et du constricteur supérieur. Par son extrémité profonde, dirigée en bas et en arrière vers le canal chordal postérieur, la bourse, d'une longueur de 560 μ , est en rapport avec la chorde dorsale dont le segment moyen est en voie de régression, et dont le segment postérieur vient s'insérer directement sur le fond de la bourse. La coupe médiane que reproduit la figure 28, rappelle entièrement celle qui a été représentée par Froriep. Les bourgeons de la chorde sont très développés, surtout au niveau du renflement occipito-odontoïdien. Le pédicule hypophysaire semble n'avoir laissé aucun vestige. Le renflement chordal supérieur est très développé.

Un fœtus de 44/57 mm. (fig. 32), à peu près du même âge que le

précédent, s'en différencie par la présence de deux bourses pharyngiennes, l'une postérieure plus accusée, siégeant au niveau de l'angle du pharynx, et l'autre antérieure, plus réduite, située en regard de l'orifice du canal chordal supérieur. La bourse postérieure, par sa situation, répond manifestement à la bourse pharyngienne décrite par Luschka, et se dirige de même vers le canal

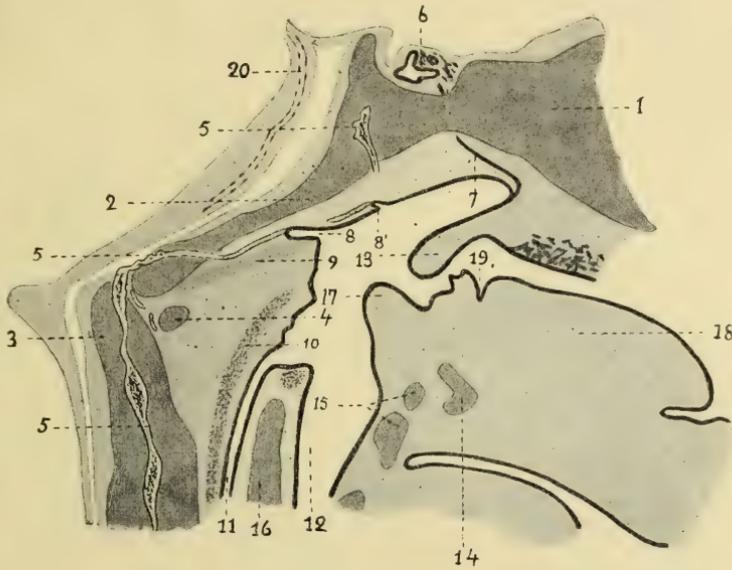


Fig. 32. — Coupe médiane de la région pharyngienne sur un fœtus humain de 44/57 mm. (gr. 10/1). — 1, plaque ethmoïdale; 2, plaque basilaire; 3, apophyse odontoïde de l'axis; 4, arc antérieur de l'atlas; 5, chorde dorsale interrompue sur une partie de son trajet; 6, lobe glandulaire de l'hypophyse; 7, pédicule hypophysaire; 8, bourse pharyngienne en rapport par son extrémité profonde avec la chorde dorsale; 8', poche pharyngienne accessoire également en rapport avec la chorde; 9, ligament occipito-pharyngien; 10, constricteur supérieur du pharynx; 11, œsophage; 12, larynx; 13, voile du palais; 14, hyoïde; 15, cartilage thyroïde; 16, chaton du cricoïde; 17, épiglottes; 18, langue; 19, foramen cœcum; 20, tronc basilaire.

chordal inférieur; sa longueur est de 650 μ . La bourse antérieure, accessoire, ne mesure guère en profondeur que 80 μ . Toutes deux sont en rapport, par leur fond, avec l'extrémité antérieure d'un segment de la chorde.

Le canal pharyngo-hypophysaire, entièrement comblé, n'est reconnaissable qu'à une orientation spéciale des cellules cartilagineuses. Le segment antérieur du pédicule hypophysaire a persisté dans toute sa longueur : on peut le suivre facilement depuis la

trace du canal pharyngo-hypophysaire, jusqu'au bord inférieur de la cloison des fosses nasales, où il conserve ses rapports de continuité avec l'épithélium superficiel.

Nous avons décomposé en coupes sagittales sériées la région médiane du pharynx sur des fœtus, plus âgés, de 50 mm., de 65/80 mm., de 79/105 mm., de 80/120 mm. et de 118/170 mm. Malheureusement, l'examen des coupes pratiquées après inclusion à la paraffine, en raison de la torsion de la tête sur le tronc et des

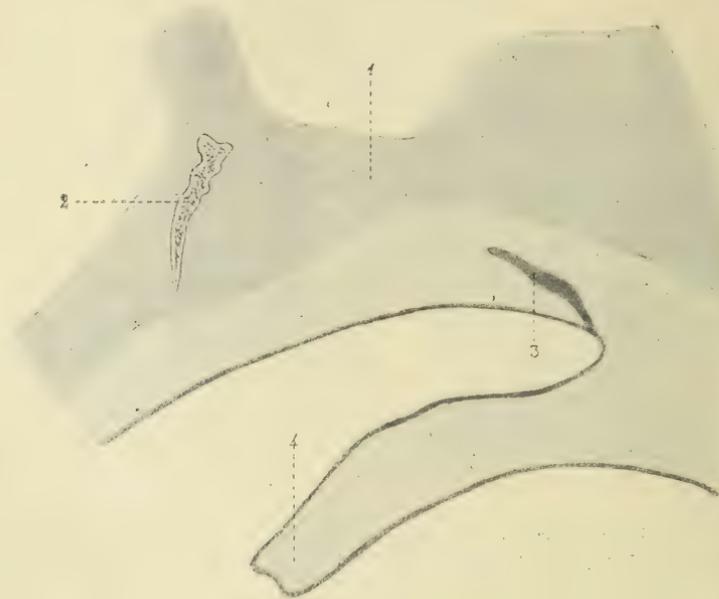


Fig. 33. — Coupe médiane de la voûte du pharynx sur un fœtus humain de 79/105 mm. (gr. 15/1). — 1, cartilage de la base du crâne; 2, chorde dorsale; 3, segment initial du pédicule hypophysaire; 4, voile du palais.

dimensions croissantes des préparations, ne nous a pas permis de suivre le trajet de la chorde basilaire dans toute sa longueur. Il convient d'ajouter que plusieurs segments de la chorde sont en voie d'atrophie ou même ont disparu, et que, sur les fœtus les plus âgés, la portion occipitale du cartilage basilaire présente les modifications préparatoires à l'ossification; sur le fœtus de 118/170 mm., cette portion est même en partie ossifiée.

Par contre, nous avons pu facilement retrouver sur un certain nombre de fœtus le segment pharyngien du pédicule hypophysaire.

Sur les fœtus de 50 mm. et de 79/105 mm., sans canal pharyngo-hypophysaire, ce segment avait persisté dans presque toute sa longueur depuis le cartilage de la base du crâne jusqu'à la cloison des fosses nasales, où il s'unissait intimement à l'épithélium de recouvrement (fig. 33); il mesurait, chez le fœtus de 79/105 mm., un diamètre de 120 μ dans sa plus grande épaisseur, et s'étendait sur une longueur de 1 120 μ . Sur le fœtus de 65/80 mm., le canal pharyngo-hypophysaire, encore perméable, était traversé par le pédicule hypophysaire dont le segment pharyngien se dirigeait en avant, et se terminait au voisinage de la cloison des fosses nasales, sans que nous ayons pu constater, sur nos préparations d'ailleurs incomplètes, une adhérence avec l'épithélium de la muqueuse.

Nos recherches s'arrêtent à la fin du quatrième mois fœtal; mais il semble rationnel de supposer que les vestiges du pédicule hypophysaire persistent au delà de ce stade. On les retrouverait même, d'après les recherches les plus récentes, chez le nouveau-né (Erdheim, 1904), et chez l'adulte (Civalleri, 1907; Haberfeld, 1909; Citelli, 1909), où ils évoluent en une *hypophyse pharyngée*.

Mentionnons encore, chez le fœtus de 105/142 mm., l'existence d'un prolongement effilé, linguiforme (*cône pituitaire*), que le lobe glandulaire de l'hypophyse émet en avant contre la face inférieure de la tige pituitaire qui commence à se dessiner. Ce prolongement mesure une longueur d'environ 800 μ , alors que le diamètre de l'hypophyse tout entière ne dépasse pas 1 300 μ . Erdheim qui a récemment appelé l'attention sur ce prolongement (1906), le rattache au pédicule hypophysaire. Nous pensons qu'il ne répond, ni par sa position, ni par sa direction, à ce pédicule, et qu'il doit être envisagé comme un bourgeonnement secondaire de la pituitaire, qu'on observe d'ailleurs chez d'autres Mammifères, comme le Mouton (fig. 15) et le Lapin.

Chez l'adulte, la transition graduelle entre l'épithélium prismatique du pharynx nasal et l'épithélium pavimenteux stratifié (mixte chez le fœtus) du pharynx buccal, s'opère au niveau du récessus médian et de l'amygdale pharyngienne. Cette transition nous paraît répondre à la ligne de jonction de l'ectoderme et de l'endoderme s'effectuant, à des stades beaucoup plus reculés, le long du bord

libre du voile du palais primitif. Or le voile du palais primitif est en rapport immédiat par sa face antérieure avec le pédicule hypophysaire, dont le segment initial se trouve reporté chez les fœtus du troisième mois contre le bord postérieur de la cloison des fosses nasales. Il nous semble, par suite, rationnel d'admettre, à moins de supposer une substitution épithéliale peu vraisemblable, que la portion de la voûte du pharynx comprise entre le récessus médian et la cloison des fosses nasales résulte, à la suite de l'étalement du voile du palais primitif dans le plan de la muqueuse, de l'allongement progressif de la partie de ce voile revêtue par l'ectoderme naso-buccal qui, dans cette région, évolue en épithélium prismatique cilié.

Il serait intéressant de rechercher, comparativement à l'Homme, les rapports qu'affecte la corde avec la plaque basilaire chez les différentes espèces de Singes. Nous regrettons vivement de n'avoir eu aucun fœtus de Singe à notre disposition.

CONCLUSIONS

Les conclusions qui nous paraissent ressortir de l'ensemble de ces recherches, peuvent être formulées ainsi :

1° Chez les Mammifères, le cartilage de la base du crâne, contrairement à ce qu'on observe chez les Vertébrés inférieurs, apparaît en même temps dans toute son étendue, comme d'une seule coulée, peu après la chondrification des vertèbres rachidiennes. On peut lui considérer deux parties distinctes : une partie postérieure en rapport avec la corde (plaque ou cartilage basilaire), et une partie antérieure située en avant de l'extrémité céphalique de la corde (plaque ethmoïdale);

2° Les rapports qu'affecte dans son trajet la corde avec la plaque basilaire, varient suivant les différents groupes de Mammifères. On peut distinguer à ce sujet, suivant que la corde est incluse dans toute sa longueur à l'intérieur du cartilage basilaire, qu'elle rampe contre la face postérieure ou antérieure de ce cartilage, qu'elle est située partie dans le cartilage, et partie en arrière

ou en avant, trois types fondamentaux, basilaire ou intrabasilaire, rétrobasilaire, antébasilaire, ce dernier hypothétique, et deux types intermédiaires, l'un entre les types intra- et rétrobasilaire, et l'autre entre les types intra- et antébasilaires;

Au type basilaire, appartiennent le Veau et le Porc; au type rétrobasilaire, le Rat et la Souris; au type intermédiaire entre les types basilaire et rétrobasilaire, la Taupe, la Chèvre, le Mouton, le Cobaye et le Cheval; au type intermédiaire entre les types basilaire et antébasilaire, le Lapin, le Chien, le Chat et l'Homme;

3° Chez le fœtus humain, la chorde longe d'abord sur une faible étendue la face postérieure du cartilage basilaire, puis s'infléchit en avant, traverse obliquement de bas en haut et d'arrière en avant le cartilage, rampe contre sa face antérieure, se recourbe en arrière, et pénètre à nouveau dans l'épaisseur du cartilage, pour aller se terminer au voisinage de la selle turcique;

4° On peut désigner sous les noms de *canaux chordaux postérieur et antérieur* les deux canaux creusés à l'intérieur du cartilage pour le passage de la chorde; le canal chordal postérieur est complet, l'antérieur incomplet ou borgne. A l'intérieur de chacun de ces canaux, la chorde présente un renflement analogue à ceux qu'on rencontre au niveau des disques intervertébraux, seulement ce segment est plus volumineux et plus allongé. Ces renflements nous paraissent répondre, le postérieur, à la séparation du basioccipital et du basiotique, et, l'antérieur, à la séparation du basiotique et du basisphénoïde;

5° La plaque basilaire comprendrait, dans cette manière de voir trois corps de vertèbres; mais les dimensions exagérées des renflements de la chorde basilaire semblent témoigner en faveur de l'opinion d'après laquelle la portion chordale de la base du crâne résulterait de la coalescence d'un nombre plus élevé de segments vertébraux;

6° Le segment initial (pharyngien) du pédicule hypophysaire persiste plus longtemps que le segment qui traverse la base cartilagineuse du crâne, et dont l'atrophie entraîne l'occlusion du canal pharyngo-hypophysaire. Dans la plupart des cas, ce segment, chez le fœtus humain, contourne en haut et en avant la voûte du

pharynx, puis s'insinue dans le bord postérieur de la cloison des fosses nasales, et se termine à la partie inférieure de cette cloison, à l'origine du voile du palais, où il se continue directement avec l'épithélium superficiel de la muqueuse ;

7° Chez le Chien, ce segment, qui affecte la forme d'une vésicule, peut être suivi jusqu'à l'époque de la naissance, et il est permis de supposer qu'il persiste jusque chez l'adulte, en donnant naissance à une hypophyse pharyngienne ;

Il en serait de même chez l'Homme, d'après les observations les plus récentes qui tendent à constater la persistance du segment pharyngien du diverticule hypophysaire, et sa transformation, chez l'adulte, en hypophyse pharyngienne ;

8° Chez les Mammifères, la poche de Seessel ne contribue en rien à la constitution de l'hypophyse, dont le lobe glandulaire se développe exclusivement aux dépens du diverticule hypophysaire (poche de Rathke). Elle persiste un certain temps, chez les embryons de quelques Mammifères (Lapin de 18 à 30 mm., Mouton de 35 mm.), sous la forme d'un cône épithélial plein s'enfonçant dans le chorion de la muqueuse (*cône plongeant*). En avant de ce cône plongeant, on observe dans certains cas, une élévation papillaire, également conique, qui fait saillie dans la cavité du pharynx (*cône saillant*). Ces deux formations, dont la dernière nous paraît répondre au voile du palais primitif, disparaissent complètement dans les stades ultérieurs, sans laisser aucune trace ;

9° Il convient de différencier avec Killian (1888) le récessus médian du pharynx d'avec la bourse pharyngienne. Le récessus se présente comme une dépression souvent étirée transversalement (Cheval), tandis que la bourse affecte la forme d'un tube en rapport par son extrémité profonde avec la corde dorsale (Froriep, 1882). Ces deux formations sont surtout bien accusées chez l'embryon de Cheval, où elles peuvent être séparées, mais où elles peuvent aussi être superposées, la bourse s'ouvrant au fond du récessus ;

10° Le récessus, sans relation directe avec la corde, paraît résulter de l'inflexion céphalique postérieure (courbure de la nuque) déterminant l'angle du pharynx, et des adhérences que le ligament occipito-pharyngien contracte avec la muqueuse du pharynx.

Quant à la formation de la bourse pharyngienne, elle est provoquée, ainsi que l'a montré Froriep, par une adhérence de la corde avec l'endoderme pharyngien. Nous pensons que cette adhérence est primitive, c'est-à-dire que la corde a conservé en un point de son étendue, peut-être en raison de la courbure céphalique, ses connexions originelles avec l'endoderme, dans l'épaisseur duquel elle était primitivement enclavée, le long de la ligne médiane. La différence de croissance des divers segments du cartilage basilaire, reportant le canal chordal inférieur en arrière, l'épaississement des parties molles du pharynx, déterminent secondairement la production d'un diverticule creux (bourse pharyngienne), au point même où la corde était intimement unie à l'épithélium du pharynx.

Chez l'embryon de Cheval, le fond de la bourse est rattaché à la corde par un tractus plus ou moins long, résultant de l'étirement de la gaine chordale ;

11° Dans certains cas, on peut observer, sur le même fœtus humain, deux bourses distinctes, en rapport toutes deux par leur extrémité profonde avec la corde dorsale : une bourse principale siégeant au-dessus du bord supérieur du constricteur supérieur (bourse de Luschka), et une bourse accessoire située plus en avant.

Index bibliographique.

Nous n'avons pas cru devoir mentionner dans cet index les indications concernant les traités, précis ou manuels classiques d'anatomie et d'embryologie.

1° Plaque basilaire.

- ALBRECHT (P.). — Mémoire sur le basiotique, un nouvel os de la base du crâne situé entre l'occipital et le sphénoïde, Bruxelles, 1883.
- BOLK (L.). — Entwicklungsvorgänge in der occipitalen Region des Primordialcraniums beim Menschen, *Petrus Camper*, Del. II, 1904.
- Zur Frage der Assimilation des Atlas am Schädel beim Menschen, *Anat. Anz.*, Bd. XXVIII, 1906.
- BRACHET (A.). — Sur la signification morphologique de la région occipitale du crâne, *Bull. Soc. d'Anthrop.*, t. XXVII, Bruxelles, 1908.
- DURSY. — Zur Entwicklung des Kopfes des Menschen und der höheren Wirbelthiere, Tübingen, 1869.
- FRORIEP (A.). — Zur Entwicklungsgeschichte der Wirbelsäule, etc., *Archiv f. Anat. und Phys.*, 1883 et 1886.

- FROBIEP (A.). — Bemerkungen zur Frage nach der Wirbeltheorie des Kopfskelets, *Anat. Anz.*, 1887.
- Zur Entwicklungsgeschichte des Wirbelthierkopfes, *Anat. Gesellschaft*, Halle, 1902.
 - Die occipitalen Urwirbel der Amnioten im Vergleich mit denen der Selachier, *Congrès intern. d'anatomie*, Genève, 1903.
 - Sur la genèse de la partie occipitale du crâne, *Congrès intern. d'anatomie*, Genève, 1903.
- FÜRBRINGER (M.). — Ueber die spino-occipitalen Nerven der Selachier und Holocephalen und ihre vergleichende Morphologie, *Festschrift f. C. Gegenbaur*, Leipzig, 1897.
- GAUPP (E.). — Die Metamerie des Schädels, *Ergebnisse d. Anat. und Entwicklungsgeschichte*, Bd. VII, 1897.
- Alte Probleme und neuere Arbeiten über den Wirbelthierschädel, *Ergebn. d. Anat. und Entw.*, Bd. X, 1900.
 - Die Entwicklung des Kopfskelettes, in *Handbuch der vergl. u. experiment. Entwicklungshere*, von O. Hertwig, 1903.
 - Ueber allgemeine und spezielle Fragen aus der Lehre vom Kopfskelett der Wirbelthiere, *Anat. Gesellschaft*, Rostock, 1906.
- GEGENBAUR (C.). — Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere, Leipzig, 1872.
- Die Metamerie des Kopfes und die Wirbeltheorie des Kopskelets, *Morph. Jahrbuch*, Bd. XIII, 1887.
- HAGEN (W.). — Die Bildung des Knorpelskelets beim menschlichen Embryo, *Archiv f. Anat. und Phys.*, *Anat. Abth.*, 1900.
- LEVI (G.). — Beitrag zum Studium der Entwicklung des knorpeligen Primordialcraniums des Menschen, *Archiv f. mikr. Anat.*, Bd. LV, 1900.
- LUCY. — *Anomalies de l'occipital*, Thèse, Lyon, 1889-90.
- NOORDEN (Van). — Beitrag zur Anatomie der knorpeligen Schädelbasis menschlicher Embryonen, *Arch. f. Anat. und Phys.*, *Anat. Abth.* 1887.
- NOORDENBOS. — Ueber die Entwicklung des Chondrocraniums der Säugethiere, *Petrus Camper*, Del. III, 1905.
- POUCHET (G.). — *Mémoire sur le grand fourmilier*, Paris, 1874.
- SIEGMUND VON SCHUMACKER. — Ein Beitrag zur Frage der Manifestation des Occipitalwirbels, *Anat. Anz.*, Bd. XXXI, n° 6, 1907.
- SPÖNDLI (H.). — Ueber das Primordialschädel der Säugethiere und des Menschen, *Inaug. Diss.*, Zürich, 1846.
- STÖHR (P.). — Zur Entwick. d... Schädels, etc., *Zeitschrift f. wissenschaft. Zoologie*, 1879 et 1881.
- TOURNEUX (J.-P.). — *Base cartilagineuse du crâne et organes annexes*, Thèse, Toulouse, 5 avril 1911.

2° Chorde dorsale basilaire.

- FROBIEP (A.). — Kopftheil der Chorda dorsalis bei menschlichen Embryonen, *Festgabe Jacob Henle*, 1882.
- KEIBEL. — Zur Entwicklung der Chorda bei Säugern, *Archiv f. Anat. und Phys.*, *Anat. Abth.*, 1889.
- LEBOUCQ. — Recherches sur le mode de disparition de la corde dorsale chez les Vertébrés supérieurs, *Arch. de Biol.*, vol. I, 1890.
- LECHE (W.). — Die Chorda dorsalis im Schädel erwachsener Säugethiere, *Anat. Anz.*, 1906, Bd. XXVIII.
- LINCK (A.). — Beitrag zur Kenntniss der menschlichen Chorda dorsalis, *Anat. Hefte*, Bd. XXXXII, H. 3, 1911.
- LOEWE (L.). — Zur Kenntniss der Säugethierchorda, *Archiv f. mikr. Anat.*, Bd. XVI, 1879.
- MINOT (Ch. S.). — The Segmental Flexures of the Notochord, *Americ. Journ. Anat.*, vol. VI, 1907.

- MOSTERMANN (A. T.). — On the Origine of the Vertebrate Notochord and Pharyngeal Clefts, *Rep. 68. Meet. Brith. Assoc.*, Bristol, 1899.
- PAULISCH. — Das vordere Ende der Chorda dorsalis, *Archiv f. Anat. und Phys.*, 1887.
- ROBIN (Ch.). — Mémoire sur l'évolution de la notocorde, etc., *Mém. de l'Institut, Académie des sciences*, t. XXXVI, 1870; lu le 6 mai 1867.
- SAINT-REMY (G.). — Sur la signification morphologique de la poche pharyngienne de Seessel, *Soc. de Biol.*, 1895.
- Recherches sur l'extrémité antérieure de la corde dorsale chez les Amniotes, *Arch. de Biol.*, t. XIV, 1895.
- SCHAFFER (J.). — Die Rückensaite der Säugethiere nach der Geburt, etc., *Sitz. d. k. Akademie d. Wissensch. in Wien*, 1910.
- TOURNEUX (F.) ET TOURNEUX (J.-P.). — Présentation d'une série de dessins concernant le développement de la base du crâne chez quelques Mammifères, et, en particulier chez l'Homme, *Association des Anatomistes*, Lille, mars 1907.
- USSOFF. — Das vordere Ende der Chorda, *Anat. Anz.*, Bd. XXXV, 1909.
- WILLIAMS (LEONARD W.). — The Later Development of the Notochord in Mammals, *Amer. Journ. Anat.*, vol. VIII, n° 3, 1908.

BIBLIOGRAPHIE

H. VON EGGELING. — **Der Aufbau der Skeletteile in den freien Gliedmassen der Wirbeltiere. Untersuchungen an urodelen Amphibien.** Iéna, G. Fischer, 1911.

Dans ce livre, H. von Eggeling s'occupe de la constitution et de l'évolution qu'offre le *squelette des membres* des Amphibiens urodèles. Les objets d'étude sont nombreux, à savoir : 1° le protée; 2° le ménobranche; 3° les sirénides; 4° les amphiumidés; 5° les ménopomidés; 6° les salamandridés (desmognathisés, pléthodontinés, amblystomatins et salamandridés proprement dits, tels que la Salamandre et le Triton).

L'auteur étudie spécialement les segments allongés de la portion libre des membres pour la raison que voici : ces os longs ont toujours la structure caractéristique du squelette de l'animal.

Les os longs des membres se composent, sur les sujets jeunes, de deux épiphyses cartilagineuses, et, d'une diaphyse de cartilage calcifié, entourée d'un manchon osseux. Ce dernier serait d'origine périostique, car le tissu conjonctif du périoste se transformerait en substance osseuse.

Chez les protées et les sirénides, les os longs des membres manquent de vaisseaux sanguins, sauf chez les sujets de grande taille, c'est-à-dire âgés. Les os longs sont vasculaires chez les amphiumidés et les ménopomidés.

En ce qui concerne la *structure fine* du tissu osseux, H. von Eggeling arrive aux résultats suivants. Chez les *Phanérobanches*, le protée, par exemple, la substance osseuse montre des fibres claires, très réfringentes; fines dans les zones internes de la diaphyse, ces fibres sont grosses et serrées dans les zones externes du manteau osseux. En un mot, la substance fondamentale de l'os est constituée par des fibrilles, fines ou épaisses, qui se dirigent en tous sens. Des lignes concentriques qui limitent et qui séparent les couches osseuses partent des fibrilles radiées formant un réseau qui contient les grosses fibres à direction oblique ou irrégulière. Chez les *Cryptobanches*, on n'observe que les fibrilles correspondant aux zones externes de l'os des *Phanérobanches*. Chez les *Caducibanches* ou salamandridés, la substance osseuse possède des fines fibrilles et des grosses fibres.

H. Von Eggeling est peu explicite, dans ses descriptions, sur la nature des éléments figurés qui entrent dans la composition de la substance fondamentale de l'os. A le lire, on croirait qu'il les prend pour des fibrilles et des fibres collagènes. Heureusement ses planches reproduisent la réalité qui est en contradiction avec le texte. Les dessins du livre que nous analysons confirment les résultats que j'ai obtenus antérieurement. En effet, dès 1905, j'ai montré¹ que les éléments figurés de la substance fondamentale sont, non point des fibrilles conjonctives ou collagènes, mais des fibres de protoplasma granuleux ou chromophile qui se divisent et se subdivisent pour constituer un réticulum chromophile. J'ai retrouvé la même structure dans l'os *inactif* et *suractif*². L'os de la Chauve-souris est constitué de même³.

Laissant de côté l'os des Vertébrés supérieurs, voici dans quels termes j'ai résumé⁴ en 1908 la structure de celui des Batraciens : « La substance fondamentale (ou intercellulaire du tissu osseux) est composée partout d'une trame et d'une masse amorphe dont la disposition et les proportions varient. Chez l'*Axolotl* et la *Salamandre*, la trame affecte la forme d'un réseau à fils épais et anastomotiques circonscrivant des mailles étroites. La *Grenouille* et le *Triton* possèdent des os dont la trame est à mailles plus larges; les fils ou prolongements chromophiles sont plus déliés, se ramifient davantage et affectent une disposition *arborisée*⁵. La matière amorphe y est abondante et plus chargée de sels calcaires. »

Dans le texte, H. v. Eggeling ne parle que de « fibres » sans qualificatif, mais ces fibres qu'il suppose de nature collagène s'entre-croiseraient en tous sens. La figure 3 de la planche I, qui représente une coupe transversale de l'humérus du protée, confirme la description et les conclusions que nous avons données de l'os des Vertébrés et des Batraciens en particulier : des capsules osseuses, complètement closes, partent des prolongements granuleux ou chromophiles qui se ramifient et s'anastomosent avec leurs congénères pour déterminer la formation d'un réticulum à larges mailles qui contiennent une masse amorphe. Je suis heureux de cette constatation et il est facile de comprendre pour quelles raisons H. v. Eggeling n'a pu faire la distinction entre les prolongements granuleux ou chromophiles et les fibres collagènes : le matériel dont-il disposait provenait en grande partie de pièces fixées et conservées dans l'alcool.

Laissant dans l'arrière-plan la structure fine de l'os, H. von Eggeling

1. *Journal de l'Anatomie*, 1905, p. 561, et 1906, p. 193 et 436.

2. Voir Retterer, *Anatomie et Physiologie animales*, 3^e édit., 1909, Hachette. Paris.

3. Voir Retterer et Lelièvre, *C. R. de la Société de Biologie*, 29 avril 1911.

4. Structure comparée du tissu osseux, *C. R. de la Société de Biologie*, 21 mars 1908, p. 488.

5. La trame du tissu osseux ne contient pas de fibres conjonctives ou collagènes; ses éléments figurés sont tous granuleux, chromophiles et anastomotiques.

apporte dans son livre de nombreux documents et des observations des plus intéressantes sur les points suivants : 1^o variations du tissu osseux quant à la présence des grosses ou des fines fibres de la trame; 2^o mode de développement des canaux de Havers; 3^o relations de l'ossification enchondrale et de l'origine des espaces médullaires. Ces études de l'os des Vertébrés inférieurs répandront beaucoup de lumière sur l'histogénèse du tissu osseux des Vertébrés supérieurs.

ÉD. RETTERER.

Le propriétaire-gérant : FÉLIX ALCAN.

LIBRAIRIE FÉLIX ALCAN

REVUE DE MÉDECINE & REVUE DE CHIRURGIE

La *Revue de Médecine* et la *Revue de Chirurgie* paraissent tous les mois : chaque livraison de la *Revue de Médecine* contient 5 à 6 feuilles grand in-8; chaque livraison de la *Revue de Chirurgie* contient de 11 à 12 feuilles grand in-8.

S'ADRESSER POUR LA RÉDACTION :

Revue de Médecine : à M. le P^r Landouzy, 15, rue de l'Université, Paris (7^e), ou à M. le P^r Lépine, 1, place Gailleton, Lyon.

Revue de Chirurgie : à M. le P^r E. Quénu, École de Médecine, Paris (6^e).

POUR L'ADMINISTRATION :

A la Librairie Félix Alcan, 108, boulevard Saint-Germain, Paris (6^e).

PRIX D'ABONNEMENT :

| Pour la Revue de Médecine | | Pour la Revue de Chirurgie | |
|--------------------------------------|--------|--------------------------------------|--------|
| Un an, Paris | 20 fr. | Un an, Paris | 30 fr. |
| — Départements et étranger | 23 fr. | — Départements et étranger | 33 fr. |
| La livraison, 2 fr. | | La livraison, 3 fr. | |

Les deux *Revues* réunies, un an, Paris, 45 fr.; départements et étranger, 50 fr.

Les abonnements partent du 1^{er} janvier.

Les quatre années de la *Revue mensuelle de Médecine et de Chirurgie* (1877, 1878, 1879 et 1880) se vendent chacune séparément 20 fr.; la livraison, 2 fr.

Les trente premières années (1881 à 1910) de la *Revue de Médecine* se vendent le même prix. Les dix-huit premières années (1881 à 1898) de la *Revue de Chirurgie*, 20 fr.; les autres années, 30 fr.

LIBRAIRIE FÉLIX ALCAN

Viennent de paraître :

J. BŒCKEL ET **A. BŒCKEL**

Chirurgien de l'hôpital civil de Strasbourg.

DES FRACTURES DU RACHIS CERVICAL

SANS SYMPTÔMES MÉDULLAIRES

14 Observations et 20 Planches radiographiques inédites.

1 vol. in-8 (*Ouvrage couronné par l'Académie de Médecine*) 8 fr.

F. LAGRANGE

LA FATIGUE ET LE REPOS

La Fatigue - La Conservation des forces - La Médication par le repos.

PUBLIÉ AVEC LE CONCOURS DU D^r F. DE GRANDMAISON

Un vol. in-8 6 fr.

LIBRAIRIE FÉLIX ALCAN

Récemment parus :

D^r JAMES MACKENSIE

Membre du Collège royal des Médecins.

LES MALADIES DU CŒUR

TRADUIT SUR LA DEUXIÈME ÉDITION ANGLAISE

Par le D^r A. FRANÇON, Médecin consultant à Aix-les-Bains.

PRÉFACE DE M. LE D^r H. VAQUEZ

Professeur agrégé à la Faculté de médecine, Médecin des Hôpitaux de Paris.

Un fort vol. in-8, avec 280 figures dans le texte et hors texte. 15 fr.

TRAITÉ INTERNATIONAL DE PSYCHOLOGIE PATHOLOGIQUE

Publié sous la direction du D^r A. MARIE, de Villejuif.

TOME DEUXIÈME

PSYCHOPATHOLOGIE CLINIQUE

PAR MM. LES

P^{rs} Bagenoff, Bechterew, D^r Bourilhet, Capgras, Colin, Deny, Hesnard, Lhermitte,
Magnan, A. Marie, P^{rs} Pick, Pilcz, Régis,
D^r Riche, Roubinovitch, Sérieux, Sollier, P^r Ziehen.

Un vol. grand in-8, xxiii-1000 pages, avec 341 gravures dans le texte. 25 fr.

Précédemment paru : TOME PREMIER. — PSYCHOPATHOLOGIE GÉNÉRALE

(Méthodes générales d'examens et de diagnostic des cas d'aliénations mentales)

Par MM. les Professeurs GRASSET, DEL GRECO, P. MARIE, P. MINGAZINI, MARINESCO, LUGARO,

L. LAVASTINE, MEDEA, CLOUSTON, DIDE, BECHTEREW, CARRARA FERRARI, MARRO.

Un fort volume grand in-8, de xx-1028 pages, avec 353 gravures dans le texte. 25 fr.

Le TOME TROISIÈME, terminant l'ouvrage, paraîtra en janvier 1912.

L'ANAPHYLAXIE

Par CH. RICHEL, Professeur à la Faculté de médecine de Paris.

Un volume in-16. 3 fr. 50

Coulommiers. — Imprimerie PAUL BRODARD.

7514

JOURNAL
DE
L'ANATOMIE
ET DE
LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

Fondé par **CHARLES ROBIN (1864-1885)**

CONTINUÉ PAR

GEORGES POUCHET (1885-1894) et **MATHIAS DUVAL (1894-1907)**

PUBLIÉ PAR MM.

E. RETTERER

Professeur agrégé à la Faculté de médecine
de Paris.

F. TOURNEUX

Professeur à la Faculté de médecine
de Toulouse.

AVEC LE CONCOURS DE MM.

A. BRANCA

Professeur agrégé
à la Faculté de médecine
de Paris.

G. LOISEL

Directeur
du Laboratoire d'Embryologie générale
à l'École des Hautes Études.

A. SOULIÉ

Professeur agrégé
à la Faculté de médecine
de Toulouse.

XLVIII^e ANNÉE, 1912. — N^o 2. — MARS-AVRIL

LIBRAIRIE FÉLIX ALCAN

108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, PARIS

TABLE DES MATIÈRES DU N° 2

| | |
|--|-----|
| A. PRENANT. — Problèmes cytologiques généraux soulevés par l'étude des cellules musculaires (avec 22 figures) [suite]..... | 111 |
| Ch. FONTAN. — Articulations scapulo-costales (avec 2 figures)..... | 182 |
| Éd. RETTERER et Aug. LELIÈVRE. — Origine, valeur cellulaire et fonctions des leucocytes (avec 1 figure) [suite et fin]..... | 194 |
| BIBLIOGRAPHIE. — La fécondation chimique (parthénogenèse artificielle), par J. Loeb. — Handbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen, par Keibel et Mall. — Untersuchungen über die Struktur der Blutzellen, par A. V. Decastello et A. Krjukoff. | 228 |

Le *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* paraît tous les deux mois :

CONDITIONS DE LA SOUSCRIPTION

| | |
|--|---------|
| Un numéro..... | 6 fr. . |
| Un an, pour Paris..... | 30 |
| — pour les départements et l'étranger..... | 33 |

CHAQUE LIVRAISON CONTIENT :

- 1° Des *travaux originaux* sur les divers sujets que comporte son titre, accompagnés de planches hors texte en noir et en couleurs, et de gravures dans le texte;
- 2° Des *analyses et comptes rendus* de travaux présentés aux Sociétés savantes françaises et étrangères.

IL A EN OUTRE POUR OBJET :

- La *tératologie*, la *chimie organique*, l'*hygiène*, la *toxicologie* et la *médecine légale* dans leurs rapports avec l'anatomie et la physiologie;
- Les applications de l'anatomie et de la physiologie à la *pratique de la médecine*, de la *chirurgie* et de l'*obstétrique*.

Les ouvrages à analyser, et tout ce qui concerne la rédaction, devront être adressés *franco* à la LIBRAIRIE FÉLIX ALCAN, 108, boulevard Saint-Germain, Paris (6°).

LIBRAIRIE FÉLIX ALCAN

Viennent de paraître :

D^r M. DE FLEURY

Membre de l'Académie de médecine.

BRÉVIAIRE DE L'ARTHRITIQUE

1 vol. in-16 de la *Collection médicale*, cart. à l'anglaise. 4 fr.

LES OPIOMANES

MANGEURS, BUVEURS ET FUMEURS D'OPIUM

Étude clinique et médico-littéraire

par

Le D^r Roger DUPOUY

Ancien chef de clinique à la Faculté de Médecine, Médecin de la Maison nationale de Santé de Charenton.

Préface de M. le Professeur RÉGIS

Un volume in-8 (*Ouvrage couronné par la Société médico-psychologique. Prix Esquirol 1911*). 6 fr.

PROBLÈMES CYTOLOGIQUES GÉNÉRAUX

SOULEVÉS PAR L'ÉTUDE DES CELLULES MUSCULAIRES

Par **A. PRENANT**

(Suite ^{1.})

V

Répartition des substances dans les fibrilles musculaires.

(Cytologie, histochimie, histophysique ^{2.})

Ce chapitre est consacré à un essai de détermination et de localisation des substances spécifiques que contiennent les fibrilles musculaires.

L'examen microscopique nous apprend qu'il existe deux sortes de fibrilles : les fibrilles homogènes ou lisses, dont l'observation nous montre la substance identique à elle-même sur toute la longueur du filament; les fibrilles hétérogènes ou striées, dont le microscope nous montre la substance alternativement formée de bandes obscures, par suite transversalement striées. De ces fibrilles striées il convient, dans l'état actuel de nos connaissances, de distinguer plusieurs variétés, qui sont les types simple, composé et complexe (Haswell 1889, Prenant 1901, 1903, fig. 4). Le type simple (A) est celui dans lequel la striation transversale n'est produite que par l'alternance de disques ou bandes claires et sombres, sans autre complication de structure; il paraît réalisé

1. Voir *Journal de l'Anatomie* 1911, n^{os} 5 (septembre-octobre) et 6 (novembre-décembre).

2. Je n'aurais pas songé à faire ce chapitre, si je n'avais pu utiliser l'importante thèse de VLÈS, *Propriétés optiques des muscles*, 1911, dont ce chapitre est presque un résumé.

dans les muscles de certains Invertébrés, mais il n'est peut-être qu'un type provisoire qui disparaîtra quand des observations plus pénétrantes auront révélé dans ces fibres de nouveaux détails de striation. Le type composé (B) est celui où l'hétérogénéité du type simple se complique de la présence de membranes transversales

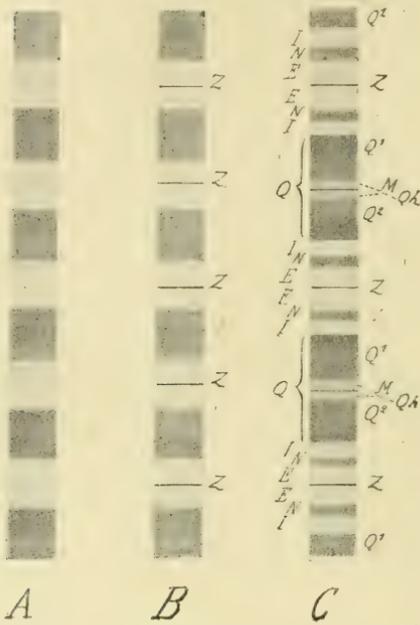


Fig. 1. — Schémas des fibrilles hétérogènes (striées).
A, type simple. — B, type composé. — C, type complexe.

(membranes Z), qui cloisonnent métamériquement la fibrille en traversant chacune une bande claire; c'est le type même de la fibrille striée, celui dans lequel la striation transversale est fonction de deux détails de structure: d'une part l'hétérogénéité de la substance des fibrilles et d'autre part le cloisonnement de ces fibrilles par des membranes qu'on peut considérer comme des diaphragmes (inophragmes) étrangers à la fibrille elle-même. Enfin on peut désigner sous le nom de type complexe (C)

celui dans lequel le nombre des bandes ou disques cellulaires hétérogènes s'est accru par décomposition des disques primitifs, et dans lequel aussi de nouvelles membranes diaphragmatiques sont venues compliquer le cloisonnement transversal; ce type, dont la complexité est d'ailleurs plus ou moins grande, s'observe notamment dans les fibrilles musculaires des ailes des Insectes fortement étirées.

Les divers disques et les diverses cloisons qui se succèdent le long d'une fibrille ont été désignés, suivant la nomenclature de Rollett et d'autres auteurs allemands, par les lettres de l'alphabet. Les membranes transversales Z cloisonnent la fibrille en compar-

timents successifs, les cases musculaires (sarcomères de E. Schäfer 1892, 1902 et Mac Dougall 1898, Kommata de Heidenhain 1911). Dans chaque case se trouve un disque sombre Q (*Querscheibe*), qui est partagé en deux segments Q¹ et Q² par une bande plus claire Qh ou H (strie de Hensen, *helle Querscheibe*).

La membrane Z divise le disque clair en deux moitiés, dont l'une appartient à la case musculaire précédente, l'autre à la case musculaire suivante. Chacune de ces moitiés du disque clair est à son tour partagée en deux bandes secondaires I et E par un disque sombre accessoire N (*Nebenscheibe*). Outre la membrane transversale Z, une autre membrane horizontale plus mince, M (*Mittelmembran*) traverse Qh en son milieu. Enfin une mince membrane limitante T (strie de Tourneux) termine Q¹ et Q² et les limite vis-à-vis du disque clair.

Tel est le schéma de la fibrille musculaire striée, dans l'état de complication la plus grande, tel qu'on peut le trouver dans les muscles thoraciques des Insectes (fig. 2). Déjà cette structure témoigne d'une différence qualitative entre les substances constitutives de la myofibrille ou tout au moins de la répartition d'une même substance différente et plus ou moins abondante selon les disques considérés.

Des moyens d'investigation variés permettront de pénétrer plus avant dans la localisation des substances de la fibrille musculaire. C'est d'abord l'observation microscopique habituelle, faite en lumière ordinaire, avec ou sans coloration de la préparation. C'est en second lieu l'analyse microchimique du muscle et l'examen microchimique des fibrilles. Enfin et surtout c'est l'étude physique du muscle, la détermination de ses diverses propriétés optiques, savoir : l'analyse spectroscopique, l'observation à l'ultramicroscope, à la lumière ultra-violette et surtout en lumière polarisée.



Fig. 2. — Fibrille musculaire (colonnette) de l'aile de l'*Hydrophile* d'après un cliché du Prof. Tourneux. — Stade de repos, tension exagérée. Lettres comme dans la figure 1.

I. — OBSERVATION MICROSCOPIQUE EN LUMIÈRE ORDINAIRE.

Le fait capital que révèle l'observation microscopique même la plus sommaire est celui sur lequel l'attention a été attirée dès le début de ce chapitre. Dans les fibrilles dites lisses, la substance se montre homogène sur toute la longueur des fibrilles. Dans les fibrilles striées, elle est hétérogène, décomposée en bandes ou disques de caractères alternativement différents, obscurs et clairs, colorables ou peu colorables. Si l'on fait abstraction des membranes transversales Z et M, qui n'appartiennent pas en propre aux fibrilles, les détails de structure qui ont été indiqués plus haut peuvent être négligés, car ils se résument dans l'alternance et l'opposition de deux substances d'aspect différent localisées dans des disques différenciés. Le cas le plus compliqué, représenté dans la figure par le schéma C, peut ainsi être ramené au cas simple du schéma A, où nous sommes en présence de deux sortes de disques seulement, les uns clairs, les autres sombres. Quelle idée faut-il se faire de cette différence d'aspect, et quel en est le substratum?

Le disque sombre Q, considéré dans son ensemble, est obscur, c'est-à-dire qu'à son niveau la lumière est fortement absorbée. Cependant il n'est pas homogène dans toute son étendue et présente des caractères optiques différents, suivant les points qu'on examine; la bande Q_h est plus claire que le reste du disque. En faisant usage de réactifs colorants, on constaterait de même que Q ne se colore pas uniformément et que Q_h est moins colorable. Ces faits ont amené Merkel 1881 et avec lui Rutherford 1890, 1897 et Tourneux 1992 à admettre dans le disque Q l'existence de deux substances au moins, de propriétés différentes, qui pendant l'extension et la contraction se comportent différemment. D'après Merkel, de ces deux substances, l'une est sombre à la lumière ordinaire, monoréfringente, colorable par le carmin et l'hématoxyline (et même selon Tourneux spécifiquement colorable). Cette substance change de place par l'extension de la fibre et pendant la contraction; aussi Merkel la nomme-t-il « substance cinétique »

(fig. 3, *cin*). L'extension la déplace de la bande claire; pendant la contraction elle s'accumule de chaque côté de la membrane transversale Z pour former la « bande de contraction ». L'autre substance est claire à la lumière ordinaire, biréfringente, peu colorable; Merkel l'appelle « substance disdiaclastique » (fig. 3, *dis*). L'extension de la fibre la laisse en place; par la contraction ou bien elle accompagne la substance cinétique dans son déplacement, ou bien elle demeure immobile dans le disque Q (fig. 3, C). Le mélange intime des deux substances caractériserait l'état de repos; leur séparation plus ou moins complète, l'état de contraction.

La distinction de ces deux substances et leur sort, différent pendant la contraction, n'ont pas été généralement admis; Engelmann 1881 et Heidenhain 1898 se sont notamment prononcés contre l'existence de deux substances différentes. Pour Engelmann et pour Heidenhain, le disque Q ne contient qu'une seule matière; la plus grande obscurité et la colorabilité plus forte de la bande de contraction ne tiennent pas à l'accumulation d'une substance cinétique spéciale venue du disque Q; elles sont dues à ce que cette bande s'appauvrit en eau, tandis que le disque Q s'imbibé et se gonfle de liquide qui lui est fourni par le disque clair.

Ce disque clair possède des caractères opposés à ceux du disque sombre Q; il est donc clair, monoréfringent et peu colorable. Merkel

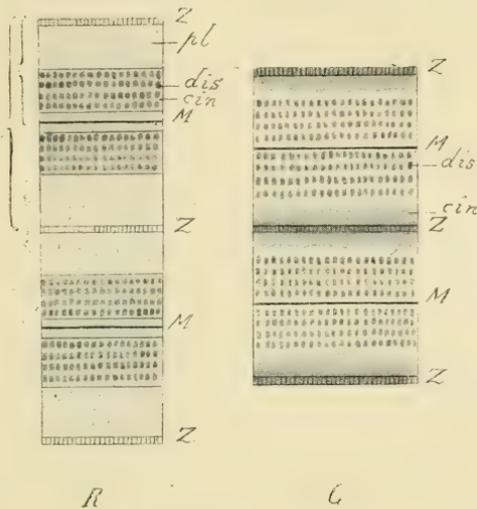


Fig 3. — Schémas de la théorie de Merkel. — R, stade de repos; C, stade de contraction (inversion). — Z, membrane; M, membrane moyenne; *dis*, substance disdiaclastique; *cin*, substance cinétique. — En R, la substance disdiaclastique étant restée en place, la substance cinétique s'est déplacée, et s'est accumulée contre la membrane Z, produisant le phénomène de l'inversion de coloration; *pl*, substance plasmatique occupant le disque clair. Les accolades indiquent l'étendue de la case et de la demi-case musculaires.

y admet l'existence d'une troisième substance constitutive de la fibrille, la « substance plasmatique ». Cette matière serait absorbée pendant la contraction par la substance disdiaclastique du disque Q, dont elle produirait le gonflement. Mais Engelmann, Heidenhain et la plupart des histologistes ont nié l'existence de cette troisième substance distincte de celles que contient le disque Q; pour eux les caractères différentiels du disque clair et du disque sombre

tiennent simplement à ce que le premier est plus riche en eau que le second.

Le disque sombre Q étant l'élément principal, activement contractile, de la fibrille musculaire, on s'est évertué à lui trouver aux plus forts grossissements une structure intime capable de rendre compte du phénomène de la contraction, ou tout au moins on lui a supposé une structure.

Kornilowitch (1903) et Schlater (1905, 1906) ont avec raison insisté sur ce que les fibrilles sont typiquement associées deux par deux pour former un fascicule élémentaire. Chaque fibrille présente au niveau du disque Q deux renflements; d'où résultent deux paires de grains assemblés en une tétrade (fig. 4).



Fig. 4. — Schémas de Schlater et de Kornilowitch, A, schéma de Schlater; B, de Kornilowitch.

Schlater, de plus, considère l'article Q de chaque fibrille comme formé d'un bâtonnet spiral légèrement tordu sur son axe et portant à chacune de ses extrémités un ellipsoïde, qui est le grain dont il vient d'être parlé (fig. 4). Les images de Kornilowitch et de Schlater ne sont sans doute que des aspects d'extension, dus au fort étirement des fibrilles.

H. Martin (1882), Retzius (1890), Arnold (1909) ont aperçu dans le disque Q des granules. Wagener (1880) avait même cru voir que Q était divisé en petites sphérules disposées selon l'ordre des fibrilles et unies ensemble par une substance isotrope, de sorte que Q était lui-même strié transversalement. Arnold, en colorant le muscle à l'hématoxyline au fer et décolorant plus ou moins complètement, a décelé dans le disque Q et particulièrement à ses extré-

mités des granules qu'il appelle des myosomes, et qui sont plongés dans une substance homogène; les aspects obtenus sont d'ailleurs assez variables (fig. 5). Il admet que le disque ou bâtonnet Q est formé de deux parties: un bâtonnet homogène qu'il appelle myokonte; des granules ou myosomes, qui y sont enfouis. Ces granules ne doivent pas être pris pour des sarcosomes, puisqu'ils sont situés à l'intérieur du disque Q.

D'après Mac Dougall (1898), le contenu de chaque case musculaire, de chaque sarcomère, serait partagé par trois cloisons élastiques et extensibles en quatre compartiments superposés. Selon la description que E. A. Schäfer (1891, 1902), donne des muscles fibrillaires des Insectes, le contenu du sarcomère, c'est-à-dire le sarcous elements ou disque sombre Q peut se partager par des bandes horizontales en deux ou quatre disques secondaires superposés; la strie claire de Hensen H est l'une de ces bandes (fig. 6). Le disque Q est d'ailleurs traversé par des canalicules verticaux, où circule la substance plasmatique et liquide du disque clair; dans les fibres rétractées et contractées, ces canalicules sont élargis et raccourcis, si bien que la substance liquide pénètre dans ces canalicules; dans les fibres étirées, les canalicules sont plus longs et plus étroits et le liquide s'en retire et se répand dans les disques clairs. W. Krause (1876) avait déjà observé une striation verticale des disques sombres, mais l'avait attribuée à des filaments longitudinaux.

On sait que des hypothèses célèbres ont été formulées par Brücke (1858) et par Engelmann (1873, 1878) sur la structure intime moléculaire et ultra-microscopique de la substance contractile des fibrilles. Brücke, s'inspirant des données de Bartholin sur la constitution des cristaux de spath, a supposé que le disque Q était formé de particules cristallines très fines régulièrement rangées, qu'il a appelées



Fig. 5. — Fibrille musculaires avec myosomes dans les disque Q, d'après Arnold.



Fig. 6. — Constitution des cases musculaires (sarcomères) des fibrilles dans les muscles alaires de Vespa, d'après E. A. Schäfer. — La figure représente les canalicules dans deux demi-sarcous elements isolés.

des disdiaclastes : particules dont le changement d'orientation produirait le phénomène de contraction. On verra plus loin que certains faits viennent matérialiser cette conception théorique. Engelmann d'autre part, dont Heidenhain a repris les idées, a admis que la fibrille musculaire et particulièrement le disque Q était composé de particules sériées longitudinalement, les inotagmes.

II. — OBSERVATIONS MACROCHIMIQUES ET MICROCHIMIQUES.

La manière dont les différentes substances chimiques constitutives du muscle sont réparties dans une fibrille musculaire est encore loin d'être connue de façon satisfaisante.

La charpente solide qui forme la paroi des cases musculaires, c'est-à-dire les membranes Z et les membranes latérales des fibrilles (admis par certains auteurs), constitue la majeure partie du stroma musculaire des chimistes. En analysant ce stroma, Schipiloff et Danilewsky (1881) y ont trouvé une grande quantité de lécithines ; en observant des fibrilles débarrassées des matières albuminoïdes par l'acide chlorhydrique, ces auteurs ont pu voir que la structure de la fibrille était en partie conservée ; ils ont constaté la biréfringence faible de la membrane Z et de la strie Qh, biréfringence qu'ils ont attribuée à la lécithine. Évaporée de ses solutions, la lécithine se présente en effet sous la forme d'un dépôt biréfringent, sans être pour cela cristallisée. Schipiloff et Danilewsky se considèrent d'après cela comme autorisés à croire formés de lécithine la membrane Z, la strie Qh et probablement les disques accessoires N. D'ailleurs, à l'appui de leur opinion, ils constatent que les substances (alcool étheré) qui dissolvent la lécithine ou celles (acide chromique) qui la détruisent, attaquent la membrane Z entre les fibrilles, là où elle n'est pas protégée par les albuminoïdes de la bande claire E, permettant ainsi la dissociation des fibrilles.

Dans le même travail (1881), Schipiloff et Danilewsky sont arrivés à la conclusion que la myosine forme la substance des disques Q. La fibre musculaire en effet, lavée simplement à l'eau, n'a rien perdu de sa biréfringence : au contraire après élimination de la myosine

par l'acide chlorhydrique étendu, le contenu de la case musculaire ne se compose plus que de grains isotropes, tandis que les membranes Z et les bandes Qh ont conservé leur structure et leur biréfringence. Les auteurs concluent donc que la myosine enlevée par HCl constituait les deux moitiés Q¹ et Q² du disque sombre.

Certains faits les conduisent à se représenter que la myosine doit être contenue dans le disque Q à l'état de particules cristallines. En effet la myosine solubilisée en nature par l'acide HCl à 0,01 p. 100 ou transformée en syntonine par l'acide plus concentré à 0,4 p. 100, se présente, après précipitation par un réactif ou par la dessiccation, sous la forme biréfringente. Or des filtrations répétées apprennent que cette myosine ou cette syntonine ne sont qu'à l'état de pseudo-solution; car des particules en suspension restent dans les parois du filtre et le filtrat perd son opalescence en s'appauvrissant en myosine. Au contraire, la syntonine obtenue par action prolongée de HCl à 2 p. 100 à une température de 70°-80° n'est plus biréfringente, pas plus que la myosine qu'elle peut servir à régénérer, tandis que la myosine régénérée de la syntonine biréfringente est elle-même biréfringente. Par suite, le disque Q contiendrait la myosine sous forme de particules solides cristallisées; les liaisons d'orientation entre les molécules seraient assez fortes pour résister à la transformation en chlorhydrate ou même en syntonine, et le lavage par HCl à 0,01 p. 100 ne ferait qu'entraîner ces cristaux en pseudo-solution. La pseudo-solution serait isotrope, parce que, ses cristaux flottant en tous sens, leurs actions élémentaires sur la lumière polarisée se compensent; mais au moment de la précipitation ou de la dessiccation, les cristaux s'influencent réciproquement s'orientent parallèlement, ce qui produit la biréfringence. Leur orientation parallèle existe dans le disque Q, où elle est favorisée par la tension de la fibrille dans le sens longitudinal. Le disque Q serait en somme un groupement parallèle de cristaux élémentaires de myosine. C'est là, d'après Schipiloff et Danilewsky, une matérialisation remarquable de la théorie des disdiaclasses de Brücke.

Danilewsky (1882) s'aperçut ensuite que les réactifs dissolvants qui avaient été employés (l'acide chlorhydrique et le chlorure d'ammonium à 12-15 p. 100) exercent une action trop générale et

dissolvent autre chose que la myosine. Si l'on se sert de chlorure d'ammonium à 5 p. 100 seulement, on peut extraire toute la myosine du muscle sans altérer en rien sa structure microscopique, respectant en particulier le disque Q et sa biréfringence. La myosine donc doit être localisée dans la bande claire, et le disque Q est constitué essentiellement par une autre substance protéique, la myostroïne. Ces résultats de Danilewsky ont été confirmés par J. Holmgren (1893). Depuis cette époque déjà assez reculée, divers faits, le dédoublement de la myosine de Kühne, la présence de myosinogène dans le plasma musculaire sont venus éloigner de sa solution définitive la question de la localisation fibrillaire des albuminoïdes spécifiques du muscle.

D'autres essais de détermination topographiques ont été faits pour d'autres substances que la myosine. Mac Callum (1905) a essayé de préciser l'endroit du tissu musculaire où se trouve le potassium, en employant une modification de la méthode d'Erdmann par le nitrate de cobalt; le sel formé est un précipité morphologiquement reconnaissable. Les fibres lisses ne renferment que peu de potassium, qui est diffus dans toute la fibre. Dans les fibres striées, ce métal est localisé aux disques Q; les membranes Z et M, le sarcoplasme et les noyaux en sont dépourvus. Dans la fibre en contraction, il est accumulé dans la partie médiane de la bande de contraction. Le potassium réside donc uniquement dans la partie biréfringente de la fibrille, qui est vraisemblablement la substance contractile, qui est l'inogène de Hermann.

Mac Callum (1895) et Rutherford (1897) ont montré que le disque Q contient du fer et une nucléine riche en phosphore. Mac Callum établit que, dans les cellules qui se transforment en fibres striées, un peu de chromatine provenant des plaquettes vitellines se dissout dans le cytoplasme, puis passe dans les noyaux, ainsi qu'il arrive dans d'autres cellules; la plus grande partie cependant reste dans le cytoplasme et se localise ensuite aux disques sombres des myofibrilles. Mac Callum regarde d'ailleurs ce processus comme exceptionnel. Mais Eycleshymer (1902, 1904) considère comme improbable la provenance de la chromatine des disques Q que

suppose Mac Callum. Il ne croit pas qu'elle ait son origine dans les grains vitellins, et la fait dériver du noyau, qui, dans la fibre musculaire comme dans d'autres éléments, fournit le matériel nécessaire à la différenciation cytoplasmique. Il se fonde, pour rejeter l'opinion de Mac Callum, sur ce que chez l'adulte les parties basophiles et riches en chromatine de la myofibrille se régénèrent en l'absence de granules vitellins.

Quant à la matière colorante des muscles, quant à l'hémoglobine musculaire, on a dans la spectroscopie du muscle un moyen plus efficace que l'analyse chimique d'en tenter la localisation.

III. — ÉTUDE DES PROPRIÉTÉS OPTIQUES DU MUSCLE.

L'étude physique des propriétés optiques du muscle vient d'être l'objet d'un travail considérable de la part de Vlès. En employant tour à tour les divers moyens d'investigation optique, et en combinant les résultats obtenus par ces différents moyens, il est parvenu à se faire une idée de la localisation des substances contenues dans la fibrille qui donnent des phénomènes optiques. Ce paragraphe est un résumé pur et simple du travail de Vlès.

1. *Spectroscopie des muscles. Absorption.*

Quand Kühne (1864) et Ray-Lankester (1871) eurent trouvé dans le spectre musculaire deux bandes d'absorption situées dans la région jaune-verte correspondant sensiblement à celles de l'oxyhémoglobine et se résolvant de la même façon que celle-ci en une seule raie sous l'influence des réducteurs, on considéra comme démontrée l'existence du pigment sanguin dans la substance musculaire. Mais on sait que la coïncidence de bandes dans les spectres de deux substances différentes prouve non l'identité mais seulement la présence de ces deux substances, c'est-à-dire la présence dans l'une et dans l'autre de certains groupements moléculaires communs. Il existe en effet, comme Mörner (1897) l'a montré, de

notables différences entre les hémoglobines musculaire et sanguine. L'hémoglobine musculaire est d'ailleurs jusqu'à un certain point indépendante de l'hémoglobine sanguine; ainsi, d'après Vlès, dans les muscles de la radula du Chiton qui sont d'un beau rouge, l'hémoglobine existe en l'absence de pigment sanguin hémoglobique.

Mac Munn (1886-87) a décrit, dans une série de mémoires, des pigments propres aux muscles. Il a recherché en général si, à côté des pigments respiratoires dits sanguins (hémoglobine, hémocyanine) il n'existe pas dans les divers tissus d'autres pigments leur appartenant en propre. Il a appelé histohématines ces pigments des tissus. Parmi ces histohématines il décrit les myohématines, pigments respiratoires des muscles, donnant des spectres particuliers; il les trouve dans les muscles alaires des Coléoptères et dans d'autres. Il y a des muscles qui ne renferment pas de myohématine; chez les Vertébrés il y a tantôt association de la myohématine et de l'oxyhémoglobine, tantôt remplacement de la première par la seconde. La myohématine n'a pas paru toutefois à Hoppe-Seyler, Lévy, Lambling, Hammarsten, être une substance chimique définie, distincte des dérivés usuels de l'hémoglobine. De plus, si Hénoque (1903) et d'autres ont obtenu des spectres de myohématine analogues à ceux de Mac Munn, Mörner n'a pas retrouvé cette substance.

Vlès a cherché à déterminer la répartition de l'absorption dans les différentes parties de la fibre striée. Déjà des différences d'absorption existent à l'examen microscopique direct; les disques Q sont plus sombres que les disques E-I; l'absorption joue probablement un rôle prépondérant dans la différenciation des disques sombres et des disques clairs. Pour déterminer la localisation de l'absorption aux différents disques, Vlès spectrographie la fibre musculaire entre nicols croisés, de façon que la presque totalité de la lumière sortie de l'analyseur ait traversé les disques Q réfringents. L'étude des spectrogrammes pris dans trois muscles différents (muscle de la pince de l'Écrevisse, muscle gastrocnémien de la Grenouille, muscle adducteur postérieur des valves de la Moule) donne les résultats généraux suivants. Certaines bandes des spectres mus-

culaires, comparées à celles des spectres sanguins ont des affinités avec ces dernières, sans qu'il y ait cependant identité entre les deux; c'est ce que Vlès appelle dans le spectre musculaire les groupements ou « dérivées hématiques » (fig. 11, *h*). D'autres bandes au contraire sont tout à fait indépendantes de celles du pigment sanguin; il les nomme « dérivées sarcoplasmiques », parce qu'il suppose qu'elles sont dues à l'absorption par le sarcoplasma et par les formations sarcoplasmiques au sens large. Les bandes dérivées hématiques sont localisées aux disques Q; aucune n'a pour siège exclusif E-I; les bandes dérivées sarcoplasmiques sont ou bien supportées par les disques Q ou bien générales à toute la fibre. En comparant entre eux les spectrogrammes des trois types musculaires qu'il a étudiés, Vlès trouve des bandes spécifiques et propres à chaque type et des bandes communes à tous les trois. Les bandes dérivées hématiques sont spécifiques. Parmi les dérivées sarcoplasmiques, il est une bande commune aux trois types qui par sa constance représente un groupement moléculaire très important de la fibre musculaire, nécessaire à la propriété de contractilité (fig. 11, *s*). D'autres dérivées sarcoplasmiques sont spécifiques; de plus, étendues à toute la fibre lisse, elles sont localisées dans la fibre striée aux disques Q (fig. 11, *s*). Le tableau suivant résume ces données: (voir fig. 11).

| | | | | |
|---------------------------------|---|----------------------------|---|-------------------------------|
| <i>Dérivées sarcoplasmiques</i> | — | communes à divers types | — | générales à toute la fibre |
| <i>Dérivées hématiques</i> | — | spécifiques | — | localisées aux disques Q. |

Quelles indications peut-on tirer de ces faits pour la théorie de la fibre musculaire striée? Elles dérivent, selon Vlès, des relations existant entre les bandes d'un spectre d'absorption et certains groupements moléculaires du système absorbant. On admet, d'après les recherches de Soret et de Dhéré sur la constitution spectrale des albuminoïdes, que le spectre d'absorption d'une substance donnée est la somme des spectres de ses éléments. Dans une famille de corps donnés, la propriété d'absorber une certaine bande est supportée par un groupement moléculaire constant. Il y a là une analogie avec la chimie des colorants; pour qu'un corps soit

coloré, il faut qu'à son radical s'ajoutent des groupements chromophores, supports de la propriété colorante, et des groupements auxochromes sans lesquels les propriétés colorantes des chromatophores n'apparaissent pas. La couleur du corps est la résultante des couleurs spécifiques de ces chromophores dans les conditions déterminées par les auxochromes, et deux corps de constitution très voisine peuvent être l'un coloré, l'autre non, selon que l'auxochrome existe ou non dans leur molécule. De même tout se passe ici comme si chaque bande était liée à un groupement comparable au groupement chromophore, l'absorption totale du corps étant déterminée par la somme des chromophores. On peut dire qu'il y a dans toute fibre musculaire lisse ou striée un groupement absorbant (chromophore) qui est commun à toutes les fibres, existe sur toute leur longueur, sans localisation et sans spécificité, et doit par conséquent avoir une grande importance pour l'essence même de la contraction. Sur ce substratum à position constante sont construits des groupements à position variable ; d'autres chromophores, tant sarcoplasmiques qu'hématiques, diffus dans la fibre lisse, localisés aux disques Q dans la fibre striée. On peut donc déjà prévoir, par l'étude spectroscopique du muscle, ce que vérifiera son étude à la lumière polarisée; c'est que la fibre striée est une fibre lisse dont la substance se serait fragmentée périodiquement sur un substratum fondamental continu.

2° *Observation à l'ultramicroscope.*

Vlès a étudié les fibres musculaires striées à l'ultramicroscope (dispositif de Cotton). La membrane Z est l'élément qui diffracte le plus fortement; elles se présente sous l'aspect d'une mince frange obscure, bordée d'un côté ou des deux par une nappe de franges brillantes; Z se comporte en somme comme un système à variation discontinue. La région comprise entre deux Z est souvent totalement obscure ou à peine et diffusément lumineuse; le disque Q est donc un système à variation continue. Vlès s'est servi de l'observation à l'ultramicroscope pour décider qu'il n'existe pas de membrane à la

limite de Q, que ce disque n'est donc pas un compartiment fermé et autonome. Par suite l'autonomie de Q admise par la plupart des histophysiologistes ne pourrait en tout cas pas servir de base à une théorie électro-capillaire, telle que celles de d'Arsonval ou d'Imbert, qui réclament la présence d'une membrane séparatrice à la limite de Q et du disque clair.

3° Observation à la lumière ultra-violette.

D'après l'expression classique d'Abbe $e = \frac{\lambda}{2n \sin \alpha}$ (dans laquelle e désigne la distance limite de séparation de deux points, λ la longueur d'onde de la lumière employée, n l'indice de séparation du milieu supposé homogène, α le $\frac{1}{2}$ angle d'ouverture de l'objectif), la lumière ultra-violette, dont la longueur d'onde est plus courte, doit reculer la limite inférieure de dimension au delà de laquelle la distinction de deux points n'est plus possible. Or, avec la fibre musculaire striée, on se trouve dans un cas tout à fait particulier de la formation de phénomènes interférentiels, parce que la fibre musculaire possède à la fois une périodicité longitudinale (exprimée par les stries transversales) et une périodicité transversale (due aux fibrilles). Par conséquent le rapport entre la structure réelle de l'objet et son image devient particulièrement complexe et difficile à déterminer. La lumière ultra-violette, en reculant la limite de distinction, pourrait permettre de voir si certaines des grosses stries visibles en lumière blanche ordinaire sont ou non décomposables en stries plus fines et si la striation transversale ne se résout pas en harmoniques de plus en plus petits, comme Heidenhain le suppose. C'est là un premier avantage qu'on peut retirer de l'emploi de la lumière ultra-violette : pénétrer plus avant dans la périodicité longitudinale de la fibrille.

On peut en second lieu, avec les radiations courtes, confirmer ou infirmer l'hypothèse que certains détails ne sont pas réels et ne sont que de simples stries d'interférence. Par la comparaison du même objet vu en lumière ordinaire et en lumière ultra-violette, on peut

faire le contrôle des images et voir si leurs dimensions dépendent de la longueur d'onde employée.

Comme enfin les radiations employées dans le dispositif Kohler sont les radiations du cadmium et du magnésium, et que les raies de ces métaux coïncident avec les bandes générales d'absorption des albuminoïdes (Dhéré), on peut en déduire quelques renseignements sur l'absorption et par conséquent la localisation des divers composants albuminoïdes de la fibre musculaire.

Tels sont les points que Vlès et Mlle Chevroton et Vlès (1909) se sont proposé d'élucider avec le secours des rayons ultra-violets.

Meigs (1908) est le seul auteur qui avant eux ait appliqué la lumière ultra-violette à l'étude du muscle. Pour Meigs, le sarcostyle (fibrille) des muscles alaires des Insectes est traversé à des intervalles de 3μ par des lignes sombres bien marquées, les membranes Z. Il apparaît quelquefois une ligne beaucoup plus faible, correspondant à M, à mi-distance de l'intervalle compris entre deux Z. Sur l'un ou l'autre côté de la ligne sombre Z, se montrent une ou deux lignes brillantes, que Meigs nomme J; d'autres lignes brillantes qu'il nomme H, côtoient de même la ligne sombre M. L'examen du muscle frais ne montre d'ailleurs que trois substances dans le sarcostyle : Q qui en forme les $\frac{9}{10}$, et les deux bandes Z et M. En dénommant J la ligne brillante qui accompagne Z et la sépare de Q, Meigs entend par là désigner le disque clair J, auquel elle correspond par sa situation; et comme cette ligne n'est qu'une frange de réflexion totale, il en arrive à nier l'existence réelle du disque clair et à soutenir que le disque Q remplit toute la case musculaire entre Z.

Cette interprétation est attaquée par Vlès. Selon lui, on peut faire apparaître des franges de Becke en lumière blanche même sur les bords de Z; mais ces franges sont indépendantes du disque clair, dont l'existence est réelle, et le disque Q n'occupe pas toute la case musculaire, comme le prouvent les phénomènes d'absorption localisés à Q et ceux aussi de la biréfringence.

Les résultats de l'examen fait par Vlès en lumière ultra-violette

peuvent se résumer ainsi sur les trois points qu'il s'était proposé d'élucider.

En premier lieu les rayons courts ne revêtent aucun détail de structure plus fine, invisible en lumière blanche.

En second lieu la périodicité longitudinale des fibrilles examinées en lumière ultra-violette et en lumière blanche est la même ; les différences des segments musculaires mesurées avec deux λ différents sont de l'ordre des erreurs de mesure possibles. Par conséquent, la période fondamentale de Z à Z dépend d'un substratum réel ; car l'emploi de deux λ différents, variant du simple au double, aurait dû, en cas d'origine interférentielle, amener une variation de même ordre de la grandeur en question.

Sur le troisième point, les fibres absorbent à peu près uniformément les rayons ultra-violet. Mais cette absorption uniforme ne signifie pas, comme le veut Meigs, que le disque Q remplit toute la case musculaire, mais indique simplement que la substance absorbant la radiation ultra-violette est uniformément répartie dans la case et qu'elle ne correspond pas au disque Q, tel qu'on peut le définir en lumière blanche naturelle ou polarisée. Comme les λ ultra-violet tombent dans les bandes d'absorption générales des albuminoïdes, on peut conclure qu'il n'y a pas surconcentration des radicaux albuminoïdes absorbant ces bandes, dans le milieu du segment musculaire, au niveau du disque Q.

4° *Observation en lumière polarisée. Biréfringence.*

Ainsi qu'il a été dit au chapitre II, trois théories se disputent l'explication de l'éclairement des fibres musculaires sur champ obscur en lumière polarisée ; on peut ramener à trois principales les conditions de la production d'effets biréfringents. Pour Brücke tout d'abord, la biréfringence du muscle est due à la structure cristalline même de la fibre musculaire, à la présence de particules cristallines ou disdiaclasses dans les fibrilles ; c'est donc là une biréfringence naturelle, par structure anisotrope. Selon Engelmann en second lieu, la biréfringence musculaire est produite par l'étire-

ment longitudinal de particules, les inotagmes, dont la biréfringence est due à des phénomènes de tension ; c'est une biréfringence accidentelle, sans structure anisotrope. Rouget en troisième lieu a assimilé l'éclairement du muscle aux phénomènes lumineux de diffraction et de réfraction que produisent les substances anisotropes disposées en lames minces et parallèles ; il ne s'agirait donc que d'une fausse biréfringence, d'un effet optique de « dépolarisation ».

Rappelons que Vlès, en étudiant divers objets à la lumière polarisée, s'est convaincu que seuls les myonèmes des Protozoaires et les fibrilles musculaires s'éclairent par véritable biréfringence, qu'il attribue à leur structure cristalline et qu'il considère par conséquent comme une biréfringence naturelle ; les effets d'éclairement observés sur les cils et formations analogues sont dus à une fausse biréfringence, par dépolarisation. Cette distinction de la nature des causes d'éclairement, Vlès a pu la faire par sa méthode de la variation des indices, dont le principe est essentiellement le suivant. Dans tous les cas de fausse biréfringence, de dépolarisation, l'effet biréfringent est le résultat des discontinuités d'indices qu'offrent les systèmes en présence, essentiellement l'objet et le milieu où il est plongé. Il est bien évident que l'éclairement, que la teinte de polarisation variera avec l'indice de réfraction du milieu. Au contraire on n'observera, en changeant le milieu, aucun changement de cette teinte, dans le cas d'un corps véritablement et naturellement biréfringent.

Vlès ne s'est pas contenté d'éprouver avec cette méthode la valeur de la biréfringence dans les divers organes contractiles (muscles, myonèmes, cils) qu'Engelmann avait déjà étudiés à ce point de vue. Il a aussi analysé de cette façon la structure des fibres musculaires striées observées en lumière polarisée.

La plupart des histologistes qui ont étudié la fine structure des muscles et particulièrement les détails de la striation transversale ont noté les aspects des fibrilles et de leurs différents disques observés en lumière polarisée et ont attaché la plus grande importance au caractère de la biréfringence et de la monoréfringence.

Il est reconnu par tout le monde que les fibres lisses rétablissent la lumière dans le champ obscur et que leur éclairement est dû à

leur structure anisotrope. Apathy (1895) notamment s'est appuyé même sur la double réfraction des fibres lisses des Invertébrés et particulièrement des Nématodes, pour prouver leur état d'agrégation et a pensé que la structure fibrillaire de ces fibres était démontrée par leur propriété biréfringente. Heidenhain (1900) a corrigé cette manière de voir et a donné la bonne explication de la biréfringence des fibres lisses. Elle révèle une structure fibrillaire; elle est due à ce que les molécules contractiles biréfringentes (inotagmes d'Engelmann) sont ordonnées dans la fibre lisse en rangées longitudinales. Autrement dit, alors même qu'on ne constaterait au microscope aucune structure fibrillaire de ces fibres, on devrait admettre, en se fondant sur leurs propriétés optiques, une structure métamicroscopique (moléculaire) serrée et fibrillaire. La conclusion à laquelle arrive Vlès est encore plus formelle; selon lui l'éclairement des fibres lisses est dû, non pas seulement à l'alignement des molécules constitutives, mais à la structure anisotrope même; il est l'effet d'une biréfringence vraie et naturelle.

Quant aux fibres musculaires striées, l'accord s'est fait seulement sur les propriétés optiques des disques principaux, disques sombres et disques clairs. Les deux sortes de bandes fondamentales, dans lesquelles se résume la striation transversale des fibrilles du type simple, des fibrilles simplement hétérogènes, ne s'opposent pas seulement l'une à l'autre en lumière ordinaire par leurs propriétés d'absorption et de colorabilité, qui distinguent un disque sombre et colorable d'un disque clair et incolore. L'opposition se retrouve en lumière polarisée, où les disques sombres Q apparaissent éclairés, les disques clairs E-J obscurs au contraire (fig. 7). Aussi parle-t-on indifféremment de disques sombres et clairs, ou bien de disques biréfringents et monoréfringents. La différence est généralement attribuée, conformément à la théorie de Brücke, à la structure anisotrope des premiers, à la structure isotrope des seconds; aussi les expressions de disque, substance anisotrope, de disque, substance isotrope, sont-elles synonymes respectivement de celles de disque sombre et de disque clair.

Le disque sombre Q est donc biréfringent pour tous les auteurs, soit à la façon de Brücke, c'est-à-dire par structure réellement

anisotrope et par biréfringence naturelle (la plupart des histologistes, Vlès) soit suivant l'interprétation d'Engelmann, c'est-à-dire par étirement de molécules et par biréfringence accidentelle (Ranvier, Rollett, v. Ebner). Pour Schäfer cependant (1875), le « bâtonnet musculaire », c'est-à-dire le bâtonnet Q, est isotrope. Mais on sait que le disque Q n'est pas homogène et qu'il est traversé équatoria-

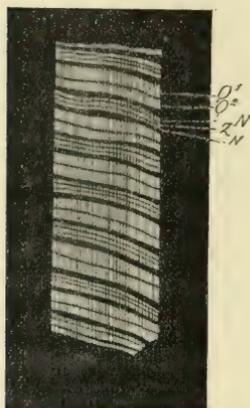


Fig. 7. — *Fibre musculaire de Lucanus cervus*, d'après Rollett. — Les disques Q¹, Q², N, Z rétablissent seuls la lumière (voir ci-dessous les réserves à faire sur la nature de l'éclaircissement de Z). Entre les disques Q les bandes obscures sont les disques clairs de la fibre vue en lumière ordinaire.

lement par la bande claire Qh. Cette bande est-elle mono ou biréfringente?

Rollett considère Qh comme monoréfringent, tandis que Flögel (1872) en fait soit une partie de Q moins biréfringente que le reste, et qu'Engelmann lui accorde une biréfringence égale à celle de la partie sombre de Q. Vlès constate qu'à égalité d'indices, Q est uniformément biréfringent, et qu'on ne voit pas trace de Qh; en s'éloignant de cette égalité, Qh paraît sombre; Qh est par suite pour Vlès une strie d'interférence ou de réflexion totale.

Les disques clairs E-J sont, par opposition aux disques sombres Q, reconnus monoréfringents et isotropes. Mais comment faut-il comprendre cette monoréfringence? Pour Brücke et pour les partisans de sa théorie, y compris Vlès, le disque clair est monoréfringent par défaut de structure anisotrope, par isotropie. Engelmann et avec lui Heidenhain (1898, 1910) expliquent la monoréfringence du disque clair, en conformité avec la théorie générale d'Engelmann. Comme cet auteur et d'autres après lui ont montré que la biréfringence est due à une tension spécifique, et que le muscle est soumis à une pareille tension, même à l'état de repos (tonus), il est possible, d'après Heidenhain, que l'isotropie (ou plutôt la monoréfringence) de E-J soit due à une faible isotropie, tenant à la moindre densité de la substance.

De l'opposition des caractères optiques de Q et de E-J examinés

en lumière polarisée, il résulte que la biréfringence de la fibre musculaire striée est segmentée, suivant l'expression de Vlès. Cette donnée classique et définitivement établie est contraire à l'opinion de quelques auteurs (Valentin 1861, Rouget 1881, Wagener, Klein, Haycraft 1891, Hürthle 1909), qui ont admis la biréfringence totale de la fibre striée, pour avoir constaté son éclairement total. La région E-J est en effet, d'après Vlès, souvent le siège d'un éclairement assez notable, simulant de chaque côté de Z une fibrillation longitudinale; c'est certainement d'un aspect analogue que Rouget, Hürthle ont conclu à la biréfringence totale de la fibre. Cet éclairement, de par son existence exclusive dans les cas d'indices extrêmes, est certainement dû à de la dépolarisation.

La membrane Z est anisotrope pour Krause (1868-69), Brücke (1871), Schipiloff et Danilewsky (1881), Rollett (1885), Nicolaïdes (1885). L'emploi de la méthode de variation des indices a permis à Vlès d'émettre sur l'éclairement de Z une opinion très personnelle. La membrane Z s'éclaire bien comme l'ont vu les auteurs précités, mais n'est pas pour cela biréfringente et anisotrope, comme l'ont cru ces mêmes auteurs. L'éclairement de la membrane Z est dû au phénomène de dépolarisation; elle s'éteint en effet au voisinage de l'égalité d'indices de la fibre et du milieu, et se rallume quand on s'écarte de cette égalité. On peut se demander si l'éclairement normal de Z ne contient pas une part de biréfringence vraie, due à la lécithine signalée par Schipiloff et Danilewsky dans la membrane Z. Ces auteurs avaient cru à la biréfringence vraie et naturelle de Z, parce que les lécithines sont biréfringentes et que les substances qui détruisent les lécithines font disparaître la biréfringence de Z. Mais Vlès croit que la part de biréfringence vraie due aux lécithines dans l'éclairement de Z est tout à fait minime.

Quant aux autres bandes de la fibre claire, M, N, on n'a que peu de renseignements sur leur comportement vis-à-vis de la lumière polarisée. D'après Engelmann (1873), le disque N est faiblement anisotrope; d'après Wagener (1873), il est formé par de petites sphérules anisotropes ou bien se compose de petits espaces rhombiques situés entre les fibrilles et remplis de substance isotrope.

Il reste à parler maintenant des aspects que présente à la lumière polarisée la fibre musculaire en état de contraction.

On a, sur les propriétés optiques des fibres musculaires lisses en contraction, quelques données récentes dues à Soli (1906, 1907). On sait, par les recherches de J. Schaffer (1899), Bertacchini (1900), Heiderick (1901), Soli (1906, 1907), Mac Gill (1907), que les fibres musculaires lisses en état de contraction présentent souvent un ou plusieurs nœuds formés d'une substance très sombre, très colorable et homogène; ce sont des nœuds de contraction, produits par une contraction sans doute plus active et plus rapide que la contraction ordinaire. J'ai eu l'occasion d'observer des images analogues, notamment sur des préparations de M. Aimé et de M. Champy. D'après Soli, la fibre musculaire lisse est biréfringente à l'état de repos sur



Fig. 8. — *Fibre musculaire lisse avec nœuds de contraction*, d'après Soli.

toute son étendue, ainsi que Vlès l'a vérifié. La contraction détermine la biréfringence des nœuds seuls; les parties internodales sont devenues monoréfringentes. On peut donc admettre, dit Soli, que, lors de la contraction, la substance anisotrope, qui était diffuse dans toute la cellule, s'amasse au niveau des nœuds.

Quant aux fibres musculaires striées, on sait que l'état de contraction s'y caractérise au microscope par la présence d'une bande néoformée, qui n'existait pas à l'état de repos, la « bande de contraction » Cs (*Contractionstreifen*), très sombre et très colorable et située à la hauteur de Z qu'elle empâte et masque complètement (fig. 9). Ce n'est pas le lieu de décrire ici les phénomènes microscopiques de la contraction, les processus par lesquels la bande de contraction se constitue; nous nous bornerons aux faits essentiels à connaître pour comprendre les caractères de cette bande. Les auteurs ont trouvé des caractères optiques différents à la bande de contraction: pour Merkel 1872, 1873, Rutherford 1890, 1897, elle est biréfringente; pour Engelmann, Nasse 1882, elle est monoréfringente; on verra plus loin comment Merkel 1881 s'est

expliqué qu'elle avait paru douée tantôt de la double, tantôt de la simple réfraction. La constatation de la biréfringence de la bande de contraction, faite autrefois par Merkel (1872-73), était conforme à l'idée que cet auteur se faisait de la genèse de cette bande et du phénomène général de la contraction. On a vu en effet qu'il en a attribué la formation à un processus d'inversion, c'est-à-dire à un déplacement de la substance sombre, colorable et biréfringente qui forme le disque Q et qui vient s'accumuler pendant la contraction sur la membrane Z pour y produire la bande de contraction. Il y a donc inversion de l'image, aussi bien à la lumière polarisée qu'en lumière ordinaire. Un grand nombre d'auteurs (Sachs 1872, Frédéricq, 1876, Rollett 1885, Tourneux 1885, 1894) ont vérifié le phénomène de l'inversion, tout en l'interprétant autrement que Merkel, et s'écartant de lui sur divers points.

Le stade de l'inversion complète, c'est-à-dire l'état de contraction est précédé, d'après Merkel et d'après la plupart des adeptes de sa théorie (Nasse, Rutherford, Tourneux) par un stade homogène, intermédiaire à l'état de repos et à l'état contracté, dans lequel toute striation disparaît. Engelmann (1873, 1878, 1879), Frédéricq (1876), Cajal (1881), Hürthle (1909) ont confirmé l'existence de ce stade, que Dwight (1874), Ranvier (1880), Rollett (1885), Tourneux (1892) et d'autres ont nié. Pendant cette période d'homogénéisation

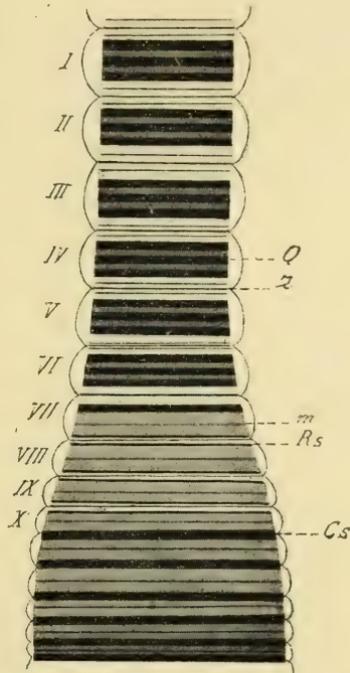


Fig. 9. — *Fibre musculaire de Staphylinus caesareus*, avec onde de contraction, d'après Rollett. — I-X, stades successifs de la contraction, représentés dans autant de cases musculaires, dont l'étendue est marquée par les festons du sarcolemme; Cs, bande de contraction formée par épaissement de Z; m, membrane moyenne apparaissant au milieu de Q dans les cases voisines de l'état de contraction; Rs, bande marginale se formant dans les mêmes cases sur le bord du disque Q; Q, disque Q; Z, membrane Z.

adeptes de sa théorie (Nasse, Rutherford, Tourneux) par un stade homogène, intermédiaire à l'état de repos et à l'état contracté, dans lequel toute striation disparaît. Engelmann (1873, 1878, 1879), Frédéricq (1876), Cajal (1881), Hürthle (1909) ont confirmé l'existence de ce stade, que Dwight (1874), Ranvier (1880), Rollett (1885), Tourneux (1892) et d'autres ont nié. Pendant cette période d'homogénéisation

des fibrilles en contraction, la substance qui a cessé de paraître striée est, d'après Hürthle, très colorable et biréfringente.

Merkel (1872, 1873) avait admis dans ses premiers travaux, et Rutherford avec lui, qu'il y a aussi, pendant la contraction, inversion

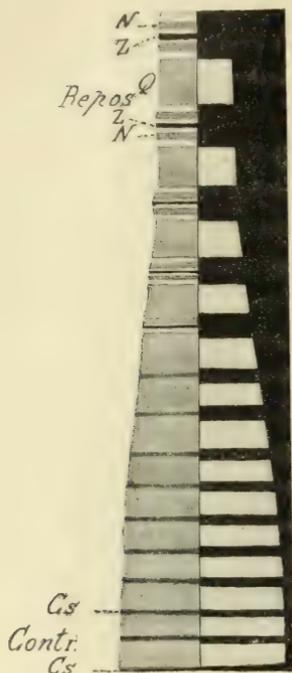


Fig. 10 — Fibre musculaire de *Telephorus melanurus*, d'après Engelmann. En haut état de repos; en bas, état de contraction. A gauche, examen à la lumière ordinaire; à droite, à la lumière polarisée. Lettres comme d'habitude. Cs, bande de contraction.

des qualités optiques de la substance musculaire examinée à la lumière polarisée. La bande Z et la bande de contraction Cs qui apparaît à son niveau seraient claires sur champ obscur, tandis que le disque Q deviendrait sombre. Frédéricq (1876), Engelmann (1878), Ranvier (1880) le nient; pour eux la région de Z reste sombre, celle de Q reste claire en lumière polarisée sur champ obscur, dans la fibre contractée.

Les deux images, celle de la lumière ordinaire et celle de la lumière polarisée, sont à peu près les mêmes dans le muscle en contraction; elles sont inverses dans le muscle au repos. La région de Z, claire en lumière ordinaire et dans une fibre au repos, est sombre en lumière polarisée; la région de Q, sombre en lumière ordinaire dans la fibre au repos, est claire en lumière polarisée (fig. 10).

Merkel (1881), dans un travail ultérieur, a cherché à concilier ce fait d'observation avec sa théorie de l'inversion. Il admet que, par le processus d'inversion, l'une des deux substances qui constitue le disque Q, la substance cinétique, obscure, colorable et monoréfringente, émigre. L'autre, la substance disdiaclastique, transparente, non colorable et biréfringente, se comporte différemment selon les cas; d'où des aspects différents de la substance musculaire contractée, examinée au microscope polarisant; ou bien en effet elle suit

le mouvement de la substance cinétique, ou bien elle demeure dans l'épaisseur même du disque Q. Il y aurait donc inversion nécessaire et contraste des parties colorables, inversion de coloration ; mais il n'y aurait pas nécessairement inversion de biréfringence, parce que la substance déplacée est monoréfringente et que la substance disdiastique biréfringente peut rester en place. Ainsi s'expliqueraient, selon Merkel, par la manière variable dont la substance biréfringente se comporte dans la contraction, les différences constatées par Engelmann et par lui, qui ont été entre ces deux auteurs l'objet de longues controverses.

On ne s'est pas contenté d'étudier la biréfringence des fibres musculaires striées normales. On a fait aussi une étude expérimentale de la biréfringence musculaire, en suivant la variation de la valeur de la biréfringence sous diverses influences et en soumettant à cet effet la fibre à l'action des agents mécaniques et physiques et des agents chimiques.

Hermann (1880) avait observé déjà que la teinte de polarisation ne change pas sensiblement avec la tension du muscle et en avait conclu que la tension est sans influence sur les constantes optiques des substances anisotropes du muscle.

V. Ebner (1882) au contraire et Engelmann (1907) observèrent dans les muscles lisses l'augmentation de la biréfringence sous l'influence de la tension ; avec les muscles striés, v. Ebner obtint des résultats variables.

Vlès a repris l'étude des variations produites dans la biréfringence musculaire par les influences mécaniques, pression et extension. Pour ce qui est des effets de l'extension, il remarque qu'on doit en réalité distinguer, dans la déformation optique des fibres musculaires, trois périodes successives : d'extension, d'étirement réel, de ruptures partielles. La période d'extension est marquée par l'augmentation de la biréfringence, comme l'admettent v. Ebner et Engelmann pour le relâchement physiologique. Dans la période d'étirement réel, la biréfringence augmente. Quand par une extension exagérée, l'élasticité du muscle a été dépassée, des ruptures partielles se produisent et la biréfringence tombe dans les fibres rompues.

Vlès a observé, par la compression exercée au moyen d'un compresseur, un phénomène curieux. La compression fait échapper des fibres, après rupture des gaines, des trainées très hétérogènes de substances contenant entre autres des corpuscules allongés fortement biréfringents. Cette intéressante expérience montre que la substance biréfringente est séparable à l'état biréfringent même. La persistance de la biréfringence peut s'expliquer par une coagulation suivant de très près l'écrasement. L'anisotropie des corpuscules préexisterait donc dans la fibre, et la biréfringence de la substance anisotrope ne peut être attribuée à des tensions existant dans la fibre. Cette observation est donc, comme celles de Schipiloff et Danilewsky, de Soli, d'Enriques, une matérialisation de la théorie des disdiaclasses de Brücke, une preuve de la biréfringence cristalline et naturelle de la substance musculaire. Bien plus, d'après Vlès, cette observation montre que les corpuscules anisotropes ultra ou amicroscopiques sont capables non seulement de rester orientés en dehors de la fibre, mais encore de rectifier leur orientation, leur homéotropie, suivant l'expression de Lehmann, puisque les gouttes sont optiquement plus régulières que les fibres elles-mêmes; il y a là une analogie frappante avec certains cristaux liquides, comme déjà Schipiloff et Danilewsky en avaient exprimé l'idée. R. Dubois (1909) a fait une comparaison entre les fibres musculaires striées et certains cristaux liquides qu'il a obtenus de l'extrait alcoolique de Pourpre; car les rubans myélinoides de ces cristaux prennent en lumière polarisée un aspect strié et sont formés d'articles alternativement isotropes. En réalité, cet aspect strié, qui n'est d'ailleurs pas particulier aux cristaux liquides de Pourpre, est dû à une fusion incomplète de gouttes anisotropes, donnant les soi-disant bandes isotropes. Mais pour Vlès, les fibrilles musculoïdes de Dubois n'ont avec les fibrilles musculaires striées que des analogies d'aspect.

Diverses influences physiques, la dessiccation, la chaleur, la congélation ont été aussi examinées. La dessiccation n'a aucune influence sur la polarisation; des muscles de poissons conservés à sec plus d'un an et naturellement momifiés donnent encore la double biréfringence (Vlès). L'influence de la chaleur a été diverse-

ment appréciée; pour Brücke, la biréfringence est annihilée, pour Nasse elle ne l'est pas par la chaleur; d'après Vlès on n'arrive à la disparition de la biréfringence que vers 160°-170°, température à laquelle les divers constituants albuminoïdes (paramyosinogène, myosinogène, myoglobuline, myoalbumose) sont décomposés. La congélation enfin, d'après Newmann, rend la fibre totalement biréfringente.

Les actions chimiques produisent des effets très intéressants et qui ont d'importantes conséquences théoriques. Certains réactifs, comme les acides, l'acide azotique notamment, annihilent complètement et en quelques secondes la biréfringence; mais éteinte par l'acide, la teinte de polarisation peut être rallumée dans l'eau, et cela jusqu'à 10 fois de suite. Le mécanisme de l'action de l'acide azotique est le suivant. Il y a d'abord, dans une première phase, coagulation des albuminoïdes, puis, dans une seconde, dissolution de certains d'entre eux en même temps que phénomènes de nitration. En effet, un muscle, plongé dans l'acide azotique, devient d'abord blanc et opaque par coagulation, puis jaune et transparent par dissolution partielle et nitration (réaction xanthoprotéique). C'est au début de la seconde phase que la biréfringence disparaît. Les bases, certains sels, la pepsine suppriment la biréfringence. Il résulte de ces faits que la plupart des réactifs fixateurs histologiques, l'alcool, le chloroforme exceptés, ne permettent pas de faire sur le muscle des observations certaines de polarisation.

Les conclusions principales formulées par Vlès sur la biréfringence musculaire sont les suivantes :

1° Les éléments biréfringents les plus importants sont des albuminoïdes en relation probable avec la myosine, et dont les principaux sont décomposés vers 170°.

2° Les graisses biréfringentes ne jouent dans la biréfringence qu'un rôle accessoire, comme le prouvent l'action destructive de la pepsine, l'action nulle de l'éther.

3° Dans la fibre striée, les corps biréfringents ne forment pas la totalité du disque Q; car les striations survivent, en lumière naturelle, à la disparition de la biréfringence, ainsi que le prouve

l'action de l'acide azotique, employé comme réactif fixateur du muscle. La myosine d'autre part, substratum de la biréfringence, n'a pas de bandes correspondant aux bandes spectroscopiques reconnaissables. Il est donc probable que les substances qui rendent visible le disque Q dans la lumière ordinaire sont distinctes des substances biréfringentes, que la substance biréfringente n'est pas une des substances absorbantes, localisables dans les fibres striées.

4° La biréfringence des fibres striées n'est pas due à des phénomènes d'hydratation ou de déshydratation, puisque ni la dessiccation, ni l'alcool absolu ne produisent aucune modification optique dans les disques biréfringents et monoréfringents.

5° Les faits de rénovation de la biréfringence disparue (action de l'eau succédant à celle de l'acide azotique), rénovation qui se fait sur le même signe, et d'autres faits encore semblent contraires à l'idée que la biréfringence serait due à la distribution symétrique, produite sous l'influence d'une tension, de molécules ou de corpuscules isotropes; ils sont favorables au contraire à l'idée de molécules ou corpuscules naturellement anisotropes.

6° Les expériences de tension montrent que l'on a à faire à un système polyphasique complexe, où interviennent : un premier groupe de substances biréfringentes à l'état ordinaire, dans les conditions physiologiques, et à la période de simple extension; une seconde substance qui est anormalement biréfringente et dont la réaction optique se montre dans la période d'étirement, c'est-à-dire quand la fibre est soumise à des conditions qui ne sont plus physiologiques. Pour la première phase, la seule normale, on ne peut dire que la biréfringence soit due à la distribution régulière, par une déformation de tension, de molécules ou de corpuscules ultramicroscopiques isotropes; les résultats de l'écrasement et d'autres faits autorisent à admettre la préexistence d'un substratum corpusculaire anisotrope. Les substances biréfringentes de cette première phase sont presque exclusivement des albuminoïdes en relation avec les composants de la myosine.

7° Ces résultats n'excluent qu'une catégorie de biréfringence accidentelle, celles qui sont dues à la distribution symétrique de

corpuscules isotropes. Ils peuvent être interprétés en faveur d'une autre théorie de biréfringence accidentelle ainsi que de la théorie de la biréfringence naturelle; car l'une et l'autre admettent l'existence de corpuscules ultramicroscopiques ou amicroscopiques anisotropes.

8° La fibre musculaire, bien qu'offrant certaines analogies avec un cristal liquide, n'en est cependant pas un; il lui manque tout au moins l'homogénéité chimique. On pourrait dire, il est vrai, que la fibre est un mélange renfermant des cristaux liquides figurés par les composants de la myosine et plongés dans d'autres corps qui ne seraient pas biréfringents.

IV. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LA STRIATION.

ÉLÉMENTS D'UNE THÉORIE DE LA STRIATION.

A la suite de ses recherches sur les propriétés optiques des muscles, Vlès a présenté des considérations très intéressantes sur la striation; il a esquissé les éléments d'une théorie de la striation fondée sur la localisation des substances dans la fibre musculaire.

1° *Structure fondamentale de la fibre musculaire.*

1° La fibre musculaire lisse ou striée possède un substratum sarcoplasmique général, dont la seule propriété connue est de posséder des groupements chromophores absorbant une bande violette 487-480 $\mu\mu$ et dans les fibres striées tout au moins une bande ultra-violette tombant sur 275-280 $\mu\mu$. C'est le seul groupement qui existe sur toute la longueur de la fibre striée et de la fibre lisse (fig. 11, S). Son caractère général en fait l'un des groupements les plus importants du tissu musculaire et peut-être le seul fondamentalement nécessaire à la propriété de contractilité.

2° Sur ce substratum à position invariable se trouvent placés d'autres groupements à position variable :

- a) des dérivés sarcoplasmiques spécifiques (*s*);
- b) des dérivés hématiques (*h*);
- c) une ou plusieurs substances biréfringentes (*b*).

Ces trois sortes de groupements moléculaires paraissent être topographiquement répartis dans toute la fibre lisse, tandis qu'ils sont à peu près localisés aux disques Q de la fibre striée (fig. 11). Le disque Q est donc physiquement l'homologue de la fibre musculaire lisse toute entière, tandis que le disque E-J se caractérise vis-à-vis de celle-ci par une simplification moléculaire.

3° Les dérivées hématisques sont des groupements chromophores voisins de ceux que possède le pigment sanguin de l'animal.

4° Les substances biréfringentes (du moins celles de l'état physiologique et non pas celles qui sont rendues biréfringentes par des

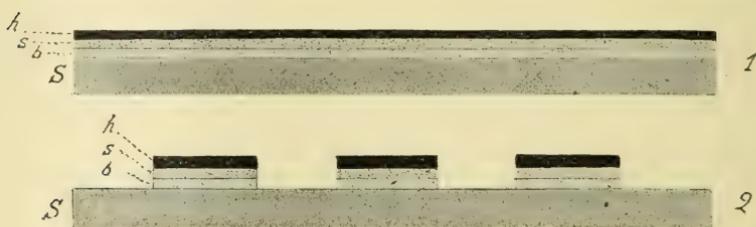


Fig. 11. — Figure schématique, d'après Vlès, représentant la répartition des substances optiquement caractérisées dans la fibre lisse et dans la fibre striée. — 1, fibre lisse; 2, fibre striée; les épaissements correspondent aux disques Q; S, groupements sarcoplasmiques généraux; s, dérivées sarcoplasmiques spécifiques; h, dérivées hématisques; b, substances biréfringentes.

étirements anormaux) paraissent être en rapport avec les composants de la myosine. Elles ont des analogies avec les cristaux liquides, et leurs propriétés optiques relèvent de la présence de particules ultramicroscopiques anisotropes. L'orientation (homéotropie) de ces particules persiste même lorsque la substance biréfringente est extraite de la fibre; dans la fibre cette homéotropie dépend des champs de force mécanique produits par les ébranlements dus au mouvement de la fibre.

2° Localisation de ces diverses substances dans les fibres musculaires striées.

1° *Stries Q et E-J.* Le disque Q est un édifice moléculaire beaucoup plus complexe que le disque E-J; il possède exclusivement des groupements sarcoplasmiques spécifiques, les groupements

hématisques et les substances biréfringentes. Cette complexité se traduit à l'ultramicroscope par l'éclairage diffus de ce disque, dû à une structure colloïdale à grains plus gros qu'au niveau de E-J. Il n'y a pas de membrane séparatrice entre les deux disques Q et E-J, car tout se passe comme si l'indice de réfraction variait peu à peu à la limite de ces deux disques.

2° *Strie Qh*. Elle disparaît en lumière polarisée à égalité d'indices entre la fibre et le milieu; elle n'est donc pas autrement biréfringente que le reste de Q. Son aspect en lumière ultra-violette en fait un phénomène de frange.

3° *Strie Z*. La membrane Z se comporte comme une discontinuité d'indices; elle est le siège de la formation de franges et de phénomènes de dépolarisation. Son éclairage en lumière polarisée disparaît à égalité d'indices entre la fibre et le milieu et ne peut donc être attribué à la biréfringence vraie produite par exemple par des lécithines.

3° *Relations de ces données avec les théories
histologiques de la structure de la fibre striée.*

Les données qui précèdent sont favorables aux théories ordinaires de la structure histologique.

1° Elles sont contraires :

Aux théories considérant que la striation n'est que le résultat, dans une structure physiquement ou chimiquement identique d'un bout à l'autre de la fibre, d'effets optiques spéciaux dus à des réflexions totales (Haycraft 1891, Klein) ou à des hélices ou spirales totalement biréfringentes (Marchesini et Ferrari, 1895, Münch 1903);

Aux théories admettant l'existence entre Q et E-J d'une strie limitante (strie de Tourneux) et distinguant (théorie de Ranvier) l'article contractile et l'article élastique de la fibre, (ainsi qu'aux théories électro-capillaires);

Aux théories qui considèrent comme identiques les composés chimiques des disques Q et E-J et qui attribuent les différences de ces deux bandes à des différences de concentration et de densité (Engelmann, Heidenhain et d'autres).

2° Elles sont en accord relatif avec la théorie de Merkel admettant le mélange de substances de propriétés différentes, les unes liquides, les autres solides, avec la théorie de Kühne, supposant l'état semi-liquide des substances musculaires les plus importantes, avec la théorie de Mihaljlovitz pour qui les fibrilles sont des tubes pleins de liquide, où se déplacent de petites particules.

4° *Éléments d'une théorie de la striation.*

La fibre striée est, au point de vue spectrographique, une fibre lisse qui aurait localisé certains de ses groupements moléculaires : les dérivées hématiques, les dérivées sarcoplasmiques spécifiques. Au point de vue de la polarisation de même, la substance biréfringente, diffuse dans toute la fibre lisse, est accumulée dans le disque Q. L'ultramicroscope à son tour montre une réaction de lumière diffractée, qui est diffusée dans toute la fibre lisse, localisée dans la fibre lisse striée. La substance colorable des histologistes enfin, qui est peut-être identique à l'une des substances précédentes, est aussi localisée dans la fibre striée. Par conséquent la striation est exclusivement due à des phénomènes de localisation de substances dans la fibre striée.

On doit se demander si le rassemblement, à des places déterminées suivant une loi topographique périodique, de propriétés pouvant exister à l'état diffus sans localisation, n'est pas en rapport avec les caractéristiques d'un champ de forces quelconque. Les relations de la striation avec les conditions mécaniques du mouvement musculaire font songer que ce peuvent être ces conditions mécaniques périodiquement variables qui produisent la striation périodique¹. Vlès rappelle les phénomènes, connus en élasticité et en hydrodynamique, de transport de poussières aux nœuds et aux ventres

1. Dogiel (1876) (cité par Marceau) avait déjà émis une supposition analogue (que Marceau (1905) trouve singulière). Il dit que « la striation dépend du groupement différent des granulations dans la substance contractile » et il ajoute : « La différence de structure des muscles lisses et striés chez les animaux supérieurs peut, ce me semble, s'expliquer par l'inégale énergie des contractions effectuées pendant la vie par ces deux muscles. Si l'on pouvait exciter les muscles lisses pour les faire se contracter énergiquement comme ceux du squelette, ils présenteraient vraisemblablement la même image microscopique que ces derniers ».

et les phénomènes des rides. Il cherche à appliquer ces phénomènes à l'explication de la striation. Dans une curieuse expérience, il a essayé de produire, dans un tube soumis à un ébranlement oscillatoire, des stries dans des couches très minces de solutions colloïdales contenant un précipité quelconque; cette expérience de la striation artificielle a réussi et le précipité s'est montré segmenté en bandes. Bien plus, il a cherché à changer une fibre lisse en fibre striée, à localiser la solution biréfringente suivant des stries, et à cet effet il a soumis des tentacules d'Anémone de mer à des ébranlements périodiques; l'expérience, sans être absolument concluante, n'a pas été cependant un insuccès.

En définitive et comme conclusion générale, il existe, d'après Vlès, dans toute fibre musculaire un groupe de substances fondamentales, nécessaire à la contraction, qui y sont diffuses; les autres substances, diffuses dans la fibre lisse, sont localisées dans la fibre striée. La striation, expression d'une localisation de substances, doit être fonction des ébranlements produits par le mouvement musculaire lui-même.

Index bibliographique.

- APATHY. — Ueber die Muskelfaser von *Ascaris*, nebst Bemerkungen über die von *Lumbricus* und *Hirudo*, *Zeitschr. f. wiss. Mikr.*, Bd. X, 1893.
- ARNOLD. — Zur Morphologie des Glykogens des Herzmuskels nebst Bemerkungen über dessen Struktur, *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. LXXIII, 1909. — Zur Morphologie des Muskelglykogens und zur Struktur der quergestreiften Muskelfaser, *Ibid.*
- BERTACCHINI. — Sulla struttura delle tonaca muscolare del Passer Italine, *Rend. Soc. Med. chir. d. Modena*, 19 luglio 1900.
- BRÜCKE. — Untersuchungen über den Bau der Muskelfaser mit Hülfe des polarisirten Lichtes angestellt. *Sitz. d. Kais. Akad. d. Wiss. Wien*, Bd. XV, 1858. — Muskelfasern im polarisirten Licht, *Stricker's Handbuch*, Bd. I, 1871.
- CAJAL. — Observations sur la texture des fibres musculaires des pattes et des ailes des insectes. *Internat. Monatsschr. f. Anat.*, Bd. V, 1888.
- CHEVROTON (Mlle) et VLÈS. — Examen de la structure musculaire en lumière ultraviolette, *C. r. Soc. Biologie*, t. LXVI, 1909.
- DANILEWSKY. — Ueber die Abhängigkeit der Contractionsart der Muskeln von den Mengenverhältnissen einiger ihrer Bestandtheile, *Zeitschr. f. physiol. Chemie*, Bd. VII, 1882.
- DHÉRÉ. — *Recherches spectrographiques sur l'absorption des rayons ultra-violet par les albuminoïdes, les protéïdes et leurs dérivés*, Fribourg, 1909 (cité par Vlès).
- R. DUBOIS. — Recherches sur la pourpre et les pigments animaux, *Arch. de zool. expér.*, 1909.

- DWIGHT. — Structure and action of striated muscular fibre; *Proc. of the Boston Soc. of nat. history*, vol. XVI, et *Monthly micr. Journal*, XII, 1874.
- V. EBNER. — *Untersuchungen über die Ursachen der Anisotropie organisirten Substanzen*, Leipzig, 1882.
- ENGELMANN. — Mikroskopische Untersuchungen über die quergestreifte Muskelsubstanz, *Arch. f. ges. Physiol.*, Bd VII, 1873. — Neue Untersuchungen über die mikroskopischen Vorgänge bei der Muskelkontraktion, *Ibid.*, Bd XVIII, 1878. — Ueber Bau, Kontraktion und Innervation der quergestreiften Muskelfasern, *Congrès intern. de médecine*, Amsterdam, 1879. — Bemerkungen zu einem Aufsatz von F. Merkel: Ueber die Contraction der quergestreiften Muskelfaser, *Arch. f. ges. Physiol.*, Bd XXVI, 1887.
- ENRIQUES. — Sulla ninfosi delle mosche: della separazione delle sostanza anisotropa delle fibre muscolari larvali e di un suo probabile derivato cristallizabile, *Anat. Anzeiger*, Bd XX, 1904.
- EYCLESHYMER. — Nuclear Changes in the striated Muscle Cell of Necturus, *Anat. Anzeiger*, Bd XXI, 1902. — The cytoplasmic and nuclear Changes in the striated muscle cell of Necturus, *Amer. Journ. of Anatomy*, vol. III, n° 3, 1904.
- FLÖGEL. — Ueber die quergestreiften Muskeln der Milben, *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd VIII, 1872.
- FRÉDÉRIQ. — Note sur la contraction des muscles striés de l'Hydrophile, *Bull. de l'Acad. roy. des Sciences de Belgique*, 45^e année, t. XXI, 1876.
- V. FÜRTH. — Ueber die Eiweiskörper des Muskelplasmas, *Arch. f. exper. Pathol. u. Pharmak.*, Bd XXXVI, 1895.
- HAYCRAFT. — On the minute Structure of striped muscle with special reference to a new method of investigation by means of « impressions » stamped in celloidin, *Proc. of the roy. Society*, vol. XLIX, 1891. — Ueber den feineren Bau des quergestreiften Muskelgewebes mit besonderer Berücksichtigung einer neuen Methode zur Untersuchung desselben durch Abdrücken des Gewebes auf Collodium, *Zeitschr. f. Biologie*, Bd XXVIII, 1891.
- HASWELL. — A comparative study of striated muscle, *Quart. Journ. of micr. Science*, vol. XXX, 1889.
- HEIDENHAIN. — Struktur der kontraktile Materie. I. Abschnitt. Struktur der quergestreiften Muskelsubstanz, *Ergebn. d. Anat. u. Entw.*, Bd VIII, 1898. — Struktur der kontraktile Materie, II. Abschnitt. Histologie des glatten Muskelgewebes und Struktur der glatten Muskelzelle, *Ibid.*, Bd X, 1900. — Plasma und Zelle, 1911.
- HEIDERICH. — Glatte Muskelfasern in ruhendem und thätigem Zustande, *Anat. Anzeiger*, Bd XX, 1901.
- HÉNOUCQUE (cité par Vlès). — Spectroscopie biologique in *Traité de physique biologique* de d'Arsonval et Marey, vol. XVII, Paris, 1903.
- HERMANN (cité par Vlès).
- F. VON J. HOLMGREN. — Studier öfver muskelstromats natur och quantitativa bestämmande jemte närliggande fragor, *Upsala Läkareförenings Förhandlingar*, t. VII (*Jahresber. über Thierchem.*, XXII, 1893).
- HÜRTHLE. — Ueber die Struktur der quergestreiften Herzmuskelfasern von Hydrophilus im ruhenden und thätigen Zustande, *Arch. f. ges. Physiol.*, Bd CXXVI, 1909.
- KLEIN (cité par Vlès).
- KORNILOWITCH. — Ueber den feineren Bau der kontraktile Substanz der quergestreiften Muskeln einiger Tiere, *Dissert. Jurjew*, 1903 (cité d'après Schlater).
- W. KRAUSE. — Ueber den Bau der quergestreiften Muskelfasern, I, II, *Heute und Pfeuffer Göttinger Nachrichten*, Bd XXXIII et XXXIV, 1868-1869. — *Handbuch der menschlichen Anatomie*, III^e Aufl, 1876.
- KÜHNE (cité par Vlès). — *Untersuchungen über das Protoplasma*, Leipzig, 1864.
- MAC CALLUM. — On the Distribution of Assimilated Iron Compounds other than Haemoglobin and Haematin in Animal and Vegetable Cells, *Quart. Journ. of micr. Science*, 1895, N. S., vol. XXXVIII. — The distribution of potassium

- in animal and vegetable cells, *Journ. of Physiology*, Cambridge, vol. XXXII 1935.
- MAC DOUGALL. — A theory of muscular contraction, *Journ. of Anat. and Physiol.*, Bd XXXII, 1898.
- MAC GILL. — The Structure of Smooth Muscle of the Intestine in the contracted Condition, *Anat. Anzeiger*, Bd XXX, 1907. — The structure of smooth muscle in the resting and in the contracted condition, *Amer. Journ. of Anat.*, vol. IX, 1907.
- MAC MUNN. — On Myohaematin, an intrinsic muscle-pigment of vertebrates and invertebrates, on Histoematin, etc., *Journal of Physiology*, vol. V, 1885. — Myohaematin and Histoematin, *Philos. Transact. of Roy. Society*, 1886. — Further observations on Myohaematin and the Histoematin, *Ibid.*, vol. VIII, 1888. — Ueber das Myohaematin, *Zeitschr. f. physiol. Chemie*, Bd XIII, 1889.
- H. MARTIN. — Recherches sur la structure de la fibre musculaire striée et sur les analogies de structure et de fonction entre le tissu musculaire et les cellules à bâtonnets (protoplasma strié), *Arch. de physiol. norm. et path.*, 1882.
- MEIGS. — The Structure of the element of cross-striated muscle and the changes of form which it undergoes during contraction, *Zeitschr. f. allg. Physiol.*, Bd VIII, 1903.
- MERKEL. — Der quergestreifte Muskel. I. Das primitive Muskelement der Arthropoden, II. Der Contractionvorgang im polarisierten Licht, *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd VIII et IX, 1872, 1873. — Ueber die Contraction der quergestreiften Muskelfasern, *Ibid.*, Bd XIX, 1881.
- MÖRNER. — Beobachtungen über den Muskelfarbstoff, *Nordiskt. med. Arkiv*, Festband, 1897 (*Jahresber. üb. Tierchemie*, Bd XXXVII).
- NASSE. — *Zur Anatomie und Physiologie der quergestreiften Muskelsubstanz*, Leipzig, 1882.
- NIKOLAIDES. — Ueber die mikroskopischen Erscheinungen bei der Contraction des quergestreiften Muskels, *Arch. f. Anat. u. Physiol., Phys. Abth.*, 1885.
- RANVIER. — *Leçons d'anatomie générale sur le système musculaire*, Paris, 1880.
- RAY-LANKESTER. — Ueber das Vorkommen von Haemoglobin in den Muskeln der Mollusken, *Arch. f. ges. Physiol.*, 1871.
- RETZIUS. — Muskelfibrille und Sarkoplasma, *Biologische Untersuchungen*, N. F. Bd. I, 1890.
- ROLLETT. — Untersuchungen über den Bau der quergestreiften Muskelfasern. *Denkschr. d. Kais. Akad. d. Wiss. Wien*, Bd. LIX et LI, 1885.
- ROUGET. — Sur les phénomènes de polarisation qui s'observent dans quelques tissus des végétaux et des animaux et en particulier dans le tissu musculaire. *Journ. de physiologie*, 1862. — Phénomènes microscopiques de la contraction musculaire. Striation transversale des fibres lisses. *C. r. Acad. Sciences*, vol. XCXII et *Gazette médicale de Paris*, 1881.
- RUTHERFORD. — On the structure and contraction of striped muscular fibre. *Verh. d. X. Intern. Med. Congr. Berlin 1890 et Journ. of Anat. and Physiol.*, vol. XXXI, 1897.
- SACHS. — Die quergestreifte Muskelfaser. *Arch. f. Anat. u. Physiol.*, 1872.
- E.-A. SCHÄFER. — On the minute structure of the leg muscles of the water-beetle. *Philosoph. Transactions of the roy. Society*, vol. CLXIII, 1874. — On the minute structure of the muscle-columns or sarcostyles which form the wing-muscles of insects. *Proceedings of the roy. Society*, vol. XLIX, 1891. — On the structure of cross-striated muscle. *Internat. Monatsschrift f. Anat.*, Bd VIII, 1891. — The minute Structure of the Muscle-Fibril. *Anat. Anzeiger*, Bd XXI, 1902.
- J. SCHÄFFER. — Zur Kenntnis der glatten Muskelzellen, insbesondere ihrer Verbindung. *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd LXVI, 1899.
- SCHIPILOFF u. DANILEWSKY. — Ueber die Natur der anisotropen Substanzen des quergestreiften Muskels und ihre räumliche Vertheilung im Muskelbündel. *Zeitschr. f. physiol. Chemie*, Bd V, 1884.

- SCHLATER. — Histologische Untersuchungen über das Muskelgewebe. *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. LXVI, 1905, Bd. LXIX, 1906. — Ueber den feineren Bau der contractilen Substanz. *Travaux de la Société impér. des Natur. de St-Petersbourg*, Bd. XXXVII, Lief. 1, n° 2, 1906.
- SOLI. — Sulla struttura delle fibre muscolari lisce della stomaco degli uccelli. *Anat. Anzeiger*, Bd. XXIX, 1906 et *Bibliogr. anatomique*, t. XVII, 1907.
- TOURNEUX. — Sur les modifications structurales que présentent les muscles jaunes du Dytique pendant la contraction. *Journ. de l'Anat. et de la Phys.*, vol. XXVIII, 1892. — Sur les modifications structurales que présentent les fibrilles des muscles jaunes des insectes en passant de l'état de repos à l'état de contraction. *C. r. Soc. Biologie*, 1894. — Sur les modifications structurales que présentent les fibrilles des muscles jaunes des insectes pendant la contraction (Hydrophile et Dytique), *Bibliogr. anatomique*, t. II, 1894.
- VALENTIN (cité par VLÈS). — *Die Untersuchung der Pflanzen- und Thiergewebe im polarisirten Lichte*, Leipzig, 1861. — Ein Beitrag zur Kenntnis der Brechungsverhältnisse der Thiergewebe. *Arch. f. ges. Physiol.*, Bd. XIX, 1879.
- VLÈS. — Sur la biréfringence apparente des cils vibratiles. *C. r. Acad. Sciences*, t. CXLVI, 1908. — La biréfringence musculaire. *Arch. de zool. expériment.*, 1908. — Sur la valeur des stries musculaires en lumière polarisée. *C. r. Acad. Sciences*, 1909. — Propriétés optiques des muscles. *Thèse de doct. ès sc.*, Paris 1911.
- VLÈS ET MAC KINNON. — Sur les propriétés optiques de quelques éléments contractiles. *C. r. Acad. Sciences*, t. CXLVII, 1908. — On the optical properties of some contractil organs. *Journ. of the Roy. Society*, 1908.
- WAGENER. — Ueber die quergestreifte Muskelfibrille. *Arch. f. mikr. Anat.* Bd. IX, 1873. — Ueber die Entstehung der Querstreifen auf den Muskeln und die davon abhängigen Erscheinungen. *Sitz. d. Marburger Gesellsch. d. ges. Naturw. und Arch. f. Anat. u. Physiol.*, *Anat. Abth.*, 1880.

VI

Histophysiologie des cellules musculaires.

Espèces physiologiques de cellules musculaires.

Il existe un grand nombre de sortes morphologiques de cellules musculaires, qu'on peut distinguer les unes des autres tant par leur forme que par leur structure : les unes allongées, les autres courtes, les unes isolées, d'autres anastomosées en réseau, celles-ci riches, celles-là pauvres en sarcoplasme, celles-ci à substance lisse, simplement fibrillaire, celles-là formées de fibrilles striées transversalement.

D'autre part, l'observation la plus grossière des phénomènes de la contraction dans les muscles différents formés de ces diverses sortes de cellules musculaires, et mieux l'analyse physiologique attentive de ces phénomènes permet de constater entre elles d'im-

portantes différences fonctionnelles. Le problème général qui se pose est de savoir si à chaque variété morphologique de cellule musculaire correspond une variété fonctionnelle, si chacun des caractères d'une cellule donnée, tels que la forme isolée ou réticulée, la structure lisse ou striée est le substratum d'un caractère physiologique spécial de la contraction musculaire. Dans quelle mesure en d'autres termes peut-on montrer que le mode de contraction est fonction de la constitution morphologique?

Cette question des rapports de la structure à la fonction ne se pose pas qu'à propos des cellules musculaires. Il est banal de dire que, pour tous les organes, pour tous les tissus, il existe une relation directe entre leur morphologie et leur physiologie et qu'à des espèces ou variétés morphologiques de ces organes et tissus doivent correspondre des variétés physiologiques. Ainsi les sensations qui prennent naissance dans les muscles et les tendons et que l'on confond sous la rubrique de sens musculaire ou mieux de sens cinesthésique, sont des sensations diverses : de pression, de force, de contraction, de résistance. Les organes sensoriels contenus dans les muscles et les tendons sont variés aussi : ce sont les fuseaux neuro-musculaires, les organes musculo-tendineux de Golgi, les corpuscules de Ruffini, de Pacini, etc. Plusieurs auteurs (Ruffini, Cipollone, Baum, Regaud) ont tenté une double classification, à la fois morphologique et physiologique, de ces organes sensoriels, ont cherché à faire œuvre histophysiologique, en rapportant la fonction à la structure de ces organes. Pour prendre un autre exemple, les capillaires sanguins qui paraissent, à un examen superficiel, avoir dans tous les organes une constitution identique, ont en réalité, d'après S. Mayer, une structure spécifique dans chaque organe, en rapport avec la fonction de cet organe. La structure et la fonction sont certainement liées l'une à l'autre plus étroitement encore dans le tissu musculaire que partout ailleurs, à cause de la différenciation morphologique très grande et de la spécialisation physiologique très grande aussi. Nulle part le problème général du rapport de la morphologie au fonctionnement ne peut être abordé avec plus de fruit qu'à propos du tissu musculaire, à cause du nombre des variétés de structure

et des propriétés fonctionnelles particulières qu'on y observe.

Les dissemblances morphologiques des muscles, auxquelles on pourrait rapporter des propriétés physiologiques différentes, sont nombreuses. Ce sont d'abord des différences extérieures, portant sur la forme et sur le calibre des cellules musculaires, sur leur isolement ou leur anastomose, sur leurs rapports avec le tissu conjonctif, sur leur innervation, etc. Ce sont surtout des différences structurales, telles que le nombre, la taille et la situation variables des noyaux, l'abondance du sarcoplasma relativement à la substance musculaire proprement dite, ses relations vis-à-vis des colonnettes musculaires, surtout l'état lisse ou strié de la substance musculaire, et si elle est striée, la nature variable de la structure. C'est de la combinaison très diverse de ces nombreux caractères et d'autres encore, que résulte telle ou telle espèce morphologique de cellule musculaire; on comprend que, de par le jeu très riche de ces caractères, on puisse réaliser un grand nombre d'espèces de cellules musculaires morphologiquement différentes.

Ne sont pas moins nombreuses les différences physiologiques qui séparent les éléments musculaires les uns des autres et qui permettent de distinguer la musculature de tel animal de celle de tel autre et les muscles d'un organe de ceux d'un autre chez un même animal. C'est le caractère automatique de la contraction, la rythmicité, la tétanisation plus ou moins facile, etc., enfin et surtout la lenteur ou la rapidité de la contraction. Ce dernier caractère l'emporte de beaucoup en importance sur les autres, et c'est lui surtout qu'on a cherché à rapporter à une structure déterminée de la cellule musculaire.

La plupart des histologistes qui ont étudié le tissu musculaire étaient des physiologistes et se sont souciés de paralléliser pour les éléments musculaires la structure et la fonction. Mais le problème d'histophysiologie spéciale dont la solution les a tentés est ici particulièrement complexe, en raison de la variété très grande des caractères morphologiques et des propriétés physiologiques, et par suite de la multiplicité des types distincts. Il ne sera résolu, pour un cas donné, que quand on connaîtra pour ce cas tous les caractères morphologiques et structuraux, toutes les particularités de la

fonction. Aussi doit-on aujourd'hui encore, pour dépeindre l'état actuel de la science sur ce sujet, répéter ce qu'écrivait Rollett en 1889 et reconnaître avec lui que, même maintenant, on est loin d'être fixé sur les rapports qu'il y a entre les différences morphologiques et les différences physiologiques qui distinguent les divers muscles.

Pour s'en tenir aux grandes lignes, l'observation montre en effet qu'entre muscles physiologiquement différents, les dissemblances morphologiques sont tantôt faibles (muscles lents et muscles rapides du Lapin), tantôt fortes (muscles lents et muscles rapides des Insectes). Elle fait voir d'autre part qu'il n'y a pas de ressemblance morphologique absolue et complète, soit entre les muscles lents soit entre les muscles rapides des divers animaux. Combien par exemple est différente la structure des fibres d'un muscle blanc du Lapin, des grosses fibres claires de la Grenouille, des muscles des ailes des Insectes, tous cependant muscles rapides! Combien d'autre part différents le muscle rouge du Lapin, les petites fibres foncées de la Grenouille, les muscles des pattes des Insectes, qui se comportent tous cependant comme muscles lents! C'est que la comparaison des différents muscles, pour être exacte, ne doit pas être unilatérale et incomplète, mais doit être complète et porter sur la totalité des caractères des muscles considérés.

Je me propose, dans ce chapitre et dans ceux qui suivront, de faire cette comparaison en m'attachant successivement aux divers caractères morphologiques qui distinguent les différents muscles entre eux. A chacun de ces caractères on essaiera de rapporter la ou les propriétés physiologiques supportées par ces caractères.

On envisagera tour à tour ainsi :

La distinction histophysique des muscles lisses et striés ;

La distinction histophysique des muscles riches et pauvres en sarcoplasma ;

La distinction histophysique des muscles d'après l'ensemble de leurs caractères.

I. — DISTINCTION HISTOPHYSIOLOGIQUE DES MUSCLES LISSES
ET DES MUSCLES STRIÉS.

La différence morphologique qui paraît avoir les conséquences physiologiques les plus sérieuses est, sans contredit, celle qui tient à la nature intime, lisse ou striée, de la substance musculaire. Il est superflu d'insister, tant elles sont connues aujourd'hui, sur les différences qui séparent physiologiquement les fibres lisses des fibres striées. On sait, par les recherches de nombreux histophysiologistes et de Ranvier surtout, qu'aux muscles lisses correspondent les contractions lentes à se produire et à s'effectuer, tandis que les muscles striés se distinguent par la brusquerie et la rapidité de la contraction. Outre cette différence physiologique fondamentale, il en est plusieurs autres, d'un caractère plus accessoire, que Heidenhain (1911) a résumées. Ce sont en somme les suivantes :

1° la rapidité de la contraction. Le muscle rétracteur du pénis des Mammifères se contracte cent fois plus lentement que les muscles squelettiques;

2° le développement énorme de force. Le muscle lisse adducteur des valves des Acéphales peut supporter jusqu'à 15 kg. par centimètre carré de surface, tandis que les muscles striés de l'Homme n'ont qu'une force de 10 kg. Grützner rappelle que Réaumur et Spallanzani ont vu l'estomac des Autruches broyer des perles de verre, des capsules métalliques;

3° l'étendue des mouvements, lors de l'ampliation de la vessie, de l'utérus par exemple;

4° la tendance à demeurer en état de tension, de tonus; tels le tonus perpétuel des vaisseaux, celui des sphincters;

5° la résistance à la fatigue. Comme on le verra plus tard, il y a dans certains organes musculaires, dans le muscle adducteur des valves des Acéphales par exemple, deux parties, l'une lisse et l'autre striée, qui fonctionnent différemment; tandis que la partie striée produit, par sa contraction, l'occlusion rapide des valves, la

partie lisse maintient les valves fermées et soutient longtemps sans fatigue cette action.

Le substratum de la principale différence physiologique, de la rapidité de contraction, est aujourd'hui bien établi, et Ranvier (1880) entre autres l'a fait connaître; c'est l'état lisse ou strié des fibrilles musculaires. La source première de la contraction, dit en substance Ranvier, est dans les phénomènes chimiques dont le protoplasma musculaire est le siège, et dans les échanges actifs qui se font entre ce protoplasma et la substance fibrillaire. Il est certain que plus cette substance sera fragmentée, plus elle sera favorablement disposée pour la facilité et la rapidité de ces échanges, puisque la masse demeurant la même, la surface d'échange sera augmentée. On comprend donc que la striation transversale ajoutant des surfaces horizontales aux faces verticales des fibrilles simplement homogènes, les échanges seront plus actifs et par conséquent la soudaineté et la rapidité de la contraction plus grandes dans les muscles striés que dans les muscles lisses.

L'explication de Ranvier a été généralement acceptée. Cependant elle est trop simpliste et trop superficielle pour pouvoir être entièrement satisfaisante. Pour lui donner toute sa valeur, il faut faire appel à des faits que Ranvier n'avait pas à sa disposition. On ne comprend bien comment la striation ajoute des surfaces horizontales, d'échange de substances, que si l'on se rappelle le rôle que certains faits récents, et notamment ceux apportés par Holmgren autorisent à faire jouer aux membranes Z de la fibre musculaire striée. Nous avons vu en effet que pour Holmgren ces membranes sont considérées, non sans raison, comme des voies de transport nutritif amenant horizontalement des matériaux jusqu'au contact même des disques contractiles. Ces membranes sont donc les surfaces horizontales d'échange qu'invoquait très justement Ranvier pour expliquer la supériorité de la fibre striée et qu'il supposait sans les connaître réellement.

La physiologie et l'histologie établissent ainsi d'un commun accord cette notion classique, que la différence fonctionnelle des muscles lents et des muscles rapides repose en partie sur la différence morphologique de l'état lisse et de l'état strié.

Il a cependant quelques faits qui sont, en apparence tout au moins, en contradiction avec la donnée classique. On ne peut pas dire d'une façon absolue et générale que tous les muscles lisses n'exécutent que des mouvements lents. Le muscle œsophagien des Mammifères, quoique presque totalement lisse, ne se comporte pas dans l'acte de la déglutition comme un muscle lent; les tracés obtenus par Bottazzi et Grünbaum (1899) sur le muscle lisse de l'œsophage du Crapaud sont ceux d'un muscle plutôt rapide. Bien que les muscles du pédoncule et de l'adducteur des valves du *Lepas anatifera* soient formés de fibres lisses, l'animal cependant se dresse sur son pédoncule brusquement et ferme rapidement ses valves à la moindre alerte (Gravel, 1896, 1897). Les tracés, obtenus par Uexküll (1896) et Bottazzi (1897), de la contraction des muscles lisses du Siponcle et de l'Aplysie, sont ceux de muscles plutôt rapides que lents. Vlès (1911) fait remarquer la rapidité de la propagation de l'onde musculaire dans la sole pédieuse de l'*Haliotis*, la brusquerie de la contraction dans les tentilles des Siphonophores. En regard de ces muscles lisses et pourtant rapides, la lenteur du muscle cardiaque, bien que strié, est remarquable.

De nombreux faits prouvent surabondamment, ces exceptions une fois connues sinon expliquées, que dans la règle l'état lisse ou strié est en rapport avec le mode de contraction lent ou rapide des muscles. On peut grouper ces faits sous quatre chefs.

En premier lieu, dans des groupes entiers de la série animale, ou dans des espèces isolées, dont les mouvements se distinguent par leur lenteur, il n'existe que des fibres lisses; inversement des groupes où les individus sont doués de mouvements plus actifs ou même çà et là des espèces particulièrement remuantes possèdent des fibres striées.

Secondement, dans une espèce animale où la majorité des muscles sont lisses, quelques-uns seulement ont la structure striée; ce sont ceux, le cœur par exemple, et bien d'autres, que distingue une activité exceptionnelle.

En troisième lieu, un même organe musculaire peut avoir chez deux animaux différents une structure différente, lisse ou striée, selon que ses contractions sont ou non rapides et énergiques; la

comparaison des muscles adducteurs des valves chez diverses espèces de Lamellibranches est instructive à cet égard.

Quatrièmement, un même organe musculaire, chez une espèce animale donnée, peut présenter successivement la structure lisse et la structure striée.

Avant de passer à la description de ces divers groupes de faits, une remarque générale est nécessaire. Un grand nombre de constatations de l'état strié dans certains organes, notamment chez les Invertébrés, sont sujettes à caution. Elles ont été faites autrefois par des zoologistes sur des objets examinés à l'état frais ou préparés par une technique insuffisante. Aussi la plupart de ces observations mériteraient-elles d'être reprises et critiquées. D'ailleurs des doutes ont déjà été en général émis dans des travaux anciens sur la réalité de toutes les striations constatées chez les Invertébrés; mais ces doutes sont certainement exagérés, ainsi qu'il résultera de ce qui suit. Rouget (1881), Rohde (1885), Jourdan (1887, 1895) ont attribué la striation observée chez la plupart des Invertébrés et particulièrement chez les Annélides à des épaisissements passagers de la fibre produite par des ondes de contraction.

1° *État lisse ou strié selon les espèces animales.*

Il est notoire que les animaux doués d'une grande activité musculaire, les Arthropodes et les Vertébrés par exemple, possèdent dans la paroi du corps et dans leurs membres des fibres musculaires striées, tandis que chez ceux tels que les Vers, les Mollusques et la plupart des Invertébrés, dont les muscles sont moins énergiques, la musculature est lisse.

Dans certains groupes cependant, où la musculature affecte en général le type lisse ou strié, il y a des exceptions en rapport avec l'activité musculaire grande ou faible de certaines espèces. Les Annélides ont en général des muscles lisses; cependant chez quelques espèces (*Protula intestinum* par exemple), les fibres sont pourvues de stries transversales ou obliques très nettes; la présence des stries répond ici à une propriété de contraction brusque;

car les Protules sont remarquables par la rapidité avec laquelle elles contractent leur abdomen et s'enfoncent dans leur tube (Jourdan, 1887, 1895). Parmi les Rotateurs, il y a quelques espèces

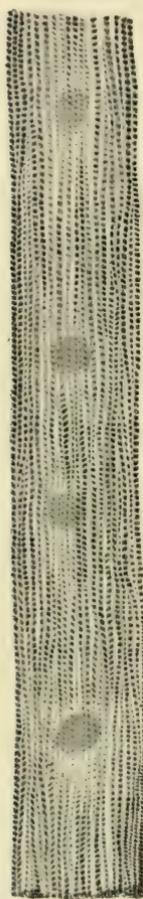


Fig. 1. — *Fibre musculaire striée du manteau d'une Salpe (Salpa zonaria).*

qui sont pourvues de fibres assez nettement striées (Leydig, 1857). Les Chétognathes, les Salpes, formes qui mènent une vie pélagique active, possèdent des fibres striées (fig. 1) (Leydig, 1857, Nasse, 1878 et 1882, Fol, 1888, Knoll, 1891). D'une façon générale, les formes nageantes des Tuniciers possèdent des cellules musculaires striées, les formes fixées des cellules musculaires lisses (Fol, 1888). Dans un groupe, tel que celui des Arthropodes, où la nature striée de la cellule musculaire est si générale qu'elle pourrait être presque un bon caractère de classification, il est remarquable de voir que chez les Tardigrades, animaux dont le nom indique suffisamment ce que sont leurs mouvements, les muscles striés sont remplacés par des muscles lisses, d'après les recherches de Plate (1890), contrairement aux observations anciennes de Doyère (1840). Chez les Cirrhipèdes de même, animaux fixés sur le support, on ne trouve aucune trace de striation dans les muscles du pédoncule, du manteau et dans l'adducteur des valves (Hoek, 1882, 1884, Koehler, 1889, M. Nussbaum, 1890); cependant parmi ces animaux le pédoncule du *Lepas* renfermerait, d'après Hartmann (1873), des fibres striées et le muscle adducteur des valves est strié dans le genre *Conchoderma* (Gruvel, 1896, Kossmann, cité par Gruvel).

2° *État lisse ou strié selon les organes.*

Il n'est presque pas de groupes de la série des Invertébrés où l'on ne trouve quelques organes pourvus de fibres musculaires

striées, tandis que la musculature générale est lisse. Il est vrai que dans un grand nombre de cas l'observation n'a pas été suffisante pour qu'on pût affirmer la réelle nature de ces fibres, et bien des auteurs ont estimé que ce n'étaient là que des formes de contraction exagérée ou même des formes obtenues artificiellement, dues aux réactifs ou à des illusions d'optique.

Voici ci-dessous un grand nombre d'observations relatant l'existence de fibres musculaires striées dans certains muscles, tandis que la musculature générale de l'animal est lisse¹.

Coelentérés. — Chez les *Coelentérés*, les fibrilles des cellules épithélio-musculaires ne sont pas toujours lisses. Chez *Lizzia Köllikeri*, ces fibrilles sont striées transversalement (O. et R. Hertwig, 1879).

On sait, par les recherches de Schultze, Brücke, Virchow, Kölliker (cités par Marshall, 1888), de Dönitz, 1871, Claus, 1878, O. Hertwig, 1879, Fol, 1888, Korotneff, C. Schneider, 1890, 1893, 1902, Eimer, 1892, Schaepfi, 1898, M^e Motz, 1904), qu'il existe, dans la sous-ombrelle du voile des Méduses (*Aurelia*, *Pelagia*), dans le bulbe des gonozoïdes de *Carmarina*, *Plumularia*, et dans la cloche natatoire des Siphonophores (*Forskalia*), des rubans musculaires à trajet orbiculaire, provenant de fibrilles séparées des cellules qui leur ont donné naissance. Ces rubans sont pourvus d'une striation transversale (*sts*), d'après la plupart des auteurs précités (fig. 2). Cependant C. Schneider (1873, 1902), ne croit pas (certainement à tort) qu'il s'agisse d'une striation transversale vraie. Il s'agit, selon lui, plutôt de l'alternance de parties larges et de parties étroites, d'un état perlé simulant la striation et dû à l'accumulation inégale de substance contractile; car les parties alternantes ne diffèrent ni par leur coloration, ni par leur structure; tout au plus faut-il regarder les stries transversales comme des bandes de contraction séparées par de la substance isotrope.

1. J'ai enrichi cette liste d'un certain nombre de données bibliographiques empruntées au travail de Vlès.

J'ai adopté aussi l'usage de signes abrégatifs employés par Vlès pour désigner la nature de la striation observée : *sts* signifie une striation transversale simple; *stc*, une striation transversale complexe, avec membrane Z; *sh*, une fausse striation due à l'existence de fibrilles lisses ou homogènes à trajet hélicoïdal (fibres à striation simple ou double oblique, voir plus loin).

Les Cœlentérés pourvus de ces fibrilles striées sont des formes pélagiques, chez lesquelles l'activité musculaire plus grande a produit la striation transversale, tandis que dans les formes hydriques des espèces correspondantes les fibres musculaires sont simplement lisses. C'est grâce à la contraction des muscles striés de la sous-ombrelle que les Méduses progressent rythmiquement.

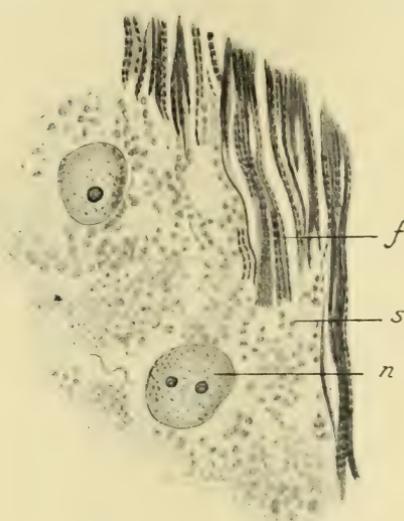


Fig. 2. — Musculature striée de la sous-ombrelle d'une Méduse craspédote (*Cladonema*). — *f*, fibrilles striées (type hétérogène simple); *n*, noyaux; *s*, sarcoplasme avec mitochondries modifiées.

Vers. — D'après Leydig (1857), la cloque utérine des Echinorhynques, qui est douée de mouvements péristaltiques très vifs, est pourvue de muscles striés.

Fol (1896) a signalé dans les ventouses des Polystomiens des fibres à striation hélicoïdale *sh* (double striation oblique). Cerfontaine (1894) attribue une striation transversale *st* à la musculature d'un Trématode Tristomonien.

Les muscles des ventouses des Hirudinées posséderaient une striation hélicoïdale *sh* (Fol). Louis des Arts (1909) décrit dans le vaisseau dorsal des Sangsues une musculature très particulière, non encore signalée; l'écorce contractile offre extérieurement une striation circulaire, intérieurement une striation longitudinale parallèle à l'axe du vaisseau.

Chez les Annélides, le plus souvent les muscles sont lisses. Cependant on a signalé dans la musculature du corps de certaines espèces l'existence d'une striation transversale *sts* (*Nephtlys*, d'après Emery, 1887, *Protula*, d'après Jourdan, 1887) ou tout au moins d'une striation double oblique et hélicoïdale *sh* (*Arenicola*, *Nereis*), d'après Schwalbe 1869, Andreae, 1882, Rohde, 1885, Mettenheimer

cité par Fol, 1888. Cette striation double oblique est d'ailleurs plus développée et plus connue chez les Mollusques, où nous la retrouverons. Des muscles à double striation oblique se trouvent aussi dans la paroi des vaisseaux contractiles (Bergh, 1900).

Les muscles du pharynx de divers Polychètes sont pourvus d'une striation transversale *sts*, *stc*. Parmi ces Annélides, les Syllidiens

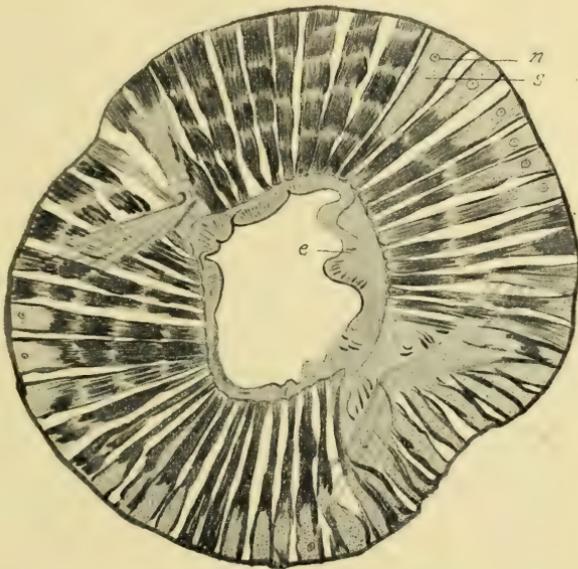


Fig. 3. — Coupe transversale de la trompe d'un Syllidien. — On voit les fibres musculaires radiées, avec leur axe sarcoplasmique *s* et leur noyau *n*; *e*, épithélium.

sont doués d'une trompe pharyngienne très musculeuse, dont les fibres ont une structure striée et sont tout à fait particulières (Haswell, 1889, Malaquin, 1893, Jourdan, 1895, Prenant, 1901, 1903, 1906). Ce sont des cellules cylindriques, plus ou moins hautes, tendues radiairement, normalement à la surface interne de la trompe (fig. 3, 4). Elles sont formées d'un axe sarcoplasmique nucléé et d'une écorce fibrillaire striée, cloisonnée par des membranes *Z*. D'après les observations de Haswell, qui ont porté sur diverses espèces de Syllidiens, le nombre des membranes *Z*, et par conséquent celui des cases musculaires qu'elles séparent, varie dans des limites très étendues : tantôt en effet il n'y a qu'une mem-

brane Z, tantôt il y en a deux ou plusieurs, séparant des cases musculaires très hautes; chez certaines espèces (*Syllis corruscans*), les membranes Z sont en tel nombre que la fibre se trouve segmentée en cases aussi nombreuses et aussi courtes qu'elles le sont chez les Arthropodes et les Vertébrés. Mais ce n'est pas là la seule variété de muscles que possèdent les Syllidiens; on en trouve encore deux

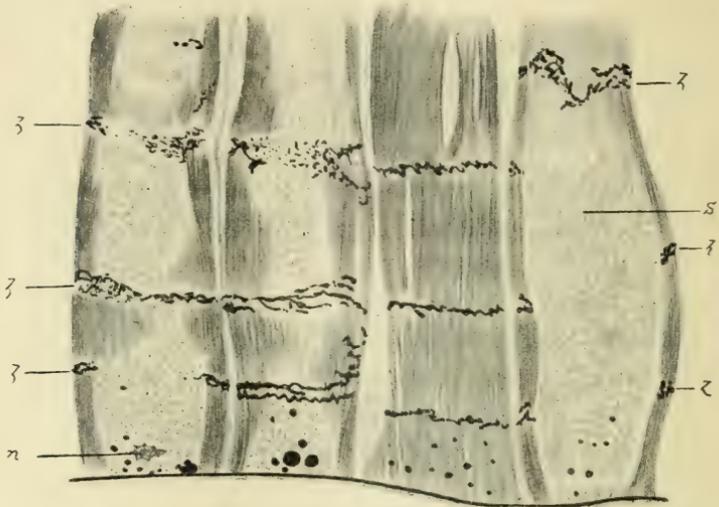


Fig. 4. — Portion de la coupe transversale de la même trompe. — s, axe sarcoplasmique; n, noyau; z, membranes Z, limitées à l'écorce fibrillaire et ne paraissant traverser la fibre que quand celle-ci est coupée tangentiellement.

autres. La paroi du corps est en effet formée de muscles lisses. De plus, chez certaines espèces (que je n'ai pas déterminées), certains muscles de la tête, qui s'attachent aux téguments, sont du type strié complexe, avec membranes Z typiques, et semblables aux muscles striés ordinaires des animaux supérieurs (fig. 5).

Vermidiens. — Chez les *Bryozoaires*, on peut signaler comme striés (*sts*) les rétracteurs de l'intestin et de la couronne tentaculaire des Ectoproctes, les muscles des aviculaires des Chilostomidés (Leydig, 1857, Milne-Edwards, Allman, Nitsche, Delage et Hérouard, 1897).

Chez les *Rotifères*, les principaux muscles sont striés dans quelques formes très actives, telles que *Synchaeta*, *Pterodina*, *Triarthra*

(Hartog, 1896). Il en est de même des muscles des appendices de *Pedalion*, des rétracteurs du pied dans quelques espèces (Delage et Hérourard), de la musculature du mastax (de Beauchamp, 1909).

Les *Echinodères* offrent une striation des muscles pariétaux et des muscles de la trompe.

Chez les *Brachiopodes*, les muscles sont lisses, sauf l'adducteur inférieur, qui est strié (Delage et Hérourard).

Parmi les *Géphyriens*, les *Priapulides* sont seuls à posséder des muscles striés; les muscles pariétaux offrent la striation *stc*, les rétracteurs du bulbe, la striation *sts* (Scharff, 1885, Apel, 1885, Schauinsland, 1887).

Chez les *Chétognathes* (*Sagitta*, *Spadella*) nous savons enfin que toute la musculature est striée (d'après E. Perrier) et offre les striations *sts* et même *stc*.

Echinodermes. — Chez les Echinodermes, les muscles sont d'habitude lisses. Quelques organes musculaires cependant possèdent des fibres striées. Tels sont, chez

un assez grand nombre d'espèces, les muscles adducteurs des pédicellaires buccaux et tridactyles, ceux des piquants du périprocte, les muscles intercostaux des Ophiures (nié par Haswell pour ces muscles), tous les organes musculaires en somme qui doivent exécuter des mouvements brusques et énergiques (Leydig, 1857, Geddes and Beddard, 1881, Hamann, 1883, 1884, 1885, 1886, 1887, 1889, Beddard 1886, Cuénot 1891). Tantôt il s'agit d'une véritable striation transversale, formée de bandes sombres rapprochées et très nettes alternant avec des bandes claires, tantôt de la striation oblique dont il sera question plus loin. Kiernik (1905) a montré, et j'ai pu vérifier (fig. 6), que les pédicellaires tridactyles et buccaux des Oursins

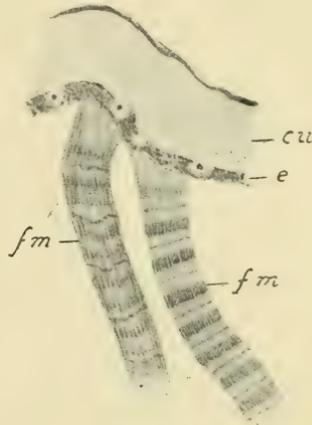


Fig. 5. — Deux fibres musculaires insérées à la cuticule, dans la région céphalique d'un Syllidien sp. — Striation transversale du type complexe, mais identique à celle des muscles des Vertébrés et des Arthropodes; fm, fibres musculaires avec disques Q; disques clairs et membranes Z; cu, cuticule; e, épiderme.

n'étaient pas simplement mus par un muscle strié, mais que dans ces organes coexistaient des faisceaux musculaires de deux sortes, striée (*sts*) et lisse; les faisceaux striés produisent l'occlusion

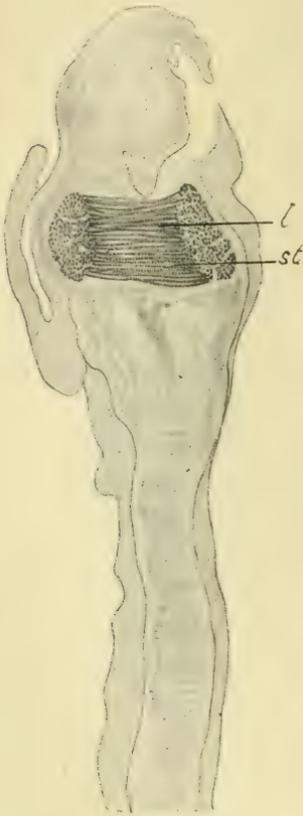


Fig. 6. — Muscle adducteur des valves d'un pédicellaire tridactyle chez un Oursin (*Psammechinus miliaris*), sur une coupe longitudinale du pédicellaire. — *l*, partie lisse; *st*, partie striée du muscle adducteur.

rapide des pinces et servent à saisir la proie; les faisceaux lisses maintiennent la proie saisie et effectuent à cet effet une contraction soutenue.

De la même façon, les muscles qui réunissent les articles calcaires des bras et des pinnules chez les Crinoïdes (Comatule par exemple) sont formés de deux sortes de fibres. Du côté de la rainure ambulacraire ces articles sont unis en effet par une paire de muscles semblables à ceux des autres Echinodermes (« muscles réfringents » d'E. Perrier, 1886-1890); du côté opposé, il sont reliés par une masse de tissu musculaire spécial (*Spindelzellen* de Jickeli (1884), *spindlige Muskelfasern* de Hamann (1884, 1889), « muscles hyalins » d'E. Perrier), que la plupart des auteurs ont considérée comme purement ligamenteuse, mais que Jickeli, Hamann, Perrier, Cuénot (1891) ont regardée comme musculaire. Aux différences histologiques profondes qui séparent ces deux sortes de fibres correspondent des

différences physiologiques; les premières sont douées de contractilité brusque; les autres ont une contraction lente mais durable, sans que les qualités rapide et lente de la contraction soient liées nécessairement à l'état strié et lisse du muscle.

Mollusques. — C'est chez les Mollusques qu'on voit le mieux, pour certains organes musculaires, le rapport entre la qualité de la

contraction et la structure striée transversalement. Tandis qu'en effet la musculature générale du corps est lisse, celle de certains muscles, le muscle du cœur, la masse musculaire bucco-pharyngienne des Gastropodes et d'autres groupes, les adducteurs des valves des Lamellibranches présentent une striation plus ou moins nette et d'un caractère d'ailleurs variable selon les cas. Tantôt il s'agit d'une véritable striation transversale, simple ou complexe, *sts, stc*; tantôt on a à faire à une striation particulière, que nous avons trouvée aussi chez les Vers et les Echinodermes, qui est due à l'existence de fibrilles homogènes non striées, enroulées en hélice *sh* (striation oblique ou double). Voici d'abord quelques renseignements sur la striation hélicoïdale ou double oblique.

Comme l'indique le nom qui lui a été donné, cette variété de striation est en apparence produite par l'existence de deux systèmes de fibrilles dirigés obliquement par rapport à l'axe de la fibre, mais en sens inverse l'un de l'autre (fig. 7). Cette striation particulière, déjà observée par Margo (1860), Wagener (1863), fut véritablement découverte par Schwalbe (1869), qui publia sur ce sujet les premières importantes recherches. Margo attribua la striation oblique à l'existence de sarcous elements disposés en rangées obliques par rapport à l'axe de la fibre musculaire, et considéra cette striation comme de même nature, à la disposition près, que celle des Arthropodes et des Vertébrés. Depuis ces premières recherches, la striation double oblique a été étudiée et diversement interprétée par beaucoup d'auteurs (Engelmann, 1881; Andreae, 1882; Rohde, 1885; Fol, 1888; Marshall, 1888; Roule, 1888; Eimer, 1892; Knoll, 1893; Ballowitz, 1897; Schneider, 1902, et surtout Marceau, 1904, 1905, 1906, 1908, 1909).

Ces recherches ont porté sur des muscles variés, les muscles adducteurs des valves des Lamellibranches, le muscle cardiaque des Gastéropodes et d'autres Mollusques et les cœurs branchiaux des Céphalopodes, les muscles du manteau et des bras des Céphalopodes, les muscles de la masse buccale des Gastéropodes, la musculature du Siphon et des Annélides, etc.

Les opinions émises au sujet de la nature de la double striation oblique peuvent être rangées en deux catégories principales.

D'après l'une, que les plus anciens auteurs (Margo, Wagener, Schwalbe) ont soutenue, la double striation oblique tiendrait à l'existence réelle de deux systèmes de fibrilles striées transversalement et composées comme d'habitude par des disques alternative-

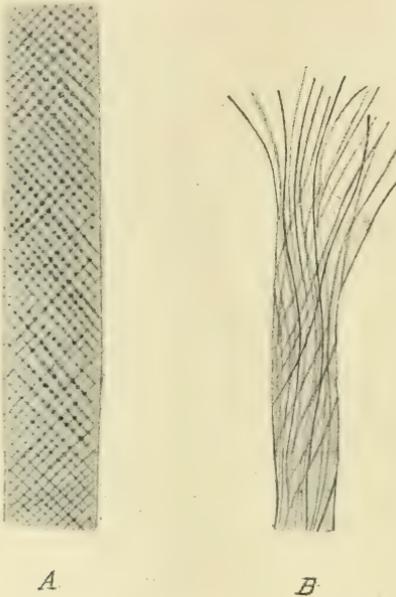


FIG. 7. — Fibres musculaires du manteau d'un Céphalopode (*Eledone moschata*), d'après Ballowitz.
— A. Vue de face, montrant la décomposition de la fibre en champs produits par le croisement de deux systèmes de lignes (striation double oblique).
— B. Dissocié en ses fibrilles hélicoïdales constitutives.

ment sombres et anisotropes, clairs et isotropes. De là un aspect tel que celui de la figure 7 A, que Schwalbe put observer. On y voit des champs rhomboïdaux sombres, supposés anisotropes par Schwalbe, alignés en deux systèmes conjugués de rangées obliques et séparés par des bandes claires supposées isotropes. Schwalbe fit cette observation sur les cellules musculaires de l'*Ophi-thrix*, sur celles des Hirudinées et surtout sur le muscle adducteur de l'Huitre et de *Solen*. Mais il ne put, à l'appui de son opinion, constater à la

lumière polarisée le caractère anisotrope des champs sombres et le caractère isotrope des bandes claires; car la fibre musculaire est en réalité biréfringente dans son ensemble.

Pour l'autre catégorie d'auteurs, l'état doublement strié oblique n'est pas dû à une double striation transversale réelle, à des sarcous elemens ordonnés en rangées obliques (fig. 7 A, 10 A). Il est produit par des fibrilles fortement réfringentes, homogènes, courant autour de l'axe longitudinal des fibres, en lignes hélicoïdales équidistantes et de même pas (Engelmann). Parmi ces auteurs, les uns (Engelmann, Knoll) ont admis l'existence de deux

systèmes de fibrilles hélicoïdales enroulées en sens opposé; les autres (Fol, Roule, Ballowitz) n'ont admis qu'un seul système (fig. 7). Pour les premiers, les champs losangiques sombres de l'observation précédente sont déterminés par l'entrecroisement apparent des deux couches de fibrilles situées sur la face de la fibre qui regarde l'observateur. Pour les autres ils sont délimités par la vision simultanée des fibrilles situées sur les faces opposées de la fibre.

Engelmann observa que les fibrilles forment bien deux systèmes; car là où elles se croisent, elles sont à des niveaux différents et l'un des systèmes fibrillaires est nettement sous-jacent à l'autre. Il constata aussi, après Schwalbe, que l'obliquité des fibrilles varie avec l'état de raccourcissement ou d'extension de la fibre; les fibrilles, presque transversales dans le premier cas, courent dans le second presque parallèlement à l'axe de la fibre. Engelmann ruina la théorie de Schwalbe en montrant que les fibrilles homogènes sont aussi biréfringentes sur toute leur longueur.

Fol, après Andreae et Rohde, et avec Roule, Ballowitz, Schneider, n'ont admis qu'un seul système hélicoïdal de fibrilles. Pour Fol il n'existe chez aucun Mollusque (ce qui est absolument inexact) de véritable striation transversale. Toutes les images qui ont fait croire à cette striation (muscle du cœur des Céphalopodes d'après H. Müller 1853, muscles de la masse buccale des Céphalophores d'après Keferstejn, nageoire des Ptéropodes et des Hétéropodes d'après Paneth, muscle adducteur des Acéphales et même celui du *Pecten*), sont produites par des fibrilles lisses, hélicoïdales. Engelmann et Roule ont même admis que les fibrilles sont longitudinales dans la fibre au maximum d'extension et qu'elles ne deviennent obliques que dans la fibre raccourcie.

En somme il y a eu trois interprétations différentes de la striation double oblique. Pour Schwalbe, elle n'était qu'un aspect particulier produit par une véritable striation transversale. Engelmann, et avec lui El. Müller (1889-1891), l'attribuèrent au contraire à un état spécial, de tension ou de contraction, des fibrilles homogènes. Engelmann a prétendu que, sur le muscle en extension, toutes les fibres sont nettement fibrillées et paraissent obscurément striées oblique-

ment et doublement, tandis que sur le muscle fortement raccourci toutes offrent la double striation oblique. A l'état de repos et d'extension modérée, les lignes en hélice sont si verticales, que les fibrilles courent presque parallèlement à l'axe de la fibre; plus

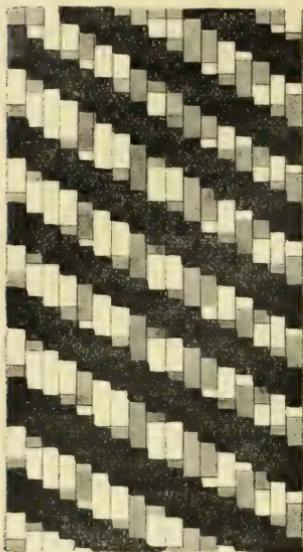


Fig. 8. — Schéma montrant comment une fibre à fibrilles striées hétérogènes parallèles à son axe peut simuler une fibre à fibrilles homogènes enroutées en hélice à sa surface (fibre doublement striée obliquement), d'après Marceau. — On voit que les soi-disant fibrilles homogènes sont en réalité constituées par les séries de disques sombres des fibrilles voisines, disposées en bandes hélicoïdales. Les disques sombres des fibrilles situées sur la face postérieure de la fibre ont été représentés en teinte grise.

celle-ci se raccourcit, plus les fibrilles deviennent obliques et plus devient grand l'angle suivant lequel elles se croisent. Enfin d'après les observations de Knoll, on trouve des fibres à striation double oblique nettement exprimée, ou même des fibres à striation transversale, quel que soit l'état de raccourcissement ou d'extension; il y a dans ces fibres des particules fortement colorables et biréfringentes que les forces extérieures agencent en une striation longitudinale, oblique ou transversale; la structure dépend essentiellement de l'état de contraction de la fibre.

Marceau, qui a fait des recherches approfondies sur la structure des fibres musculaires du cœur des Mollusques et de l'adducteur des valves des Lamellibranches, a été conduit à admettre éclec-

tiquement que la striation oblique peut s'expliquer selon les cas, tantôt suivant l'une tantôt suivant l'autre opinion. « Les striations transversale et oblique, dit-il en conclusion de son mémoire de 1905, sont produites par des fibrilles striées du type simple ou du type composé, parallèles à l'axe de la fibre, mais dont les séries d'éléments contractiles sont disposées soit en bandes transversales, soit en bandes obliques ou même hélicoïdales. Les striations dou-

blement obliques sont produites par des fibrilles striées du type simple, soit enroulées en hélice à la périphérie de la fibre, soit parallèles à son axe, mais dont les éléments contractiles sont disposés en bandes hélicoïdales (fig. 8). Dans le dernier cas, si les fibrilles sont très serrées les unes contre les autres, c'est seulement la vision simultanée des éléments des deux faces opposées de la fibre qui produit l'illusion de la striation doublement oblique. Dans le premier au contraire, surtout pour les fibres fixées en contraction, cette illusion se produit, soit par la vision d'un seul plan de la fibre, soit par la vision simultanée de deux plans opposés ».

Dans son mémoire de 1909, relatif au muscle adducteur des Acéphales, Marceau décrit les diverses images qu'on peut observer et donne les interprétations variées qui lui paraissent leur convenir. 1° Chez les *Solen* et les *Cardium*, les fibrilles sont disposées en une seule assise périphérique, ainsi qu'on le voit sur les coupes transversales (fig. 10, E) et enroulées en hélice de même pas, comme elles le sont aussi dans le manteau des Céphalopodes. 2° Chez presque tous les Acéphales (*Anodonta*, *Dosinia*, *Lutraria*, *Mactra*, *Ostrea*, *Tapes*, *Unio*, *Venus*, etc.), les fibrilles forment plusieurs assises, au moins deux, comme les coupes transversales permettent de le reconnaître (fig. 10, F, G); il est probable que les systèmes de fibrilles sont enroulés en hélices de même pas, mais de sens inverse deux à deux. 3° Chez *Anomia*, *Lima*, *Pecten*, *Spondylus*, le muscle adducteur est formé de fibres dont les fibrilles

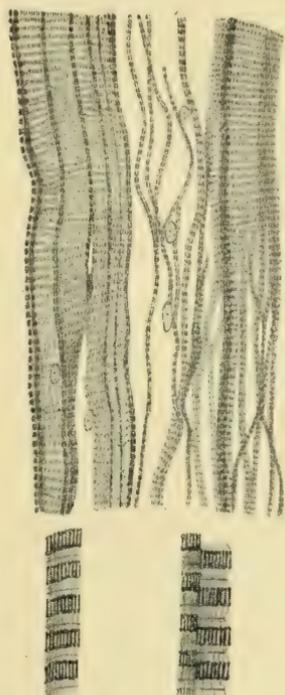


Fig. 9. — Muscle adducteur des valves de *Pecten Jacobæus* (partie vitreuse). — A. Vu à un faible grossissement, pour montrer la striation, la fasciculation des fibrilles et la striation des fascicules. — B, Colonnnettes vues à un fort grossissement, montrant la membrane Z.

sont striées transversalement et parallèles à leur axe. Plusieurs cas peuvent se présenter. La striation est, chez *Pecten* et *Anomia*, une striation transversale type (fig. 9, A et B). Dans les quatre genres, on peut observer une striation oblique due aussi à l'alternance de disques sombres et clairs, mais disposés dans les fibrilles

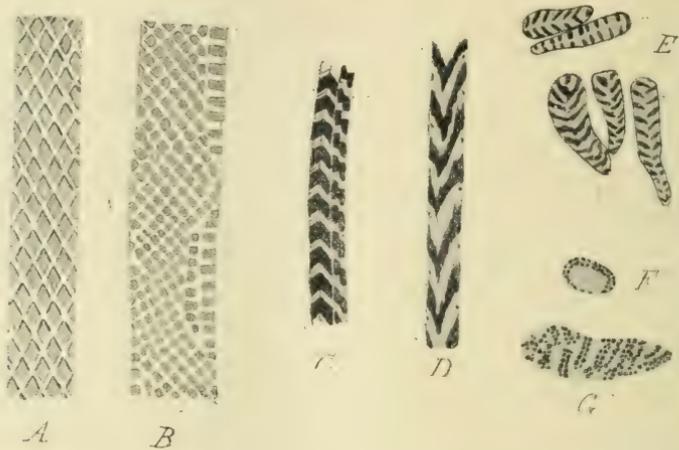


Fig. 10. — Fibres musculaires de l'adducteur des valves de divers Lamellibranches, d'après Marceau. — A, Fragment de fibre de la partie vitreuse d'un muscle adducteur, après action de l'acide azotique. A une certaine mise au point, les fibrilles, fines et claires, délimitent des mailles losangiques plus sombres, par leur entrecroisement optique (striation dite doublement oblique). — B, Fibre de la partie vitreuse de l'adducteur d'*Anomia ephippium*, après action de l'acide azotique. Mélange de striation double oblique et de striation transversale. — C, Fibre de la partie vitreuse chez *Anomia ephippium*, striation obliquement inverse dans deux colonnettes voisines (striation en chevrons). — D, Fibre de la partie vitreuse chez *Spondylus gaederopus*; striation transversale discordante dans les colonnettes voisines, produisant l'aspect d'une natte de cheveux tressée à trois brins. — E, Coupe transversale de fibres d'*Ensis siliqua*; les fibrilles disposées sur un seul rang ont un trajet hélicoïdal. — F, Coupe transversale d'une fibre de la partie vitreuse d'*Anodonta Cygnea*; fibrilles disposées sur deux rangs. — G, Coupe transversale d'une fibre de l'adducteur postérieur de *Lutraria elliptica*; fibrilles sur plusieurs rangs.

voisines en rangées obliques par rapport à l'axe de la fibre (fig. 10, C). Enfin on peut observer une striation doublement oblique grossière et irrégulière alternant avec une striation transversale, oblique ou en chevrons (fig. 10, D). Ces divers états peuvent d'ailleurs coexister dans une même fibre examinée en des points différents. Ils sont dus à ce que dans chaque colonnette musculaire : ou bien les éléments correspondants des fibrilles sont situés exactement au même niveau, et on a une striation transversale ; ou bien ils sont disposés en bandes obliques par rapport à l'axe de

la colonnette, et l'on a une striation oblique simple; ou bien enfin ces éléments chevauchent les uns par rapport aux autres dans le sens longitudinal, et on a alors une striation doublement oblique irrégulière.

Ainsi trois états principaux sont réalisés dans le muscle adducteur des Acéphales et ailleurs : 1° fibrilles homogènes enroulées en hélice, produisant une striation oblique simple; 2° fibrilles homogènes enroulées en hélices opposées, déterminant la striation double oblique; 3° fibrilles hétérogènes striées produisant, par les rapports des disques sombres différents d'une fibrille à l'autre, soit la striation transversale, soit des striations obliques de divers types.

Comme il a été dit plus haut, la structure striée transversalement ou les striations simple oblique et double oblique s'observent très fréquemment dans divers organes musculaires des Mollusques. Il sera question, dans le paragraphe suivant, de l'état strié dans le muscle adducteur des valves des Lamellibranches, et à la fin de ce paragraphe de la structure striée du muscle cardiaque des Mollusques et du cœur des Invertébrés en général.

Mais il y a chez les Mollusques d'autres muscles qui possèdent une structure striée transversalement ou une striation oblique simple ou double.

La masse musculaire bulbo-pharyngienne de divers Mollusques a été étudiée par plusieurs auteurs. Margo y a décrit, chez *Loligo* et *Sepia*, une striation transversale. Chez les Gastéropodes elle a été examinée par Schwalbe, 1869, Dogiel, 1877, v. Iehring, 1878, Fol, 1888, Loisel, 1893, Marceau, 1908, 1900, Vlès, 1914, chez diverses espèces (*Ancylus lacustris*, *Paludina vivipara*, *Chiton*). Chez *Ancylus*, les éléments musculaires du pharynx sont de larges cylindres, dont l'écorce a une structure striée en travers, avec des disques obscurs et des bandes claires. Les fibres musculaires de la masse buccale des Chitons sont formées aussi, d'après v. Iehring (1878), de sarcous éléments anisotropes séparés par de la substance isotrope; mais contrairement aux muscles des Vertébrés et à ceux du bulbe pharyngien des Gastéropodes, les articles anisotropes ne sont pas placés à la même hauteur dans les fibrilles voisines, d'où la striation transversale régulière fait ici défaut. Les muscles de la

radule sont souvent aussi striés transversalement chez les Gastéropodes, par exemple chez *Haliotis* d'après Vlès, contrairement à Marceau qui y admet le type *sh*.

Les muscles du pied sont striés (*sh*) chez les Ptéropodes et les Hétéropodes (Fol); de même le rétracteur du pied de l'*Helix* (Gegenbaur); le muscle pédieux d'un Lamellibranche (*Nucula*) présente une striation transversale simple (*sts*) (Vlès).

Les muscles du manteau des Céphalopodes sont du type *sh* (Ballovit, Knoll, 1893, Marceau). Ceux des bords du manteau offrent une striation *sts* chez *Pecten* (Dakin, 1909) et chez *Mytilus* (Vlès).

Les muscles des bras des Céphalopodes, notamment la musculature longitudinale et les muscles transversaux des tentacules des Décapodes sont striés suivant le type *sts* (Guérin, 1908).

Dans le siphon des Lamellibranches, les muscles longitudinaux sont du type hélicoïdal *sh* chez *Lutraria*, *Tapes*, *Pholas* (Anthony, 1904).

La musculature des parois artérielles enfin est striée d'après les recherches d'Argand (1908) dans quelques cas : par exemple chez l'Arion celle du tronc commun des aortes et du tronc hépatointestinal, chez les Céphalopodes celle de l'aorte antérieure. Il y a, dans la structure des vaisseaux des Mollusques, des variations qui sont en rapport avec la fonction; c'est ainsi qu'on constate la disparition de la striation dans tous les vaisseaux ou toutes les parties de vaisseaux qui sont fixés.

Prochordés. — La musculature de la trompe du Balanoglosse est striée, d'après Bateson, contredit par Spengel (cité par Vlès 1911). Les muscles de l'ouverture cloacale des Botrylles offrent une striation *sts* (Seeliger cité par Vlès 1911). On connaît le cas des Salpes et des Doliolides dont les muscles sont striés de la façon la plus nette (*sts*); cette situation, reconnue par Ussow et d'autres auteurs, a cependant été niée par Uljanin (cités par Vlès 1911).

Vertébrés. — Chez les Vertébrés, il faut signaler l'exception que fait à la règle générale la musculature intestinale de plusieurs Poissons. Tandis que chez les autres Vertébrés les muscles intestinaux sont lisses, chez ces Poissons (*Anguilla*, *Tinca*), qui vivent dans le fond marécageux de l'eau, les muscles de l'intestin sont striés,

comme on le sait depuis longtemps, et par les recherches récentes de Mahn (1898) et de Retterer et Lelièvre (1909).

On voit, en résumé, que dans des groupes où la musculature est habituellement lisse, quelques muscles cependant offrent une striation particulière. Ce sont précisément ceux qui travaillent le plus activement. Parmi ces muscles il en est un, auquel sa situation spéciale assigne une place à part en rapport avec sa fonction et le travail considérable qu'il fournit ; c'est le muscle cardiaque. Marshall (1888) a fait ressortir ce caractère du muscle du cœur : tous les « cœurs », dit-il, qui méritent de porter ce nom, se distinguent des autres muscles du corps par la striation de leurs cellules musculaires.

Le muscle cardiaque des Tuniciers, fixés aussi bien que pélagiques, est formé, d'après Ray Lankester (1874), Fol (1888), de fibres striées.

C'est chez les Mollusques que la striation du muscle cardiaque est le plus digne de remarque, par contraste avec la musculature du corps, généralement lisse. Parmi les auteurs qui ont étudié les cœurs des Mollusques au point de vue histologique, il faut signaler comme s'étant occupés de la striation des fibres cardiaques : Müller, 1853, Margo, 1860, Boll, 1869, Darwin, 1876, Dogiel, 1877, Chatin, 1880, Bela Haller, 1884, 1890, Marshall, 1888, Fol, 1888, 1896, Prenant, 1901, 1903, C. Schneider, 1902, Mader, 1904, Vigier, 1904, Vigier et Vlès, 1904 et surtout Marceau, 1904, 1906. Ces recherches ont porté non seulement sur le cœur proprement dit des Mollusques, mais encore sur les cœurs branchiaux et les appendices glandulaires des Céphalopodes. Les résultats obtenus ont été variables selon les objets examinés et aussi suivant les auteurs. Tantôt on a observé des fibres lisses (Schneider chez l'Anodonte); d'autres fois des fibres à striation hélicoïdale (Fol dans le cœur des Céphalopodes); plus souvent une véritable striation transversale. Les études de Vigier et de Marceau les ont conduits à admettre que le myocarde n'a pas chez tous les Mollusques une structure uniforme. Voici d'ailleurs une liste des résultats obtenus. On a observé :

La striation hélicoïdale ou fausse striation transversale (*sh*) : chez les Céphalopodes (Fol), chez *Loligo* et *Sepia* (Guérin), chez *Nassa* (Mader);

La striation transversale simple (*sts*) : chez les Acéphales, *Anodonta*, *Unio*, *Mytilus*, *Gryphaea*, *Anomia*, *Cardium*, *Donax*, *Isocardia*, *Mactra*, *Pholas*, *Pinna*, *Tapes*, *Pecten*, d'après Müller, Dogiel, Chatin, Marshall, Vigier, Vlès, Marceau ; chez les Gastéropodes, *Arion*, *Limnaea*, *Helix*, *Fissurella*, *Trochus*, *Turbo*, *Haliotis*, *Patella*, *Aplysia*, *Scaphander*, *Pterotrachea* et chez les Chitons

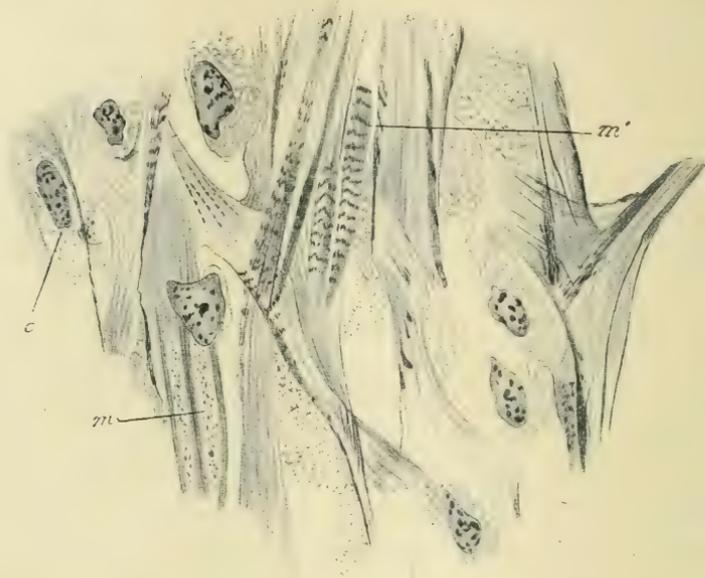


Fig. 11. — Portion du muscle cardiaque de l'*Helix pomatia*, *m*, *m'*, fibres musculaires avec axe sarcoplasmique et écorce striée transversalement ; *c*, cellules conjonctives.

(Darwin, Dogiel, B. Haller, Marshall, Prenant, Vigier et Vlès, Marceau) (fig. 11) ; dans les cœurs branchiaux des Céphalopodes (Müller, Boll), dans les vaisseaux sanguins et les oreillettes du cœur des mêmes animaux (Marceau) ;

La striation transversale complexe, avec membranes Z (*stc*) : dans le cœur des Acéphales, *Pecten*, *Lima*, *Ostrea*, *Ensis* (Marceau) ; dans celui des Gastéropodes, *Haliotis*, *Buccinum* (Marceau) et des Amphineures (Vigier et Vlès, Marceau) ; dans le cœur et les cœurs branchiaux des Céphalopodes (Marceau).

Marceau a montré, par une étude histologique comparative de la structure de l'appareil circulatoire des Céphalopodes, que les

variations de cette structure sont en rapport avec la modalité de la fonction dans les divers organes circulatoires. Là où les contractions doivent être rapides et soutenues, on trouve des fibrilles striées du type composé (cœur et cœurs branchiaux des Céphalopodes). Là où ces contractions doivent être moins énergiques, il y a seulement des fibrilles striées du type simple (vaisseaux sanguins et oreillettes des mêmes Mollusques).

Nous avons examiné jusqu'ici les cas d'organes musculaires striés faisant exception dans un ensemble habituellement lisse.

Inversement, certains muscles peuvent être lisses, tandis que le type général de la musculature est strié.

Dans la classe des Arthropodes, où la musculature est habituellement et typiquement striée, on sait depuis très longtemps que certains muscles ne possèdent que des fibres lisses. Leydig (1857), Cattaneo l'ont observé sur le tube digestif des Crustacés. Sirodot (1858) et Mingazzini (1890) ont figuré des fibres lisses chez les larves de Lamellicornes. Haycraft (1881, 1889), Witlaczil (1885), List (1895), firent sur divers Insectes des observations analogues. Eimer (1888), crut voir que chez les larves de Mouche il existe des fibres lisses entre les muscles du thorax. S. Minot (1882) et Vosseler (1891) constatèrent que les muscles intestinaux et ceux de l'utérus des Insectes, que leurs contractions péristaltiques rendent, tout comme ceux des Vertébrés, inférieurs aux muscles volontaires du tronc et des membres, ou bien sont complètement lisses, ou bien ne possèdent qu'une structure imparfaitement striée. Rappelons que d'après Vosseler (1891), il en est de même pour les muscles abdominaux des Araignées, immobilisés par la distension considérable de l'abdomen où les œufs sont accumulés, pour les muscles du thorax des Mouches de printemps, pour les muscles des ailes atrophiées chez les femelles d'Orgye, etc.

3° *État lisse ou strié d'un même muscle chez des espèces différentes.*

Un même muscle, qui dans une espèce donnée ne dépasse pas la structure lisse, offre une structure striée dans une espèce voisine, où il fonctionne avec plus d'activité. On pourrait, pour appuyer

cette proposition, comparer tous les muscles les uns après les autres, par exemple chez des espèces pélagiques et fixées. L'étude comparée du muscle cardiaque nous a appris que, si parfois ce muscle est formé de fibres lisses ou tout au plus de fibres à striation hélicoïdale, il offre chez un grand nombre d'Invertébrés et chez les Vertébrés la structure striée simple ou même complexe. Mais le muscle, dont l'étude comparative est la plus instructive et la plus démonstrative des variations de structure corrélatives de la fonction, est le muscle adducteur des valves des Lamellibranches, sur lequel de nombreuses recherches tant histologiques que physiologiques ont été faites. Ces recherches (Lebert, 1850; Margo, 1860; Weissmann, 1862; Wagener, 1865; Schwalbe, 1869; Coutance, 1878; Iehring, 1878; Blanchard, 1880; Engelmann, 1881; Fol, 1888; Roule, 1888; Blanchard, 1888; Tourneux et Barrois, 1888; Marschall, 1888; Wackwitz, 1891; Eimer, 1892; Schneider, 1902; Jobert, 1902; Prenant, 1903; Anthony, 1904; Marceau 1904, 1908, 1909) ont établi deux points principaux. En premier lieu, les éléments du muscle adducteur des valves sont, selon les espèces, des fibres des trois types : hélicoïdal (à striation double oblique), à striation simple, à striation complexe. En second lieu, il peut y avoir et il y a habituellement dans chaque muscle adducteur deux parties d'aspect différent, ayant aussi une structure et une fonction différentes.

Les caractères des trois types de fibres musculaires et ceux notamment des fibres à striation double oblique nous sont connus, et il n'y a pas lieu d'y revenir.

Quant aux deux parties dont se compose habituellement un muscle adducteur, elles ont été distinguées par Margo et Schwalbe les premiers. Schwalbe a reconnu, dans l'adducteur de l'Huître, deux portions : l'une, d'apparence ligamenteuse, d'un blanc nacré, formée de fibres cylindroïdes ayant un aspect légèrement strié; l'autre, musculaire, d'apparence vitreuse, constituée par des fibres à striation double oblique. Chez la Moule, les deux muscles adducteurs sont formés de fibres ayant la même constitution que les fibres de la partie blanche nacrée des muscles de l'Huître; cette dernière, bien que d'aspect ligamenteux, est donc en réalité mus-

culaire aussi. Les muscles adducteurs du *Solen* sont au contraire formés de fibres semblables à celles de la partie vitreuse du muscle de l'Huitre. Coutance, v. Iehring, Fol, R. Blanchard, Jobert, etc., confirmèrent pour diverses espèces (*Ostrea*, *Tapes*, *Anomia*, *Pecten*, etc.), la distinction des deux parties de l'adducteur. Blanchard notamment observa le premier nettement que la partie vitreuse est formée chez le Peigne de fibres musculaires striées du type complexe, comparables, dit-il, à celles des muscles des ailes de l'Hydrophile. Marceau a fait une étude très complète du muscle adducteur chez un très grand nombre d'espèces. Ses recherches confirment la différence de constitution des deux parties du muscle. La partie nacrée est formée chez l'Huitre de fibrilles lisses, anastomosées entre elles, réunies en fibres; chez la plupart des Acéphales, ces fibrilles sont plus grosses, mais lisses aussi; chez les Anodontes, Anomies, Mactres, Unios et Peignes, la constitution est la même; l'anastomose des fibres a fait croire à tort à plusieurs auteurs qu'elles étaient enroulées en hélice. La partie vitreuse offre des fibres de structure variable selon les espèces. On peut distinguer trois cas. Chez *Dreissensia*, *Mya*, *Mytilus*, *Pholas*, *Tridacna*, ce sont des fibres semblables à celles de la partie nacrée, c'est-à-dire des fibres lisses, parallèles entre elles mais fréquemment anastomosées. Chez la plupart des Acéphales, les fibres sont lisses, enroulées en tours hélicoïdaux; les fibres présentent la disposition doublement striée obliquement, dont il a été question plus haut; mais tantôt (*Cardium*, *Ensis*, *Solen*) il n'y a qu'un rang de fibrilles formant un seul système hélicoïdal, tantôt chez les autres Acéphales de ce groupe il y a plusieurs assises de fibrilles, enroulées en sens inverse deux à deux ou dans le même sens. Enfin, chez *Anomia*, *Lima*, *Pecten*, *Spondylus*, les fibres de la partie vitreuse sont striées. Quatre types peuvent se présenter d'ailleurs dans le même muscle et chez la même espèce: soit une striation transversale complexe avec membranes Z (chez *Pecten*, d'après R. Blanchard, Prenant, Marceau); soit la même striation, mais oblique au lieu d'être transversale, parce que les disques sont disposés dans les fibrilles voisines en rangées obliques et non transversales; soit une striation en chevrons due à deux striations obliques du type

précédent, mais marchant en sens inverse; soit enfin une striation doublement oblique, grossière et irrégulière.

En employant les données acquises par les différents auteurs sur la striation de l'adducteur des valves chez les diverses espèces, et confrontant ces données histologiques avec ce que l'observation physiologique grossière apprend des mouvements exécutés par la coquille chez ces espèces, on peut établir une série histophysio-logique instructive, démonstrative de la relation de la structure à la fonction. Chez un certain nombre d'espèces, par exemple chez la Moule, où l'occlusion des valves est lente et graduelle, le muscle adducteur ne renferme que des fibres lisses (Schwalbe, Marceau et d'autres). Il n'en est plus de même chez d'autres espèces, moins sédentaires et plus actives. Chez les Anodontes, dont les mouvements sont encore, il est vrai, très lents, le muscle adducteur postérieur est demeuré en un état histologique encore inférieur; on y trouve, d'après Wagener (1863) et Eimer (1892) une striation limitée à certains endroits du muscle et tous les intermédiaires entre l'état lisse et l'état strié; d'après les observations plus récentes, celles de Marceau par exemple, les fibres présentent seulement la double striation oblique. Le muscle adducteur de *Lima* renferme deux sortes de fibres mélangées les unes aux autres: les unes lisses, les autres striées transversalement; les fibres lisses, blanchâtres, prédominent à la périphérie, les fibres striées, jaunâtres, dans la partie centrale; mais il n'y a pas de distinction macroscopique tranchée en deux portions lisse ou nacrée, striée ou vitreuse (Knoll 1893). Cette distinction s'exprime au contraire nettement dans le muscle adducteur postérieur des Didymiaires (*Arca* et autres) et dans l'adducteur unique de Monomyaires tels qu'*Ostrea*, *Pecten*. Or cette différenciation correspond à un progrès fonctionnel réel. La plupart des auteurs se sont accordés en effet à attribuer aux deux parties du muscle adducteur et aux deux sortes de fibres des propriétés physiologiques différentes correspondant à leur différence de structure. Schwalbe (1869), v. Iehring (1878), Knoll (1891, 1893) ont considéré la partie jaune et les fibres striées comme produisant l'occlusion rapide des valves, tandis que la partie blanche et nacrée et les fibres lisses en déterminent la fonction

tonique et sont simplement les antagonistes du ligament élastique de la charnière qui écarte les valves l'une de l'autre. Engelmann seul (1881) n'a pu trouver entre les deux parties des muscles adducteurs de l'Anodonte de différences dans la rapidité de la contraction. Coutance (1878) et surtout Anthony (1904) et Marceau, à la suite d'études anatomiques très précises sur les muscles adducteurs dans diverses espèces, ont été amenés, par des considérations mécaniques dans le détail desquels je ne puis entrer, à expliquer et la position exacte de ces muscles et la raison d'être des deux parties dont ils se composent. La structure des fibres mêmes qui constituent la partie vitreuse de l'adducteur varie selon l'activité et la rapidité des mouvements de l'animal. Tandis que chez les Moules fixées au support et dont les valves s'entrebâillent lentement les fibres de la partie vitreuse ont des fibrilles lisses, chez les Anodontes qui sont mobiles, ces mêmes fibres présentent la striation double oblique; or, Marceau (1909) a montré, par d'ingénieux calculs, que la disposition hélicoïdale est favorable à la rapidité de la contraction sinon à son énergie, et qu'elle équivaut fonctionnellement presque à l'état strié. Enfin les mouvements des Pecten, qui nagent en ouvrant et fermant alternativement leurs valves, beaucoup plus rapidement que les Anodontes, dont le muscle adducteur se contracte plus régulièrement, plus souvent et plus vite que chez les autres Lamellibranches, sont en rapport avec la structure plus parfaite de la partie vitreuse (Marshall, 1888, Eimer, 1892, Marceau et d'autres), puisque les fibres y atteignent le type de la striation transversale complexe.

4° *État lisse ou strié d'un même muscle
examiné à des moments différents.*

Il reste en quatrième lieu à établir par quelques faits que l'état lisse ou strié peut se présenter tour à tour dans un même muscle suivant son degré d'activité. Par exemple, les muscles de l'abdomen de l'Epeire, qui sont striés, deviendraient lisses, d'après Vosseler (1891), à la suite de la distension de l'abdomen par les œufs qui y sont accumulés et redeviendraient striés après la ponte. Les Mouches

de printemps, qui n'ont pas encore volé, auraient des muscles thoraciques lisses, que le vol transformerait rapidement en muscles striés (Wagener, 1880, Kölliker, 1888, Eimer, 1892); il suffirait même, d'après ce dernier auteur, de quelques essais de vol d'une mouche qu'on a exposée un moment à la chaleur, pour que les muscles deviennent striés, tandis qu'en plaçant cette mouche dans une glacière on pourrait ramener ses muscles à l'état lisse.

Ces observations, de divers ordres et sans doute aussi d'inégales valeurs, ont paru suffire à certains auteurs pour établir que l'état lisse ou strié d'un muscle dépend de son activité. Eimer (1888, 1892) et Vosseler (1891) ont développé cette thèse et ont cherché à l'appuyer sur les exemples qui précèdent. Vosseler en a tiré un certain nombre de conséquences dont il a fait presque des lois, telles que celles-ci : l'usage insuffisant ou nul d'un organe musculaire fait disparaître la striation; la régression d'un membre produit non seulement la diminution quantitative mais encore l'atrophie qualitative des muscles; une extension durable empêche l'apparition de la striation transversale et produit dans les points les plus tendus des fibres une sorte de transformation tendineuse.

II. — CONDITIONS DE LA STRIATION, PROPRIÉTÉS DES FIBRES STRIÉES.

La propriété physiologique principale qui distingue les fibres musculaires striées des fibres lisses, c'est la rapidité de la contraction, et pour parler plus exactement la brusquerie et la brièveté de la secousse. La comparaison des graphiques de la contraction fournis par les deux sortes de muscles striés et lisses montre la généralité de cette propriété.

Cependant il n'y a rien d'absolu dans la distinction que l'on pourrait fonder sur cette propriété entre les deux sortes de muscles; il y a entre elles deux des états physiologiques intermédiaires, et quelquefois même des exceptions à la règle plus ou moins réelles. Il a été déjà question de ces exceptions au début de ce chapitre. De plus, les muscles striés peuvent dans des conditions pathologiques prendre certains caractères physiologiques des muscles lisses; la durée de la secousse augmente, le temps d'excitation

latente s'allonge, il y a inversion de la loi des actions polaires de Pflüger, etc.

Les conditions principales qui paraissent déterminer la striation ont été reconnues par Vlès (1914), qui admet les suivantes.

D'abord et surtout la striation est le plus souvent en rapport avec la rapidité de la contraction. Toutefois un certain nombre de muscles, bien que lisses, effectuent des contractions rapides. Le pédoncule des Vorticelles se raccourcit brusquement avec une grande rapidité. Les fibres lisses des tentilles de certains Siphonophores ont des contractions très brusques, d'après Vlès. Le même auteur a observé que les muscles lisses de la sole pédieuse d'*Haliotis* effectuent, au passage des ondes de contractions locomotrices, des mouvements aussi rapides que ceux des muscles striés de la radule du même animal. La contraction du pédoncule et de l'adducteur des valves du *Lepas* se fait très rapidement (Gravel, 1897).

Il faut aussi rappeler que les tracés des muscles lisses de l'Aplysie et du Siponele obtenus par Bottazzi et Grünbaum (1899) sont plutôt ceux de muscles rapides que de muscles lents. Enfin la contraction du muscle œsophagien, qui détermine la propulsion du bol alimentaire ne dure que quelques secondes. Par contre, il est des muscles striés dont la contraction est plutôt lente que rapide. Les muscles rouges du Lapin (Ranvier, 1880), les muscles des Chauves-Souris (Rollett, 1889) et en général les muscles riches en sarcoplasma donnent des tracés de muscles lents. Les phases de la contraction du muscle cardiaque des Ascidies et des Mollusques, qui est plus ou moins parfaitement strié, sont assez lentes pour pouvoir être suivies à l'œil nu.

Une autre condition de striation est, d'après Vlès, le rythme régulier du mouvement. C'est à ce rythme qu'est due la striation du muscle du cœur, si générale dans toute la série animale.

Une dernière condition, que les auteurs n'ont pas signalée, a, d'après Vlès, une grande importance. Un muscle a d'autant plus de chance d'être strié que son mouvement est assujéti à des liaisons mécaniques plus étroites, qu'il a moins de degrés de liberté. Il faut considérer ici trois ordres de liaisons : les liaisons fixes en rapport avec l'insertion mobile; les liaisons variables en relation avec la

résultante des muscles coopérants; les liaisons variables dues aux résistances extérieures. Le degré de liberté est beaucoup plus grand dans le cas du muscle pédieux d'un Mollusque que dans celui des muscles striés du squelette d'un Vertébré. Dans le premier cas, le mouvement peut s'effectuer librement dans les trois directions de l'espace, tandis que dans le second il est limité à deux directions ou même à une seule, selon qu'il s'agit d'une articulation glénoïde ou trochléale.

C'est donc le mouvement qui détermine la striation. Les relations morphogènes entre le mouvement et la striation sont prouvées par la disparition de la striation, consécutivement à l'abolition du mouvement (cas des femelles d'Orgye, Mouches d'hiver, abdomen d'Araignées). Il en est de même dans les cas pathologiques, où survient soit la dégénérescence granuleuse à la suite d'intoxications, soit la dégénérescence vitreuse par immobilisation. Un fragment de muscle incomplètement sectionné et laissé en place subit la dégénérescence vitreuse (Strahl, Pestalozzi, Nesti, cités par Durante). De même le muscle dégénère après section du nerf moteur (Guerini, 1906).

L'embryologie et l'étude des phénomènes de régénération apprennent que l'état strié succède à l'état lisse ou homogène. On sait que le cœur de l'embryon de Poulet bat avant que des fibrilles striées y soient parfaitement constituées, et alors qu'elles ne sont encore sans doute qu'à l'état homogène. Vlès (1911) a fait sur les myomères des embryons de Sélaciens une constatation analogue. Ces observations cependant ne sont pas absolument convaincantes; car s'il est facile de constater à l'œil nu les contractions d'un muscle, il l'est beaucoup moins de déterminer l'état cytologique précis où se trouve ce muscle, et la technique histologique employée a été souvent insuffisante pour fixer avec précision la structure embryonnaire du muscle. Dans les régénérations, de même que dans le développement ontogénique, les fibrilles striées sont précédées par des fibrilles homogènes. Le bourgeonnement de Neumann, dans les cas de régénération succédant à des dégénérescences vitreuses (fièvre typhoïde), se fait, d'après Durante, par des bourgeons à fibrilles lisses et homogènes, ayant les caractères des myoblastes

embryonnaires, et la striation n'apparaît que plus tard. Galcotti et Levi (1893), dans la régénération expérimentale de la queue de Salamandre, ont trouvé les fibrilles d'abord homogènes; les stries ne se sont formées qu'ensuite aux dépens de grains épars qui se groupent en séries.

Il résulte de là que la substance musculaire striée apparaît comme une forme perfectionnée de la substance musculaire lisse et homogène. La transformation, le perfectionnement sont fonction du mouvement et les qualités particulières de ce mouvement sont dues elles-mêmes aux conditions dans lesquelles il s'effectue. C'est en partant de ces idées de morphogénèse, de mécanogénèse même, que Vlès a cherché à produire expérimentalement la striation. Comme on l'a vu déjà au chapitre V, il a réalisé deux expériences. L'une avait pour but de produire un muscle strié artificiel en soumettant à son ébranlement oscillatoire un colloïde tenant en suspension un précipité pulvérulent très fin; le résultat a été la répartition de ce précipité suivant des bandes régulières, et par conséquent la création d'un schéma, d'un fantôme, imitant la striation transversale du muscle. Dans l'autre expérience, Vlès, plus ambitieusement, a tenté de transformer, grâce à un ébranlement périodique, les muscles lisses des tentacules d'une Anémone de mer en muscles striés. Ces expériences, bien que les résultats ne soient pas décisifs, sont cependant des tentatives de mécanogénèse intéressantes et procèdent d'une idée très juste qui mérite d'être retenue.

Index bibliographique.

- ALLMAN (cité par Delage et Hérouard).
 ANDREAE (cité par Marceau). — Beiträge zur Anatomie und Histologie des *Sipunculus nudus*, *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. XXXVI, 1882.
 ANTHONY. — Note sur la forme et la structure des muscles adducteurs des Mollusques acéphales, *Bull. de la Société philomatique de Paris*, 1904. — Sur un cas de siphon supplémentaire chez la Lutraire, *Arch. de Zool. expér. Notes et Revue*, 1907.
 APEL. — Beiträge zur Anatomie und Histologie des *Priapulus caudatus*, *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. XLII, 1885.
 ARGAUD. — *Recherches sur l'histotopographie des éléments contractiles des parois artérielles*, thèse de Paris, 1908.
 BALLOWITZ. — Ueber den feineren Bau der Muskelsubstanzen. I. Die Muskelfaser der Cephalopoden, *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. XXXIX, 1892.
 DE BEAUCHAMP. — Recherches sur les Rotifères, *Arch. de Zool. expér.*, 4^e série, t. X, 1909.
 BEDDARD. — Striated Muscles in Echinida, *Annals and Magaz. of Natur. Hist.*, Bd. XI, n° 101, 1886.

- BERGH. — Beiträge zur vergleichenden Histologie. II. Ueber den Bau der Gefässe bei den Anneliden. II^e Mitth., *Anatom. Hefte*, H. 49, 1900.
- R. BLANCHARD. — Sur les muscles striés des Mollusques. *C. R. Soc. de Biologie*, 1888. — De la présence des muscles striés chez les Mollusques, *C. R. Acad. d. Sc.*, vol. CVI, 1888. — Sur la structure des muscles des Mollusques lamelibranches, *Bull. Soc. zoolog. de France*, vol. XIII, 1888.
- BOLL. — Beiträge zur vergleichenden Histologie des Molluskentypen, *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. V, Suppl. Ed., 1869.
- BOTTAZZI. — *Journ. of Physiology*, vol. XXI, 1897 (cité par Bottazzi et Grünbaum).
- BOTTAZZI and GRÜNBAUM. — On plain muscle, *Journ. of Physiology*, vol. XXIV, 1899.
- CATTANEO. — *Atti d. Soc. Ital. Sc. natur.*, Milano, XXX.
- CERFONTAINE. — Note sur l'existence de fibres musculaires striées chez un Trématode, *Bull. Acad. Sc. Belgique*, sér. III, t. XXVII, 1894.
- J. CHATIN. — Sur les muscles striés des Pecliniidés, *C. R. Soc. Biologie*, 1880.
- CLAUS. — Ueber Halistemma tergestinum n. sp.. Untersuchungen über Charybdea marsupialis, *Arbeiten d. zool. Inst. Wien*, Bd. I, 1878.
- COUTANCE. — De l'énergie et de la structure musculaire chez les Mollusques acéphales, Paris, 1878.
- CUÉNOT. — Contribution à l'étude anatomique des Astérides, *Arch. de Zool. expér.*, 2^e sér., t. V bis, 1887. — Études morphologiques sur les Échinodermes, *Arch. de Biologie*, t. XI, 1891.
- DAKIN. — Striped muscle in the Lamellibranch Mantle, *Anat. Anzeiger*, Bd. XXXIV, 1909.
- DARWIN. — On the structure of the Snail's Heart, *Journ. of Anat. and Physiol.*, vol. X, 1876.
- DELAGE et HÉROUARD. — *Traité de zoologie concrète*, t. V. Les Vermidiens, Paris, 1897.
- DOGIEL. — Die Muskeln und Nerven des Herzens bei einigen Mollusken, *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. XVI, 1877.
- DÖNITZ. — Beiträge zur Kenntnis der quergestreiften Muskelfasern, *Arch. v. Reichert u. Du Bois Reymond*, 1871.
- DOYÈRE. — Mémoires sur les Tardigrades, *Ann. d. Sc. natur.*, 2^e série, t. XIV, 1840.
- DURANTE. — Anatomie pathologique des muscles; in *Manuel d'anatomie pathologique de Cornil et Ranvier*, t. II.
- EIMER. — *Die Entstehung der Arten*, Jena, Fischer, 1888. — Die Entstehung und Ausbildung des Muskelgewebes, insbesondere der Querstreifung desselben als Wirkung der Thätigkeit betrachtet, *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. LIII, 1892.
- EMERY. — Intorno alla muscolatura liscia e striata della Nephthys scolopendroides, *Mitth. d. zool. Stat. Neapel*, Bd. VII, 1887.
- ENGELMANN. — Ueber den faserigen Bau der kontraktile Substanzen, mit besonderer Berücksichtigung der glatten und doppelt schräggestreiften Muskelfasern, *Arch. f. d. ges. Physiologie*, Bd. XXV, 1881.
- FOL. — Sur la structure microscopique des muscles des Mollusques, *C. R. Acad. Sciences*, t. CVI, 1888. — Sur la répartition du tissu musculaire strié chez divers Invertébrés, *Ibid.* — Structure anatomique des muscles des Mollusques, *Journ. de Micrographie*, t. XII, 1888. — *Lehrbuch der vergleichenden mikroskopischen Anatomie*, Leipzig, Engelmann, 1896.
- GALEOTTI u. LEVI. — Beitrag zur Kenntnis der Regeneration der quergestreiften Muskelfasern, *Beitr. z. path. Anat. Ziegler's*, Bd. XIV, 1893.
- GEDDES and BEDDARD. — On the histology of the Pedicellariae and the muscles of Echinus sphaera, *Trans. of Roy. Soc. Edinburgh*, t. XX, 1881.
- GRUVEL. — Sur quelques points de l'histologie des muscles des Cirrhipèdes, *C. R. Acad. Sciences*, 6 juillet 1896. — Histologie de l'appareil musculaire des Cirrhipèdes, *Bibliogr. anatomique*, 1897.
- GUÉRIN. — Contribution à l'étude de l'appareil tentaculaire des Céphalopodes, *Arch. zool. expér.* t. VIII, sér. IV, 1908.
- GUERRINI. — Sur les fonctions des muscles dégénérés, *Arch. ital. de Biologie*, t. XLV et XLVI, 1906.
- BÉLA HALLER. — Untersuchungen über die Rhipidoglossen, *Morphol. Jahrbuch*, Bd. IX, 1884. — Die Morphologie der Prosobranchier, *Ibid.*, Bd. XVI, 1890.

- HAMANN. — Beiträge zur Histologie der Echinodermen, *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. XXXIX, 1883. — Beiträge zur Histologie der Echinodermen. H. 1. Die Holothurien. — H. 2. Die Asteriden. — H. 3. Anatomie und Histologie der Echiniden und Spatangiden, *Jenaische Zeitschr. f. Naturw.*, 1884, 1885, 1887. — Mesenchymatöse und epitheliale Muskelfasern, *Ibid.*, Bd. XX, Suppl. H., 1886 et *Sitz. d. Jenaischen med. naturw. Gesellschaft*, 1886. — Anatomie der Ophiuriden und Crinoiden, *Jenaische Zeitschr. f. Naturw.*, Bd. XXIII, 1889.
- HARTMANN. — Ueber die Stielmuskeln in *Anatifera brevis*, *Sitz. d. Gesells. naturh. Freude*, Berlin, 1873 (cité par Koehler).
- HARTOG. — Rotifers, in *Cambridge natur. Hist.*, vol. II, 1896, London (cité par Vlès).
- HASWELL. — On the structure of the so-called glandular ventricle (Drüsenmagen) of Syllis, *Quart. Journ. of micr. Sc.*, vol. XXVI, 1886. — A comparative study of striated Muscle, *Ibid*, vol. XXX, 1889.
- HAYCRAFT. — Upon the cause of the striation of voluntary muscular tissue, *Quart. Journ. of micr. Sc. et Proc. of the Roy. Soc. of London*, 1881. — On the minute structure of striped muscle with special reference to a new method of investigation by means of « impressions » stamped in collodion, *Proc. of the Roy. Soc. of London*, vol. XLIX, 1891. — Ueber den feineren Bau des quergestreiften Muskelgewebes mit besonderer Berücksichtigung einer neuen Methode zur Untersuchung desselben durch Abdrücken des Gewebes of Collodium, *Zeitschr. f. Biologie*, Bd. XXVIII, 1891.
- HEIDENHAIN. — Plasma und Zelle. Eine allgemeine Anatomie der lebendigen Masse, II^e Lief., *Handbuch der Anatomie des Menschen*, von KARL V. BARDELEBEN, Jena, 1911.
- O. HERTWIG. — Ueber die Muskulatur der Coelenteraten, *Sitz. d. Ges. f. Med. u. Naturw. zu Jena*, 1879.
- O. u. R. HERTWIG. — Die Actinien, anatomisch und histologisch mit besonderer Berücksichtigung des Nervenmuskelsystems untersucht, *Jenaische Zeitschr. f. Naturw.*, 1879.
- HOEK. — Beiträge zur Kenntnis der Anatomie der Cirrhipeden. *Reports on the Sc. Results of the voyage of Challenger*, t. VIII et t. X, 1882, 1884 et *Tijdschrift d. Needeert. Dierk. Vereenig.*, Deel VI.
- JICKELI. — Vorläufige Mittheilungen über den Bau der Echinodermen, *Zoolog. Anzeiger*, VII, 1884.
- V. JEHRING. — Ueber Anomia, nebst Bemerkungen zur vergleichenden Anatomie der Muskulatur bei den Muscheln, *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. XXX, Suppl. Bd., 1878.
- JOBERT. — Sur la structure des muscles de l'Anomia ephippium, *C. R. Acad. Sciences*, t. CXXXV, 1902.
- JOURDAN. — Recherches sur l'histologie des Holothuries, *Ann. du Muséum d'Hist. natur. de Marseille*, t. I, 1883. — Sur la structure des fibres musculaires de quelques Annélides polychètes, *C. R. Acad. Sciences*, t. CIV, 1887. — Le tissu musculaire dans la série animale, *Revue génér. des Sciences*, 1893.
- KIERNIK. — Beitrag zur Kenntnis der Pedicellarien der Echiniden, insbesondere der Muskeln, *Bull. de l'Acad. des Sciences de Cracovie*, 1903 et *Zoolog. Anzeiger*, Bd. XXIX, n° 49, 1903.
- KNOLL. — Ueber helle und trübe, weisse und rothe quergestreifte Muskulatur, *Sitz. d. Kais. Akad. Wiss. Wien*, 1889. — Ueber protoplasmaarme und protoplasmareiche Muskulatur, *Denkschr. d. K. Akad. d. Wiss. Wien*, Bd. LVIII, 1891. — Zur Lehre von der doppelt schräggestreiften Muskelfasern, *Sitz. d. Kais. Akad. Wiss. Wien*, Bd. CI, 1893.
- KOEHLER. — Recherches sur l'organisation des Cirrhipèdes, *Arch. de Biologie*, 1889.
- KOELLIKER. — Ueber den Bau der quergestreiften Muskelfasern, *Sitz. d. Würzb. phys.-med. Gesellschaft, Münch. mediz. Wochenschrift*, XXXV, Intern. Klinische Rundschau, II, 1888. — Zur Kenntnis der quergestreiften Muskelfasern, *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. LXVII, 1888.
- KOROTNEFF. — Zur Histologie der Siphonophoren, *Mitth. d. zool. Stat. Neapel*, Bd. V.
- LEBERT. — Recherches sur la formation des muscles dans les animaux vertébrés et

- sur la structure de la fibre musculaire dans les diverses classes d'animaux, *Ann. d. Sciences natur.*, t. XIII, 1850.
- LEYDIG. — *Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere*, 1857. Trad. franç. de Labiollone, 1866.
- LIST. — Morphologisch-biologische Studien über den Bewegungsapparat der Arthropoden, *Morphol. Jahrbuch*, Bd. XXII, 1895.
- LOISEL. — Les cartilages linguaux des Mollusques (structure et développement histogénique). *Journ. de l'Anat. et de la Phys.*, t. XXIX, 1893.
- LOUIS DES ARTS. — Ueber die Muskulatur der Hirudineen, *Jenaische Zeitsch. f. Naturw.*, Bd. XLIV, 1909.
- MADER. — Sur les fibres musculaires du cœur chez la Nasse, *C. R. Acad. Sciences*, t. CXXXVIII, 1904.
- MAHN. — Untersuchungen über das physiologische Verhalten des Schleiendarms, *Arch. f. d. ges. Physiol.*, Bd. LXXII, 1898.
- MALAQUIN. — *Recherches sur les Syllitiens*, th. de doct. ès sc., Lille, 1893.
- MARCEAU. — Note sur la structure et le mode de contraction des muscles adducteurs des Lamellibranches, *Bull. Soc. d'hist. nat. du Doubs et C. R. Acad. Sc.*, 1904. — Note sur les fonctions respectives des deux parties des muscles adducteurs chez les Lamellibranches, *Ibid.* et *Ibid.* — Recherches expérimentales et théoriques sur le mécanisme de la contraction des fibres lisses dites à striation double oblique ou à fibrilles hélicoïdales et en particulier de celles des muscles adducteurs des Lamellibranches, *Ibid.* et *Ibid.* — Note sur la structure du cœur chez les Céphalopodes, *Ibid.*, *Ibid.* — Note sur la structure du cœur chez les Gastéropodes et les Lamellibranches, *Ibid.*, *Ibid.* — Recherches sur la physiologie et en particulier sur les lois de la production du travail mécanique par les muscles adducteurs des Acéphales, *Bull. de la Stat. biol. d'Arcachon et C. R. Acad. Sc.*, 1905. — Recherches sur la structure du cœur chez les Mollusques, suivies d'une étude spéciale des cœurs branchiaux et de leurs appendices glandulaires chez les Céphalopodes, *Arch. d'Anat. micr.*, t. VII, 1905. — Recherches sur le mouvement de bascule des valves de certains Acéphales pendant leur ouverture et leur fermeture et ses conséquences morphogéniques, *Bull. de la Stat. biol. d'Arcachon et C. R. Acad. Sciences*, 1906. — Sur les fibres musculaires dites doublement striées obliquement, *Bibl. anatom.*, t. XVII, 1908. — Recherches sur la morphologie, l'histologie et la physiologie comparée des muscles adducteurs des Mollusques acéphales. *Arch. de zool. expér.*, 5^e série, t. II, 1909.
- MARGO. — Ueber die Muskelfasern der Mollusken, *Sitz. d. Akad. d. Wiss. Wien*, Bd. XXXIX, 1860.
- MARSHALL. — Observations on the Structure and Distribution of Striped and Unstriped Muscle in the animal Kingdom, and a Theory of Muscular Contraction, *Quart. Journ. of micr. Science*, vol. XXVIII, 1888.
- MINGAZZINI. — Ricerche sul canale digerente delle larve dei Lamellicorni fitofagi, *Mitth. d. zool. Stat. Neapel*, Bd. IX, 1890.
- CH. S. MINOT. — Comparative Morphology of the Ear, *Amer. Journ. Ontology*, vol. IV, 1882.
- MOTZ (M^c). — Sur les gonophores de *Plumularia obliqua* Saunders et *Sertularia operculata*, L., *Arch. zool. expér.*, notes et Revue, t. VII, série IV, 1904.
- MÜLLER. — Bau der Cephalopoden, *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. IV, 1853.
- EL. MÜLLER. — *Theorie der Muskelcontraction*, 1, Th. Leipzig, 1889-1891.
- NASSE. — Zur mikroskopischen Untersuchung des quergestreiften Muskels, *Arch. f. ges. Physiol.*, Bd. XVII, 1878. — *Zur Anatomie und Physiologie der quergestreiften Muskelsubstanz*, Leipzig, 1882.
- M. NUSSBAUM. — *Anatomische Studien an Californischen Cirrhipeden*, 1890 (cité par Gruvel et par Koehler).
- ED. PERRIER. — Mémoire sur l'organisation et le développement de la Comatulé de la Méditerranée, *Nouvelles Archives du Mus. d'hist. natur.*, 2^e série, t. IX, 1886. — 3^e série, t. I, 1889. — 3^e série, t. II, 1890. — *Traité de Zoologie*.
- PLATE. — Beiträge zur Naturgeschichte der Tardigraden, *Zool. Jahrbücher*, Bd. III, 1890.

- PRENANT. — Sur les « fibres striées » des Invertébrés, *Bibliogr. anatomique*, 1901 et *C. R. Soc. Biologie*, t. LV, 1903. — Questions relatives aux cellules musculaires, *Arch. de zool. expér.*, notes et Revue, 1905.
- RANSOM. — On the cardiac rhythm of Invertebrata, *Journ. of Physiology*, vol. V, 1885.
- RANVIER. — *Leçons d'anatomie générale sur le système musculaire*, Paris, 1820.
- RAY LANKESTER. — On the heart of *Appendicularia furcata* and the development of its muscular fibres, *Quart. Journ. of micr. Sc.*, 1874.
- RETTNER ET LELIÈVRE. — Musculaire intestinale de la Tanche (*Tinca vulgaris* Cuv.), *C. R. Soc. Biologie*, t. LXVI, 1909.
- ROHDE. — Beiträge zur Kenntnis der Anatomie der Nematoden, *Zool. Beiträge*, Bd. I, 1883. — Die Muskulatur der Chaetopoden, *Zool. Anzeiger*, n° 189 et *Zool. Beiträge*, Bd. I, 1885.
- ROLLETT. — Anatomische und physiologische Bemerkungen über die Muskeln der Fledermäuse, *Sitz. d. K. Akad. d. Wiss. Wien*, Bd. XCVIII, 1889.
- ROUGET. — Phénomènes microscopiques de la contraction musculaire. Striation transversale des fibres lisses, *C. R. Acad. Sciences*, vol. XCII et *Gazette méd. de Paris*, 1881.
- ROULE. — Sur la structure des fibres musculaires appartenant aux muscles rétracteurs des valves des Mollusques Lamellibranches, *C. R. Acad. Sciences*, t. CVI, 1888.
- SCHAEPLI. — Untersuchungen über das Nervensystem der Siphonophoren, *Jenaische Zeitschr. f. Naturw.*, Bd. XXXII, 1898.
- SCHARFF. — Skin and nervous system of *Priapulid* und *Halicryptus*, *Quart. Journ. of micr. Science*, 1885.
- SCHAUMSLAND. — Zur Anatomie der Priapuliden, *Zool. Anzeiger*, 1887.
- K. C. SCHNEIDER. — Histologie von *Hydra fusca* mit besonderer Berücksichtigung des Nervensystems der Hydroidpolypen, *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. XXXV, 1890. — Einige histologische Befunde an Coelenteraten, *Jenaische Zeitschr. f. Naturw.*, Bd. XXVII, 1893. — *Lehrbuch der vergleichenden Histologie der Tiere*, Jena, 1902.
- SCHWALBE. — Ueber den feineren Bau der Muskelfasern wirbelloser Thiere, *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. V, 1869.
- SEELIGER. — Tunikaten, *Bronn's Thierreich*, vol. III (cité par Vlès).
- SIRODOT. — Recherches sur les sécrétions chez les Insectes, *Ann. des Sc. natur.*, t. X, 1858.
- TOURNEUX et BARROIS. — Sur l'existence des fibres musculaires striées dans le muscle adducteur des valves chez les Pectinidés, etc., *C. r. Soc. Biologie*, 1888.
- UEXKÜLL. — *Zeitschr. f. Biologie*, 1896 (cité par Bottazzi et Grünbaum).
- VIGIER. — Structure des fibres musculaires du cœur chez les Mollusques, *C. r. Acad. Sciences*, t. CXXXVIII, 1904.
- VIGIER et VLÈS. — Sur l'histologie du myocarde chez les Mollusques primitifs, *C. R. Acad. Sciences*, t. CXXXIX, 1904. — Structure histologique des éléments du cœur chez les Mollusques, *Bull. Soc. Zool. de France*, t. XXIX, 1904.
- VLÈS. — Propriétés optiques des muscles. *Thèse doct. ès sc.*, Paris, 1911.
- VOSSELER. — Untersuchungen über glatte und unvollkommene quergestreifte Muskeln der Arthropoden, *Dissert. Tübingen*, 1891.
- WACKWITZ. — Beiträge zur Histologie der Molluskenmuskulatur, speziell der Heteropoden und Pteropoden, *Zool. Beiträge*, Bd. III, 1892.
- WAGENER. — Ueber die Muskelfaser der Evertebraten, *Arch. f. Anat. u. Physiol.*, Bd. XXX, 1863. — Ueber die Entstehung der Querstreifen auf den Muskeln und den davon abhängigen Erscheinungen, *Arch. f. Anat. u. Physiol., Anat. Abth.*, 1880.
- WEISMANN. — Ueber die zwei Typen des contractilen Gewebes u. s. w., *Zeitschr. f. rat. Medicin*, 3^e Reihe, Bd. XV, 1862.
- WITLACZIL. — Die Anatomie der Psylliden, *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. XLIII. — Zur Morphologie und Anatomie der Cocciden, *Ibid.*

ARTICULATIONS SCAPULOCOSTALES

Par Charles FONTAN

Professeur à la Faculté de médecine de Lille.

Certains auteurs¹ ont assimilé l'adaption de la concavité antérieure de l'omoplate sur la convexité de la cage thoracique, à une articulation véritable dont les ligaments seraient formés par les muscles interposés. L'existence de trousseaux fibreux unissant l'angle supéro interne du scapulum à la côte voisine, la découverte fréquente d'une large bourse séreuse séparant les deux surfaces, la pathologie même, de cet espace semblaient corroborer leur opinion.

Dans le cas que je vais relater, il ne s'agit pas d'une telle vue de l'esprit mais bien d'une anomalie fort rare caractérisée par la présence au niveau de l'angle supérieur et de l'angle inférieur de l'omoplate de deux facettes surélevées venant s'accoler à deux facettes semblables disposées sur la face postérieure de la troisième et de la septième côte. Un manchon fibreux unissait et entourait ces quatre surfaces. L'anomalie était bilatérale.

Je crois devoir relater cette observation, car en dehors de son caractère exceptionnel elle inspire quelques considérations portant sur la physiologie et la pathogénie de cette malformation et elle donne peut-être l'explication de certains troubles morphologiques parfois observés en clinique.

En disposant en croix les bras d'un individu de soixante-quatre ans, les élèves chargés de la dissection remarquent la raideur des membres supérieurs; on accuse la rigidité cadavérique. Quand on passe à l'étude de la face postérieure on éprouve une

1. Miramond de la Roquette, *Revue d'orthopédie*, 1909, p. 400.

grande difficulté à décoller l'omoplate du thorax; après section de tous les muscles périscapulaires le scapulum ne reste pas moins fixé solidement à la cage thoracique. L'adhérence est si intime que l'on ne peut passer le bout des doigts entre les deux surfaces. Au bistouri j'essaie de rompre les brides qui s'opposent au décollement, je n'en découvre qu'en deux points à l'angle supérieur et à l'angle inférieur de l'omoplate.

D'abord je crois être en présence de faisceaux fibreux qui relient l'angle supérieur à la 3^e côte formant un ligament large de 1 centimètre, le même aspect se retrouve entre la pointe et la septième côte.

Quand la section fut achevée et après avoir désinséré le grand dentelé le long du bord spinal, je me rends compte que ce ne sont pas de ligaments mais de véritables capsules articulaires, doublées de muscles, s'attachant comme les bords libres d'un manchon autour de facettes très nettes disposées aux endroits précités.

Leur insertion se fait sur l'omoplate et sur les côtes en des points où la surface osseuse n'est pas recouverte de muscles et sur l'omoplate, en haut c'est au-dessus du bord supérieur du muscle sous-scapulaire, en dehors et au-dessous de l'extrémité supérieure du grand dentelé, en dedans de l'omo-hyoïdien.

L'attache inférieure s'est effectuée sur le bord spécial du scapulum, à un centimètre et demi au-dessus de la pointe, sous le bord inférieur du grand dentelé en dehors du rhomboïde en dedans du sous-scapulaire.

Sur la face postérieure des côtes intéressées ces manchons s'insèrent au-dessus et en dessous du grand dentelé, à trois centimètres en dehors de l'articulation transverscostale. Le faisceau supérieur traverse le petit dentelé postéro-supérieur perforé en ce point.

Leur insertion a lieu autour de facettes nettement en relief, du moins sur l'omoplate. Les surfaces osseuses sont au nombre de deux, situées l'une à l'angle supéro-interne, l'autre près de la pointe de l'omoplate (fig. 1). La facette supérieure l'emporte en dimension et en relief; ses caractères sont identiques à droite et à gauche. Nettement circulaire, d'un diamètre atteignant douze milli-

mètres par rapport à la face antérieure de l'omoplate. L'ensemble de cette surface articulaire a l'aspect d'un cône à sommet antérieur tronqué de telle façon que la portion libre est lisse et légèrement

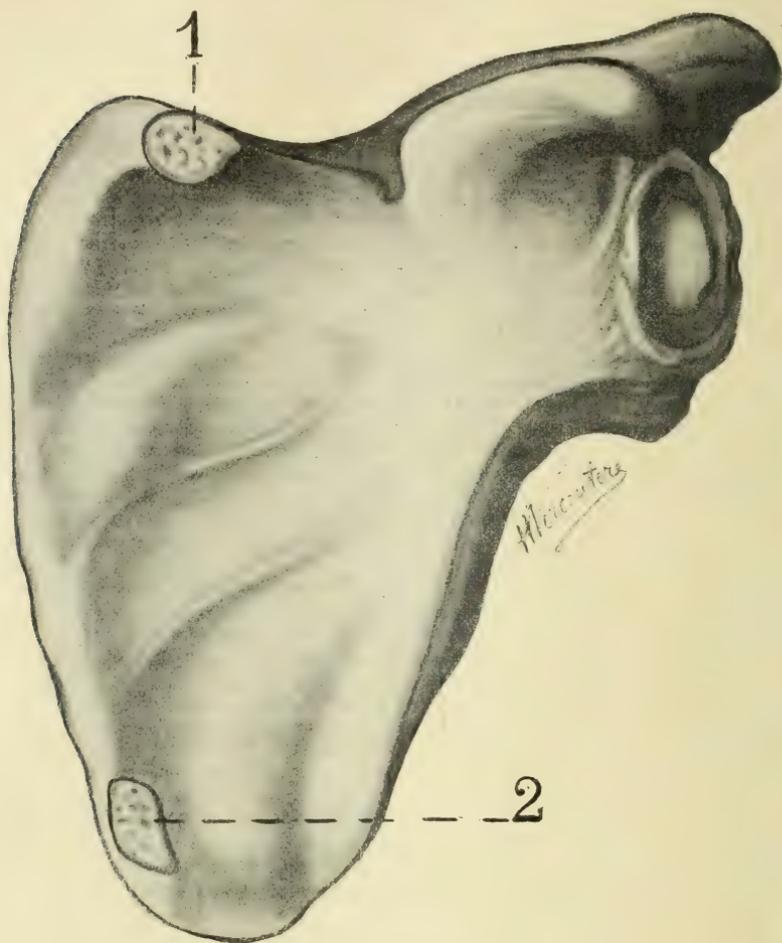


Fig. 1. — Face antérieure de l'omoplate gauche 1, facette supérieure, 2, facette inférieure.

convexe. Elle correspond à l'angle supéro-interne de l'omoplate.

La surface articulaire inférieure est moins large. Sa hauteur atteint 15 mm., sa largeur mesure 41 mm., elle forme une saillie moins accentuée sur le bord rugueux de l'omoplate. Son pôle inférieur s'arrête à 18 mm., de distance de la pointe du scapulum.

Sur l'omoplate gauche la disposition ne diffère pas; seule la tubérosité supérieure se distingue par ses plus grandes dimensions puisque son diamètre mesure 18 millimètres.

Les dimensions et les proportions de l'omoplate ne sont pas modifiées. La concavité de la face antérieure est cependant plus accusée que normalement. Le point le plus déclive se trouve à deux centimètres en contre-bas par rapport au pourtour de l'os.

Au niveau de la troisième et de la septième côte à droite comme à gauche, la disposition des surfaces articulaires apparaît très nette et comparable en tous points.

Sur la troisième côte on découvre à une distance de sept centimètres de l'articulation costo-vertébrale, à deux centimètres de l'articulation costo-transversaire une facette ovale, à grand axe transversal, correspondant aux deux tiers supérieurs de la face externe de cet os. De ce côté il n'y a pas de surélévation, l'os simplement dépourvu du périoste sur une étendue de 13 mm., il apparaît lisse, recouvert d'une couche très mince de cartilage jaune.

Une dénudation ovale semblable se retrouve au niveau de la septième côte, à 8 centimètres de l'articulation costo-vertébrale, à 38 mm. de l'articulation costo-transversaire. Elle consiste en une zone large de 15 mm., haute de 8 mm., circonscrite par le manchon périostique, doublé extérieurement par les faisceaux de la masse sacro-lombaire et des trousseaux fibreux (fig. 2).

La troisième côte n'est pas modifiée dans son aspect général; mais la septième a subi diverses transformations. La courbure selon les bords d'une côte normale présente à partir du rachis une concavité supérieure qui s'étend sur une longueur de 5 à 6 cm. puis une convexité supérieure dans le reste de son étendue. Ici le bord supérieur reste concave jusqu'à la ligne mammaire. D'autre part la lèvre postérieure de la gouttière est plus saillante que de coutume; elle déborde de 6 mm. le fond du sillon des vaisseaux intercostaux.

Comme sur l'omoplate, les facettes articulaires sont recouvertes d'une couche très mince de cartilage qui donne à ces régions une teinte jaunâtre. Ce revêtement disparaît au niveau de l'attache des manchons fibro-périostiques qui accollent les deux surfaces. Ces

capsules sont très courtes, surtout entre les facettes supérieures, elles sont doublées à leur face interne par un feuillet lisse, séreux.

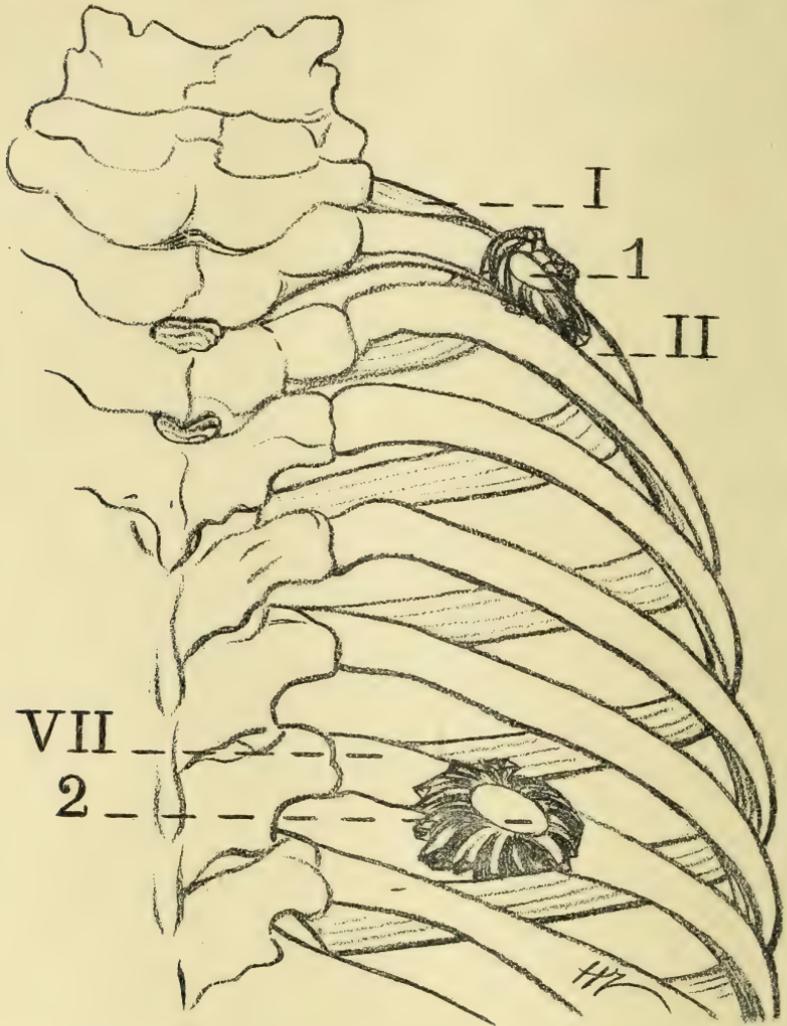


Fig. 2. — II et VII, deuxième et septième côtes; 1 et 2, facettes costales supérieure et inférieure.

A la périphérie des surfaces on ne découvre aucun rapport vasculaire important; il n'existe aucune trace de lésion pathologique. Le squelette entier paraît sain. Au cours de la dissection du sujet on ne perçoit aucune autre anomalie.

Le porteur de cette anomalie était un aliéné peu observé et ne s'intéressant guère à l'examen de sa personne, je ne pus me procurer de renseignements sur le fonctionnement de ses membres supérieurs.

Mais, étant donné ce que l'on sait du rôle de l'omoplate dans la mobilité du bras, il est facile de déduire que cet individu était incapable de remuer son omoplate dans le sens frontal, sagittal ou horizontal. Le haussement d'épaule, l'effacement du moignon, ne pouvaient s'effectuer, pas plus que le mouvement de sonnette qui permet au bras de dépasser dans l'abduction l'angle de 90°. Par suite de la fixation de l'omoplate à la cage thoracique, à chaque inspiration la ceinture thoracique devait se soulever.

Cependant les muscles périscapulaires ne sont pas atrophiés; en particulier les dentelés, rhomboïdes, angulaire, trapèze possédaient leur importance habituelle.

Après l'étude de cette malformation quelques faits demeurent acquis et dignes de discussion : la présence de facettes articulaires et la situation de l'angle supérieur de l'omoplate sont deux caractères explicables grâce à l'embryologie et à l'anatomie comparée.

On admet que l'omoplate apparaît et se développe chez l'homme dans le voisinage des premiers arcs branchiaux, situation dans laquelle on la retrouve chez tous les quadrupèdes adultes. Lewis la montre placée entre la quatrième vertèbre cervicale et la première vertèbre dorsale pendant la quatrième semaine du développement; durant la sixième semaine elle correspond à l'espace compris entre la première et la cinquième côte. Selon les auteurs classiques, chez l'individu adulte normalement conformé, l'omoplate répond en haut à la deuxième côte en bas à la septième, l'épine se projette sur la troisième côte. Dans l'observation que je viens de rapporter l'angle supérieur est articulé à la troisième côte. Il faut donc admettre que le mouvement de descente s'est exagéré.

Quant à la présence de la double articulation scapulo-costale il ne me paraît possible de l'expliquer que par analogie. La caractéristique du membre supérieur de l'homme relève de la grande mobilité de la ceinture thoracique. Par contre, le membre inférieur acquiert sa solidité grâce à la fixation de la ceinture pelvienne sur le squelette sacré.

Si pour une raison inconnue le membre supérieur est obligé de posséder une force et une stabilité comparable à celle du segment pelvien, il tendra à subir les mêmes modifications morphologiques, à acquérir les mêmes caractères anatomiques.

L'étude du développement des membres inférieurs montre que, d'abord indépendant et situé en face de la colonne lombaire, l'os coxal subit ensuite un mouvement de descente.

L'ilion pour prendre un point d'appui solide s'articule, quand il les atteint avec les côtes de la région sacrée. Puis ces dernières se soudent aux apophyses transverses et aux corps vertébraux (apophyses costiformes-Gegenbaur). Articulation et fusion, tels sont donc les deux stades.

Le même processus semble s'être produit, chez l'individu que j'ai observé, au niveau de la ceinture thoracique. Qu'il s'agisse d'un phénomène secondaire à l'immobilité de sa ceinture thoracique ou que l'articulation ait été le fait primitif qui causa l'immobilisation de l'omoplate, il faut reconnaître l'analogie de mécanisme.

Il suffit de puiser dans l'histoire des vertébrés inférieurs pour vérifier la possibilité de ce processus. On y rencontre en effet chez certains individus, chez les quadrupèdes en particulier, une articulation beaucoup plus lâche que chez l'homme entre les apophyses sacrées et l'ilion. On constate aussi très souvent que le contact sacrocoxal se limite à deux ou même une seule vertèbre sacrée. Les cétacés, dont la ceinture pelvienne est rudimentaire par suite de l'absence de membres postérieurs, ont un os coxal représenté par de petits segments distincts, cachés sous le tégument et non réunis à la colonne vertébrale.

L'ilion ne s'articule qu'avec une seule vertèbre sacrée chez le caracal, le chat, la civette, le chien, le blaireau, etc... Chez les poissons la ceinture pelvienne n'est pas reliée au reste du squelette. L'ilion des crocodiliens aboutit aux côtes sacrées très bien développées.

Chez d'autres individus, dont la mobilité du membre antérieur est moins accentuée, ceux chez lesquels les mouvements de l'articulation scapulo-humérale suffisent à assurer la marche, on retrouve cette fixité du scapulum. Les batraciens anoures possèdent

un pont osseux ; le supra-scapulum qui unit l'omoplate aux vertèbres cervicales ; les poissons présentent presque tous un scapulum articulé avec la base du crâne. Il en est de même chez la majorité des saurosidés ; la tortue n'a pas de côtes mais la vertèbre entre en contact avec la ceinture scapulaire, comme avec le pelvis, par l'intermédiaire d'un os supra-scapulaire ; chez les crocodiliens les trois premières côtes cervicales en forme de palette sont complètement articulées à la face interne de l'omoplate.

Il n'est pas utile d'insister sur la rareté de tels caractères. Dans le règne animal, comme chez l'homme en particulier, le membre antérieur est l'appareil préhenseur, défensif, mobile par excellence. En dehors des quelques types que je viens d'énumérer j'ai examiné en vain le squelette des vertébrés disparus et actuels sans rencontrer d'articulation costoscapulaire.

Chez l'homme j'ai pu relever quelques indications d'exemples permettant d'établir un parallèle avec l'observation que je relate. Verneau (Th. Paris 1875) a constaté dans plusieurs cas que l'os coxal se liait au sacrum par des prolongements apophysaires, munis de facettes planes ; dans ce cas la facette du sacrum est située sur la face antérieure de la première ou de la deuxième vertèbre sacrée. D'où analogie frappante, les côtes sacrées sont encore isolées, elles s'articulent séparément à la ceinture pelvienne.

Une anomalie en partie superposable à la mienne est rapportée dans les comptes rendus des travaux anatomiques de la Faculté de Nancy, parus dans la Bibliographie anatomique de 1900. Ancel y décrit une articulation de l'omoplate avec la troisième côte. L'angle supéro interne du scapulum présente sur sa face antérieure une tubérosité de 1 cm. 5 de haut, en forme de cône à sommet tronqué. Cette apophyse encroutée de cartilage s'applique sur la face postérieure de la troisième côte. Les fibres du muscle grand dentelé manquent à ce niveau. Deux bourses séreuses volumineuses séparent les surfaces osseuses. Dans cet exemple, par suite de l'existence d'une seule articulation située à l'angle supérieur, la plus grande partie des mouvements de l'omoplate devait persister.

Je retrouve enfin dans le Prager Vieteliahrschrift (1870-III p. 51)

une observation très détaillée de Luschka. Sur un sujet de quarante ans cet auteur découvrit une articulation lâche unissant l'omoplate à la 3^e et 4^e côte du côté gauche. Cette fixation se faisait à 7 cm. 5 de la ligne médiane. L'apophyse anormale développée sur la face antérieure de l'omoplate se dressait à l'union de l'épine et du bord spinal de l'os; elle reposait sur une base triangulaire à sommet externe, formée par un épaissement du bord d'attache du grand dentelé. Une couche de fibro-cartilage épaisse de un millimètre recouvrait cette tubérosité.

La zone de contact thoracique était constituée par la mise à nu d'un segment de la 3^e et de la 4^e côte et du territoire d'espace intercostal interposé. L'ensemble était limité à la périphérie, par les bords d'une trouée pratiquée à travers le petit dentelé postéro-supérieur, le lombo-costal et le grand dentelé. La portion des côtes et du muscle intercostal ainsi découverte était tapissée d'une épaisse couche de tissu fibreux. Une bourse séreuse très vaste séparait les deux surfaces osseuses en regard.

Il est encore d'autres faits qui parfois peuvent relever de cette anomalie : en particulier les cas de surélévation congénitale de l'omoplate. La contracture ou la brièveté des muscles périscapulaires invoquées par Sprengel ne sont plus admises. Il n'est pas toujours possible d'accepter avec Kirrison et Tridon que l'immobilisation du scapulum dépende d'une déformation scaphoïdale de la face antérieure de cet os. La théorie de Kienböck, Putti basée sur un arrêt embryonnaire dans la descente de l'omoplate explique la situation élevée et non l'immobilisation. Puisque très souvent cette malformation coïncide avec de multiples anomalies du squelette (Apert, Mme Nageotte) il faudrait rechercher au cours des interventions chirurgicales si l'élévation et la fixation ne résultent pas de l'existence d'une articulation scapulocostale.

L'interprétation en quelque sorte physiologique que j'ai exposée plus haut, entièrement basée sur des analogies, n'explique nullement le mode de formation de l'articulation scapulocostale. Les lois générales du développement des tubérosités osseuses (Serres) peuvent s'appliquer. L'étude ostéologique montre que toute éminence provient presque toujours d'un point d'ossification complé-

mentaire. On se demande par là même si cette apophyse articulaire n'aurait pas pour origine un développement exagéré d'un noyau normal. Dans cette voie encore les recherches d'anatomie comparée et de tératologie semblent fournir l'hypothèse satisfaisante.

J'ai déjà mentionné l'existence normale chez le batracien anoure d'un os supra-scapulaire disposé sur le bord spinal de l'omoplate, s'appuyant d'autre part sur les apophyses transverses et les lames des vertèbres cervicales. Chez l'homme cet os supra-scapulaire est représenté par le cartilage marginal de l'omoplate, cartilage qui normalement s'ossifie par deux points complémentaires distincts (Rambaud et Renaut, Sappey). Or c'est au niveau de ce cartilage que sont disposées les facettes articulaires dans mon observation. Volontiers par là même je verrais dans cette déviation du type habituel un stade se rapprochant de l'état normal du batracien.

Il ne s'agit que d'une hypothèse, rejetée d'ailleurs de parti pris par les auteurs qui ne reconnaissent point les anomalies dites réversives. Pourtant dans les deux relations où il fut fait mention de l'existence chez l'homme de formations supra-scapulaires unissant le bord spinal de l'omoplate au sommet des apophyses transverses il faut remarquer qu'il y avait en même temps une modification dans le nombre des segments thoraciques. Chacun des cas rapportés par Willett et Walsham et cités par Poirier (Th. d'agrégation) montre que du côté où siège cette disposition il manque quatre côtes. De là l'hypothèse très tentante : chez ces individus le pont su-scapulaire ne représente-t-il pas un massif osseux qui provient de la fusion entre elles des côtes déficientes et de l'articulation des extrémités de ce bloc avec les apophyses transverses et le scapulum? Ici encore notre observation représenterait un stade du processus de fusion; elle constituerait le premier degré de l'immobilisation de l'omoplate tout à fait comparable à ce qui se produit au niveau de l'ilion. Dans les exemples rapportés par Poirier un pas de plus a été franchi, les côtes se sont fusionnées entre elles (aileron du sacrum).

Luschka dans le travail précité n'accepte pas cette explication comparative. Pour interpréter la production de l'anomalie qu'il a observée, cet auteur rejette toute homologie. Selon lui, on ne con-

nait pas d'articulation scapulothoracique dans la série animale. Ce n'est qu'un trouble de développement. Se basant sur les travaux de Sømmering, de Gruby et de Meckel il admet la théorie suivante : l'épine de l'omoplate nait parfois de deux points d'ossification : l'un fournit l'acromion, l'autre l'épine. Si ce dernier noyau s'accroît outre mesure il tend à former sur la face concave de l'omoplate une *épine antérieure* qui constitue dans ce cas l'apophyse articulaire. Ses frottements répétés créent entre le plan costal et le sommet de la tubérosité une bourse séreuse (Grüber). Si le processus de croissance s'accroît, les muscles interposés s'usent, se dissocient; le pôle antérieur de l'apophyse appuie sur la côte; la bourse séreuse fournit la synoviale; les tissus musculaires et fibreux dissociés se condensent autour des facettes et constituent le manchon fibromusculaire.

Avec quelques variantes, j'invoquerai la même explication pour l'observation que je rapporte. Ici il ne peut être question, puisque le nombre et le siège des facettes diffèrent, d'accuser le point d'ossification de l'épine de l'omoplate, mais puisqu'il est prouvé que le bord spinal de l'omoplate se développe par deux points secondaires : un centre inférieur situé près de la pointe, un point supérieur qui correspond à l'angle supérieur, on peut admettre que l'accroissement de ces noyaux d'ossification s'est fait non seulement à la périphérie (dans le plan frontal) mais encore vers la face antérieure. Il en dérive une apophyse qui peu à peu entre en contact avec la face postérieure de la côte adjacente. Enfin il semble que ce processus rappelle une formation atavique et que le cartilage marginal de l'omoplate, qui correspond au supra scapulum de certains vertébrés inférieurs, tende dans ce cas à reprendre sa morphologie et ses connexions primitives pour donner sans doute plus de solidité à la ceinture thoracique au dépens de sa mobilité.

ORIGINE, VALEUR CELLULAIRE ET FONCTIONS DES LEUCOCYTES

Par Éd. RETTERER et Aug. LELIÈVRE.

(Suite ¹.)

De même que les infusoires ou les zoospores sont attirés par certaines substances, les leucocytes des êtres multicellulaires seraient influencés par la composition du milieu : leur *irritabilité* se traduirait par des mouvements en vertu desquels ils se dirigeraient vers certains milieux (*chimiotropisme positif*) et s'éloigneraient d'autres milieux (*chimiotropisme négatif*). Leber, Massart et Bordet, Steinhaus etc., portant des tubes capillaires contenant des produits inflammatoires ou irritants dans le sac lymphatique de la grenouille ou la chambre antérieure de l'œil d'autres animaux, ont vu ces tubes se remplir de leucocytes. Si les tubes capillaires ne contiennent que de l'eau distillée, il n'y pénètre point de leucocytes. Après introduction de tubes capillaires sous la peau, on constate des phénomènes identiques.

Assimilant les leucocytes aux amibes, on explique ces faits par la sensibilité ou l'irritabilité des leucocytes. Les substances irritantes activeraient l'amiboïsme des leucocytes qui se dirigeraient vers les unes et s'éloigneraient des autres. Remarquons que les résultats s'expliquent aussi aisément, si l'on admet que les bactéries, leurs produits solubles ou les substances irritantes (injectées ou inoculées) provoquent des courants transportant mécaniquement les leucocytes dans une direction déterminée.

Déformations des leucocytes. — Les leucocytes changent de forme. Ces déformations sont-elles identiques à celles qu'on observe

1. Voir *Journal de l'anatomie*, 1912, p. 44.

chez les amibes et les infusoires? C'est là une question capitale à résoudre, et, c'est faute d'avoir été élucidée que l'histoire des leucocytes continue à être un assemblage de vrai et de fabuleux.

Wharton Jones étudiant, en 1846, le sang de la raie, vit les leucocytes adhérer à la lame de verre et offrir une série de déformations qu'on a comparées à celles que Roesel, Dujardin et d'autres auteurs avaient observées sur les Rhizopodes. Davaine décrit les mêmes changements de forme sur les leucocytes de l'homme. Aussi, dès 1854, N. Lieberkühn assimila-t-il les leucocytes à des organismes uni-cellulaires, à des amibes, vivant en parasites dans les êtres multi-cellulaires.

W. Jones observa, sur les leucocytes de la raie, le développement de lobes ou d'expansions se faisant sur un point de la périphérie du corps. Plus tard, ce lobe disparaissait et un autre lobe se manifestait sur un point différent pour s'effacer à son tour. Un troisième lobe apparaissait plus loin et ainsi de suite. En même temps que ces expansions prenaient naissance, il apparaissait, dans le corps du leucocyte, des vacuoles, fait qui fut bien décrit par Davaine.

Ces observations furent contrôlées par nombre d'histologistes qui tous semblèrent d'accord pour considérer ces phénomènes comme dus à la contractilité et à l'extensibilité du protoplasma des leucocytes. On a l'habitude depuis cette époque de citer les déformations des leucocytes comme des exemples de *manifestations vitales* du protoplasma : c'est, par mouvements propres, que le leucocyte émettrait des prolongements, qu'il rétracterait ensuite ces *pseudopodes* et se comporterait comme une véritable amibe se servant de ces pseudopodes pour se mouvoir et pour englober les particules alimentaires.

Ranvier fit une distinction qui nous semble intéressante : dès 1875, Ranvier (*Technique*, p. 156) crut remarquer que tous les prolongements des leucocytes ou cellules lymphatiques n'étaient pas de même nature : les uns changeaient constamment de forme et pouvaient revenir sur eux-mêmes (prolongements amiboïdes proprement dit); les autres, une fois produits, demeurent à l'endroit où ils se sont formés, restent clairs et lisses (*excroissances sarco-diques*). Ces dernières représentent un phénomène de dégénérescence et de mort cellulaire.

En ce qui concerne l'amiboïsme des *lymphocytes*, les uns le nient, d'autres prétendent l'avoir observé. Nous admettons volontiers que le lymphocyte change de forme lorsqu'on l'observe dans son sérum naturel ou dans une solution physiologique de sel marin. Mais ces déformations, nous les mettons, comme celles des mononucléaires ou des polynucléaires sur le compte d'altérations mécaniques ou cadavériques. En supposant même que ces déformations soient dues à l'activité spéciale du protoplasma, il est bien douteux qu'une bordure protoplasmique de 1 à 2 μ puisse émettre, en certains points, des pseudopodes assez puissants pour déplacer une sphère d'un diamètre de 5 à 7 μ (noyau et le reste du protoplasma).

Est-ce l'activité propre du protoplasma qui produit le cheminement, la locomotion et la division par voie directe (amitotique) des globules blancs? Le courant lymphatique ou sanguin semble déterminer essentiellement le déplacement des globules blancs. Les prolongements ou pseudopodes qu'émettent les leucocytes polynucléaires sont généralement considérés comme le fait d'une suractivité spéciale du protoplasma de l'élément. A notre avis, les expansions qu'on observe sur le leucocyte placé entre lame et lamelle ne sont que le résultat de l'hydratation, qui précède la mort cellulaire. C'est un phénomène analogue à celui qui se passe au moment de la mise en liberté du leucocyte, quand cet élément se détache du complexe dont il fait partie. Jamais on n'a réussi à faire vivre un leucocyte en train d'émettre des pseudopodes et à le voir produire un tissu nouveau.

Les prétendues divisions par voie directe des leucocytes ne sont que des phénomènes d'hydratation, suivis de la désagrégation et de l'effritement de tout l'élément. Si on lit attentivement le texte d'Arnold¹ et si on étudie les dessins de cet auteur, on se convainc de la réalité de cette interprétation; lorsque le leucocyte s'est étranglé par son milieu (début de la division directe) et lorsque les deux moitiés se sont séparées, la masse réunie des deux moitiés est plus petite que le leucocyte primitif. Arnold lui-même en fait la remarque dans l'explication des figures 12 et 13. On

1. *Archiv f. mik. Anatomie*, t. 30, 1887, p. 205.

nous objectera que cela résulte d'une contraction ou d'une condensation du protoplasma. Les dessins annexés au mémoire d'Arnold parlent en faveur de notre manière de voir : les cellules-filles montrent un protoplasma plus clair, moins riche en granulations que la cellule-mère.

Les observations de Griesbach, de Botkin, de Louckianow¹ parlent dans le même sens que nos expérimentations; les prétendues manifestations motrices des globules blancs ne sont que des déformations dues à l'hydratation, à la désagrégation, à la fonte partielle du protoplasma.

Sans donner de plus amples détails, Naegeli (*loc. cit.*, 1909, p. 66) représente et indique dans une observation de lymphocytémie chronique, l'effritement (*Auffaserung*) du contour protoplasmique des grands lymphocytes, ainsi que le détachement d'éléments ou fragments protoplasmiques qui sont ainsi mis en liberté. Il désigne ce processus sous le nom de plasmolyse.

Toutes les théories classiques sont fondées sur l'hypothèse de la spécificité du globule blanc. L'ontogénèse et l'expérimentation montrent le contraire : tous les êtres multicellulaires débutent à l'état d'un complexus cellulaire dans lequel les globules blancs manquent. Les globules blancs y prennent naissance par plasmochise. Cette évolution se poursuit chez l'embryon, le fœtus et l'adulte dans tous les tissus. A mesure que les cellules réunies en tissu évoluent, certaines d'entre elles deviennent libres par plasmolyse. De par leur origine, les globules blancs sont donc des éléments tronqués et vieillis.

Les ferments oxydants des végétaux paraissent exalter l'irritabilité et les déformations des leucocytes.

Portier² injecta une solution de laccase (1 p. 200) dans le sac lymphatique de la grenouille (la solution tenait en suspension du charbon très finement pulvérisé). Une heure après, le liquide montre de nombreux leucocytes qui contiennent des particules de charbon. « On est très frappé, dit Portier (*loc. cit.*, p. 108) de la

1. Voir Retterer, *loc. cit.*, 1901, p. 657.

2. *Les Oxydases dans la série animale et leur rôle physiologique*, Thèse de Paris, 1897.

façon dont se comportent ces leucocytes. Sitôt qu'ils sont déposés sur la lame à cellule qui sert à pratiquer cet examen, on les voit émettre de nombreux pseudopodes ; ils se déforment constamment et si rapidement qu'en interrompant l'observation pendant une demi-minute, il est souvent difficile de reconnaître le leucocyte qu'on étudiait. Ils se déplacent aussi avec une très grande rapidité. Le déplacement mesuré à l'oculaire micrométrique oculaire s'est montré dans quelques cas supérieur à 3 millimètres à l'heure¹. »

Portier conclut de cette expérience que la laccase exalte l'activité des leucocytes.

Nous avons répété l'expérience avec la tyrosinase (la solution glycérinée fut diluée à 1 p. 100) : 1 et 2 heures après l'injection nous prélevons dans le sac lymphatique de la grenouille, la lymphe que nous examinons en goutte pendante. La lamelle est bordée de paraffine ou de vaseline pour empêcher l'évaporation ; les leucocytes montrent des déformations manifestes. Conservées dans la chambre humide (T° de 20°), les préparations ne présentent plus au bout de 24 heures que des débris de leucocytes, le corps cellulaire ayant totalement disparu.

Nous concluons de ces faits que la tyrosinase active les déformations des leucocytes ; mais, au lieu d'une exagération de propriétés vitales, nous y voyons des phénomènes d'oxydation et d'hydratation qui aboutissent à la dissolution du protoplasma.

Dans les états pathologiques², les leucocytes disparaissent également par liquéfaction ou plasmoschise. En effet, le protoplasma des leucocytes subit, dans les processus inflammatoires, une fonte rapide dans sa portion périphérique, tandis que le réticulum de sa portion centrale régresse et se désagrège en granulations. De ces faits, il est légitime de conclure que l'évolution régressive du cytoplasma continue à se faire de la périphérie vers le centre ; de plus, le leucocyte n'excrète pas les granulations pendant que son corps cellulaire continue à persister : il disparaît en même temps qu'il met les ferments en liberté

1. Ces expériences ont été faites à la température de 16°.

2. Voir Metchnikoff, *L'immunité dans les maladies infectieuses*, 1907, p. 208 et 229.

Survie des leucocytes en dehors de l'organisme.

Pour Levaditi et Muttermilch (*loc. cit.*) (*Soc. Biol.*, 1910, p. 1080), les leucocytes de mammifères sont *tués* par un séjour de trois jours dans la glacière.

Par contre, d'après Sawtchenko¹ on est en droit de considérer comme établi par les expériences de Nedrigaïloff que « les leucocytes peuvent se conserver à l'état vivant en dehors de l'organisme, à condition d'être gardés au froid, jusqu'à 6 jours. Dans nos expériences, après avoir lavé des leucocytes de cobaye 4 fois avec une solution NaCl, nous les laissons ensuite dans le même milieu à une température de 0° à 5° C. : 24 heures après, nous retrouvons les leucocytes en pleine possession de leur vitalité; ils donnaient dans les expériences le même p. 100 de phagocytose que la veille. Au bout de 3 jours, la plus grande partie des leucocytes périssait; seuls quelques mononucléaires manifestaient encore une capacité phagocytaire. Il ne nous est pas arrivé d'observer de phagocytose au delà de 4 jours. »

La *survie* des leucocytes des amphibiens paraît être bien plus longue.

M. Jolly² a décrit et figuré les mouvements amiboïdes de leucocytes de sang conservé *in vitro* à la glacière depuis 4 mois et demi. Le temps d'ouvrir le tube et de faire la préparation suffit pour faire réapparaître les mouvements des leucocytes.

Le sang de grenouille conservé à la glacière pendant 7 ou 10 mois montre également des leucocytes offrant des mouvements amiboïdes.

Les leucocytes des mammifères et ceux des amphibiens se comporteraient donc autrement sous l'influence du froid : ceux des premiers périreraient au bout de quelques jours, tandis que ceux des seconds conserveraient leur vitalité.

Ces expériences de M. Jolly s'expliquent aisément, en dehors de

1. *Archives des Sciences biol.*, t. XVI, p. 168, 1911.

2. *C. R. de la Soc. de Biol.*, 9 juillet, 1910, p. 86. *Ibid.*, 22 oct. 1910, p. 295 et *ibid.*, 22 juillet 1911, p. 71.

toute hypothèse : les mouvements dits amiboïdes ne sont dus qu'à des phénomènes d'hydratation ; le froid fixe les leucocytes dans leur forme et les conserve. Mais ces leucocytes conservés par la congélation ne sont plus vivants au bout de peu de temps. Lorsqu'on les dégèle, ils s'altèrent : ils s'hydratent, se gonflent et se déforment.

L'amiboïsme des leucocytes dégelés est la meilleure preuve en faveur de notre interprétation : les déformations observées sur les leucocytes sont dues à l'hydratation qui précède la désagrégation et la liquéfaction du protoplasma du leucocyte.

Pour réfuter notre manière de voir, il faudrait, après décongélation, mettre ces leucocytes dans un milieu vivant et les voir continuer à proliférer et à donner naissance à de nouvelles générations leucocytaires ou à un tissu quelconque.

CONCLUSIONS. — *Les mouvements amiboïdes du leucocyte sont des phénomènes identiques à ceux qui ont donné naissance au leucocyte ; ils sont provoqués par l'hydratation et la liquéfaction du corps cellulaire.*

V. — PHAGOCYTOSE.

Il est facile d'observer au microscope, sur les Protozoaires, le mode de préhension des aliments. Au contact d'un débris organique ou d'une bactérie, l'amibe ou le rhizopode émet des prolongements protoplasmiques qui enveloppent le corps étranger et l'englobent. Une fois incorporée dans le corps de l'amibe, elle ne tarde pas à s'être entouré d'un liquide simulant une vacuole et dont les principes actifs agissent sur la particule étrangère et finissent par la dissoudre et en extraire les matériaux nutritifs.

Comparant les leucocytes à des amibes, on chercha de bonne heure à voir s'ils se comportent de même au point de vue de l'ingestion des corps étrangers.

Les observations de Haeckel semblèrent confirmer cette assimilation. Dès 1859, Haeckel¹ avait découvert que les éléments figurés du sang des Gastéropodes (Thetys) étaient des cellules nues,

1. *Die Radiolarien (Rhizopodia radiaria)*, 1862.

capables comme les amibes, d'incorporer des particules solides, c'est-à-dire de les dévorer.

En injectant à ce gastéropode de la poudre d'indigo, Haeckel vit au bout de quelques heures, les globules blancs imprégnés d'indigo. Ces éléments s'empareraient des corps étrangers de la même manière que les amibes. Il en conclut que les globules blancs ou leucocytes des métazoaires sont des amibes qui vivent dans les organismes multicellulaires. Ce sont des cellules qui se meuvent comme les amibes, (*cellules migratrices*), qui se nourrissent comme les amibes. Metchnikoff¹ poursuivant ces études, a vu de plus que les leucocytes s'emparent des bactéries comme ils font des grains de charbon et de carmin.

Après avoir englobé les bactéries, ils les détruisent en les digérant; de là leur nom de *phagocytes*.

C'est là la théorie de la *phagocytose* : le leucocyte en saisissant le microbe et en le dévorant, défend l'organisme contre les maladies infectieuses. Mais quelle variété de leucocytes se charge de cette fonction? Dès qu'on arrive à l'origine et aux fonctions de chacune des variétés de leucocytes, les auteurs sont partagés d'avis. Deux citations suffisent à le démontrer.

Pour Metchnikoff, les lymphocytes ne proviennent pas seulement des ganglions lymphatiques et les autres leucocytes ne dériveraient pas uniquement de la moëlle des os. Il se rattache à *Ouskoff* pour qui les leucocytes polynucléaires ordinaires ou neutrophiles se développent dans le sang même aux dépens des petites cellules fournies par différents organes.

Les lymphocytes auraient des propriétés phagocytaires peu développées; les leucocytes mononucléaires et les neutrophiles se distingueraient par des propriétés phagocytaires très prononcées.

Les leucocytes migrants sont attirés par les microbes et émigrent dans les tissus envahis par ces derniers. Les cellules *endothéliales* des vaisseaux jouent un rôle analogue : elles sont contractiles; elles se remplissent de bacilles et se détachent de la paroi vasculaire.

1. *Leçons sur la pathologie comparée*, 1892.

Selon Naegeli (*loc. cit.*, 1908, p. 138), les polynucléaires neutrophiles sont des *microphages* qui incorporent les bactéries des infections aiguës (streptocoques, staphylocoques, gonocoques, etc.). Les petits lymphocytes, les grands mononucléaires n'ont aucun rôle phagocytaire; celui des éosinophiles est douteux. Quant aux *macrophages*, ils sont représentés par des éléments mononucléaires (bien différents des grands mononucléaires du sang), qui dérivent des endothéliums ou bien des grands lymphocytes adultes ou vieux. Les macrophages s'emparent des bactéries des infections chroniques (tuberculose, lèpre etc.), ainsi que des parasites animaux (plasmodes) ou des détritrus organiques (pigment, hématies, etc.).

Il s'agit de déterminer la cause qui préside à l'englobement des corps étrangers par le leucocyte : est-ce un phénomène physique, chimique ou vital? Si l'on injecte des particules de carmin ou de charbon (en suspension dans un liquide) dans la cavité péritonéale, on voit que les unes s'accolent à la surface des leucocytes, tandis que les autres se trouvent dans leur intérieur, c'est-à-dire englobées par le protoplasma. Pour ce qui est des particules de charbon, il ne peut y avoir de sensibilité chimique ou spécifique, et cependant lorsque le leucocyte se trouve en leur présence, il se déforme et pousse des prolongements dans leur direction.

N'oublions pas d'ajouter que les cellules endothéliales des vaisseaux (du foie et de la rate en particulier) se chargent également de particules de charbon. Il faudrait donc admettre l'amiboïsme des cellules endothéliales.

Metchnikoff¹ injectant du sang d'oie dans la cavité péritonéale de cobayes, a vu et figuré des hématies d'oie, les unes adhérant simplement à la surface des mononucléaires, les autres englobées par les pseudopodes d'autres leucocytes.

Ce phénomène effectué *in vivo* a été observé *in vitro* par Sawtchenko² avec des leucocytes lavés de cobaye et des hématies d'oie. L'hématie accolée au leucocyte s'enfonce dans son protoplasma sans la moindre action locomotrice de ce dernier. Lorsqu'on chauffe les leucocytes à 50°, il y a accolement des hématies, mais point d'englobement; à

1. *L'immunité dans les maladies infectieuses*, p. 87.

2. Sur la théorie de la phagocytose, *Archives des sciences biologiques*, t. XVI, p. 162.

55° ou à 60°, l'accolement même ne se fait plus. La coagulation du protoplasma empêche, à notre avis, toute dissolution, toute plasmolyse. Pour Sawtchenko, l'explication est la suivante : « Le fait que les phagocytes poussent des prolongements amiboïdes doit être interprété, au point de vue physique, par une diminution de la pression superficielle, c'est-à-dire par un relâchement dans un endroit déterminé de quelque membrane élastique, formée au contact du protoplasma avec le milieu ».

Levaditi et Muttermilch¹ ont mis en présence, dans le tube à essai, des leucocytes de cobaye (exsudat péritonéal), une goutte de sang de souris trypanosomiée (trypanosomes du Nagana) et du *sérum de cobaye normal*, inactivé à 56°. Dans ces conditions, les flagellés, très mobiles, ne sont pas englobés par les leucocytes. Si, par contre, on remplace le sérum neuf par un sérum provenant d'un cobaye trypanosomié, inactivé à 56°, on voit les phénomènes suivants : dès que les trypanosomes, *très mobiles*, arrivent au contact des leucocytes, ils se fixent, par leur extrémité non flagellée sur le protoplasma du leucocyte. Peu après, le leucocyte pousse des pseudopodes qui englobent le trypanosome et le phagocytent de plus en plus. Peu à peu le parasite se meut de moins en moins ; il finit par s'immobiliser, devient transparent et disparaît (*trypanolyse*).

Le phénomène de la phagocytose comporte donc deux phases : la première, celle de *l'attachement de l'objet phagocytable sur le leucocyte* ; la seconde, celle de *l'englobement proprement dit et de la destruction du trypanosome*.

L'attachement des trypanosomes sensibilisés n'exige pas la vitalité ou l'activité phagocytaire du leucocyte. Le trypanosome s'attache à un leucocyte tué par le froid ou la chaleur, mais il n'est pas englobé. Cet accolement ou attachement est donc un phénomène physico-chimique. Quant à la seconde phase, celle de l'englobement et de la destruction des trypanosomes, c'est un *phénomène essentiellement vital*. Le leucocyte vivant, excité par l'attachement du microbe, semble sécréter un principe microbicide destiné à imprégner le microbe sensibilisé et à le détruire.

On le voit, l'acte préhensile du leucocyte n'est plus guère admis : déjà en 1909 Naegeli, (*loc. cit.*, p. 116) écrivait : « Denys, Buchner, Martin Hahn, Goldscheider et Jacob, Löwy et Richter etc, ont montré que les pseudopodes n'ont aucune influence mécanique au point de vue de l'englobement des microbes. Ce seraient les produits chimiques (*alexines*) élaborés par les leucocytes qui agiraient sur les microbes et ralentiraient leur vitalité. »

1. Mécanisme de la phagocytose, *C. R. de la Soc. de Biol.*, 18 juin 1910, p. 1079.

Ces faits, qui sont d'un ordre tout différent des phénomènes évolutifs, comportent néanmoins des conclusions identiques : la phagocytose, dit Gley (*Physiologie*, 2^e éd., p. 107), est une simple image. « Il n'est pas permis de supposer que la cellule avale et mange, au sens propre de ces termes; ce serait une façon de penser et de parler purement anthropomorphique. Que la phagocytose soit une erreur heureuse et féconde, parce qu'elle a fait entrevoir et découvrir bien des vérités qui seraient restées inconnues sans elle : soit! mais avouons l'erreur et cessons de nous représenter les leucocytes comme des êtres armés de tentacules et destinés à pourchasser, à capturer et à manger les microbes. »

Les leucocytes n'agissent, à notre avis, sur les substances introduites dans les tissus ou le sang qu'en continuant l'évolution régressive des cellules qui leur ont donné naissance : le tout se ramène à des transformations protoplasmiques et à la fonte cellulaire.

Les avis sont, il est vrai, bien partagés en ce qui concerne ces transformations protoplasmiques.

Hankin¹ prétend que ce sont les *granula* (d'origine réticulaire, à notre avis) des leucocytes qui produisent les substances bactéricides.

Hahn² fit périr les leucocytes par congélation; les extraits de ces leucocytes comme ceux des leucocytes vivants possèdent un pouvoir bactéricide plus puissant que le sang ou le sérum sanguin du même animal. Ils contiennent de l'alexine.

Van de Velde³ fit macérer les leucocytes dans l'eau distillée et obtint des substances bactéricides. Bail⁴ arriva à des résultats analogues.

Schattenfroh⁵ tritura ensemble des leucocytes et du sable quartzéux et obtint des substances bactéricides. Donc les leucocytes renferment des substances capables de neutraliser et de détruire les toxines.

Les leucocytes incorporent et dissolvent également des hématies.

A. Wassmuth⁶ ajoute à une goutte de sang de cobaye (conservée dans une solution de sel physiologique) du sérum de sang de lapin. Mis pen-

1. *Zentralblatt f. Bakteriologie*, t. 12 et 14.

2. *Beziehungen der Leukozyten zur bakterieziden Wirkung des Blutes*, *Archiv f. Hygiene*, t. 25, 1895.

3. *Zentralblatt f. Bakteriologie*, t. 23, 1898.

4. *Archiv f. Hygiene*, t. 30.

5. *Ibid.*, t. 31 et 35.

6. *Enthalten Leukozyten antihämolytische Stoffe?* *Archiv f. Hygiene*, t. 63, p. 23, 1907.

dant deux heures à l'étuve, puis au froid, ce mélange ne montre plus d'hématies; toutes sont dissoutes. Si l'on augmente la quantité de sel physiologique, les hématies ne sont plus dissoutes. Comme l'un de nous l'a montré (*Journal de l'anatomie*, 1906, p. 583), le sel marin à concentration convenable conserve et fixe l'hémoglobine des hématies.

En injectant dans la plèvre des lapins de l'amidon cuit, Wassmuth produisit du pus dont les leucocytes furent triturés avec du sable quartzéux : ces leucocytes seraient *vivants* car ils sont animés de mouvements amiboïdes et réduisent le bleu de méthylène. Une température de 60 ou 80° détruit tout pouvoir actif des leucocytes.

Portier¹ a extrait des leucocytes un ferment soluble, du groupe des *oxydases*. « Au moment où le sang sort du vaisseau, dit Portier (*loc. cit.*, p. 60), quelques leucocytes sont détruits et mettent en liberté le fibrin-ferment qui permet à la fibrine de se former. Les autres leucocytes ne tardent pas à se détruire au milieu des filaments de fibrine, lorsque celle-ci reste exposée à l'air pendant quelques instants. Tous ces leucocytes en se détruisant ainsi spontanément mettent en liberté leur oxydase; la fibrine s'en imprègne; lorsqu'ensuite cette fibrine est solubilisée ou digérée, le ferment oxydant passe en solution ».

L'oxydase n'existe pas dans le sang ou dans les cellules vivantes; elle semble se former par la destruction spontanée de certaines cellules leucocytes du sang et des tissus).

Ulmann², examinant les leucocytes dans une préparation de sang bien faite, voit les leucocytes se diriger vers les hématies, pénétrer entre ces dernières et les écarter les unes des autres. Cette pénétration se fait de deux façons : 1° le leucocyte émet un prolongement (un rayon) entre deux hématies et fait suivre le reste du corps cellulaire, de sorte que les hématies sont refoulées; 2° ou bien le leucocyte se fait une place entre deux hématies et s'avance entre plusieurs rangées de ces dernières.

Cette activité des leucocytes ne relève pas de causes mécaniques; elle est chimique, fermentative, protéolytique, car elle finit par dissocier les hématies qui adhèrent les unes aux autres.

M. Franke mélange les leucocytes du sang humain avec du citrate de soude et les isole par centrifugation pour les laver dans une solution physiologique de sel marin. En ajoutant de l'eau distillée, en maintenant la solution à une température de 55° c., il obtient le ferment protéoly-

1. *Les oxydases dans la série animale*, etc., Thèse de Paris, 1897.

2. Ueber physiologische und pathologische Bewegungserscheinungen an den Leukocyten, *Verhandl. deutscher Naturforscher u. Aertze*, 82^e réunion, 1910, p. 461, 2^e partie.

3. Die Methode der quantitativen Bestimmung des proteolytischen Leukocytenfermentes, und über (proteolytischen) Fermentindex der Leukocyten im menschlichen Blute, *Wiener Klinis. Wochenschrift*, t. 33, p. 120, 1910.

tique. Il expérimente le pouvoir digestif de la leucoprotéase en faisant digérer de la caséine : la leucoprotéase fait disparaître la caséine, car la solution ne donne plus de précipité avec un sérum qui précipite la caséine. Franke a ainsi déterminé le pouvoir digestif et l'index protéolytique des leucocytes.

J. R. Green¹, après avoir constaté que, dans la lymphe normale du chien, les leucocytes à noyau polymorphe manquent, en provoqua l'apparition en injectant à l'animal des staphylocoques ou en liant la veine jugulaire. Après l'infection staphylococcique, il y avait jusqu'à 40 p. 100 de polynucléaires ; dans l'hypérémie passive produite par la ligature de la veine jugulaire, les polynucléaires variaient entre 4 et 12 p. 100.

On sait que de nombreuses substances (staphylotoxine, hémialbumose, etc.) produisent une leucocytose essentiellement basophile. Ces substances agissent-elles sur un seul tissu, la moelle osseuse, par exemple? Pröscher² expérimentant avec des cultures pures et non virulentes de virus variolique injectées au lapin n'a observé que de rares leucocytes dans la moelle osseuse. Le sang en contenait de nombreux. Pour Pröscher, les leucocytes basophiles seraient dûs à la transformation des lymphocytes circulant dans le sang et subissant, sous l'influence du virus variolique, la dégénérescence granuleuse.

Bien que nous ne soyons pas fixés sur la nature véritable de l'agent du vaccin jennérien, ces expériences intéressantes montrent qu'il passe et se trouve dans les leucocytes.

Casagrandi³, après avoir inoculé le vaccin jennérien à des poulets, trouva le virus dans le sang plusieurs semaines après. Ce sont surtout les leucocytes qui le transportent. A notre point de vue, il serait des plus intéressants de savoir comment les leucocytes s'emparent du virus, si ces leucocytes sont des dérivés des épithéliums en voie de prolifération à la suite de l'inoculation et quel laps de temps il leur faut pour neutraliser le virus.

Par l'introduction du *vaccin animal* ou *variolo-vaccin* (inoculation dans l'épithélium de la cornée ou de la peau du lapin ou du veau), on voit dans les cellules épithéliales des signes manifestes de prolifération, tels que des mitoses, des cellules géantes. Dans les cellules épithéliales apparaissent des corpuscules dont les uns sont regardés comme les agents vivants de la maladie, tandis que les autres sont considérés comme des réactions cellulaires (*cytocytes* de Guarnieri). Les premiers jours, les leucocytes sont rares ; les jours suivants, ils sont très abondants au

1. *Americ. Journal of Physiology*, t. 26 p. 68, 1911.

2. Ueber experimentelle basophile Leukocytose beim Kaninchen, *Folia haemato*, t. 7, 1909, p. 107.

3. La variole bovine (cow-pox, vaccin jennérien chez les poulets), *Revue internationale de la vaccine*, n° 1, 1910.

point inoculé. Le septième jour, dit E. Paschen¹, les leucocytes sont nombreux dans le point inoculé; ce sont des macrophages et des microphages contenant des enclaves cellulaires constituées en partie par des restes nucléaires des cellules épithéliales et des leucocytes en voie de désagrégation.

Des phénomènes semblables de prolifération et de désintégration se produisent dans toute lésion mécanique de l'épithélium, même quand le derme n'est pas intéressé par le couteau : dans les plaies par lésion mécanique de la cornée, par exemple, on peut suivre la transformation de la cellule épithéliale en leucocyte².

Comme l'immunité s'étend à tous les éléments de l'organisme et a, pour la variole en particulier, une durée de plusieurs années, il est infiniment probable que toutes les cellules, même les cellules épithéliales qui n'ont jamais été en contact avec un leucocyte ont été modifiées et ont réagi à l'agent infectieux. Il n'est pas étonnant que les leucocytes qui sont dus à la séparation et à la mise en liberté des cellules le plus fortement atteintes contiennent le plus de corpuscules infectieux et peut-être le plus de substances immunisantes.

CONCLUSIONS. — Dans les conditions ordinaires, normales ou physiologiques, les leucocytes prennent naissance, par fonte d'une portion du protoplasma, aux dépens de cellules réunies en complexus ou en tissus. L'oxygène, les aliments qui ont subi l'action des sucs digestifs, etc, sont les excitants qui déterminent ces transformations et ces fontes protoplasmiques. L'introduction dans l'organisme d'irritants chimiques ou bactériens détermine une assimilation et une désassimilation plus énergiques : les cellules réunies en tissu ainsi que les produits cellulaires (leucocytes et plasma) possèdent de ce fait des propriétés différentes et en particulier une résistance plus considérable, de sorte que l'introduction de nouvelles quantités de bactéries ou de toxines est supportée avec moins de dommage pour l'organisme.

1. Ueber den Erreger der Variolvaccine, *Handbuch der Technik u. Methodik der Immunitätsforschung (Ergänzungsheft)*, 1914, p. 503.

2. Voir Retterer, *Journal de l'anatomie*, 1903, p. 469.

VI. — DIAPÉDÈSE.

Il est un fait certain, établi par Cohnheim, c'est que toute augmentation de la pression sanguine amène l'accumulation de leuco-

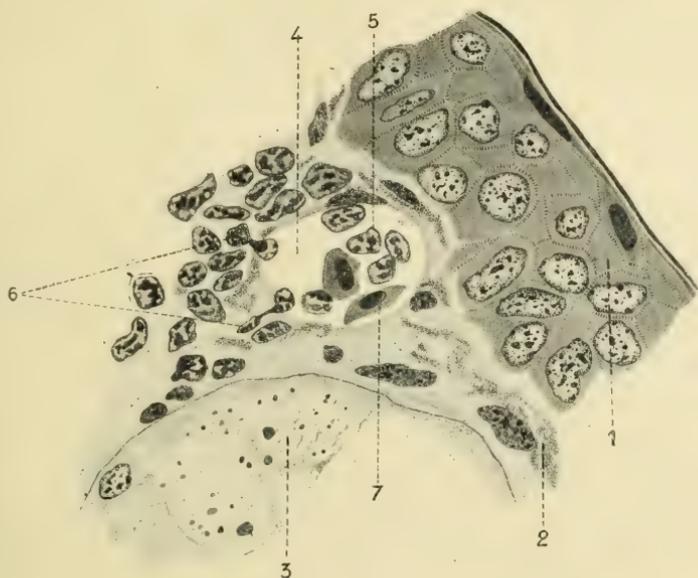


Fig. 1. — Coupe de la peau d'un triton crété en un point voisin de l'appendice dorsal. Liquide de Zenker: hématoxyline au fer, Lichtgrun. — Obj. à immersion 1/15 de Stiassnie; Oc. comp. 4.

1, épiderme; 2, derme avec cellules pigmentaires; 3, glande cutanée; 4, vaisseau sanguin; 5, leucocytes intra-vasculaires; 6, leucocytes à cheval sur la paroi vasculaire; 7, hématies.

cytes dans la région correspondante. Il est facile de suivre au microscope la sortie des leucocytes hors des vaisseaux sanguins. Il suffit pour cela d'étaler la langue d'une grenouille curarisée sur le porte-objet pour provoquer l'hypérémie artérielle. Après s'être dilatées, les artérioles se contractent et les veines également dilatées montrent de nombreux leucocytes qui, après s'être accumulés le long de la paroi, traversent cette dernière. Si, après dilatation, la veinule se contracte et que le cours du sang s'y accélère, les leucocytes sont entraînés par le courant, et, on n'observe plus de diapédèse.

Les mêmes phénomènes ont été observés maintes et maintes fois sur le mésentère des mammifères.

La diapédèse se fait-elle, dans les conditions physiologiques, en dehors de tout trouble vaso-moteur, de toute atteinte mécanique ou chimique des tissus? Le fait paraît certain et nous-mêmes avons été assez heureux d'en observer un stade caractéristique sur des tissus, fixés et colorés d'un triton crêté qui paraissait normal au moment où il fut plongé dans le liquide fixateur. La figure 9 représente la coupe de la peau du triton; en 1, on voit l'épiderme; en 2, les cellules pigmentées du derme; en 3, une glande cutanée; en 4, un vaisseau sanguin, avec ses hématies, et ses leucocytes en 5 et 6. En 6, se trouvent deux leucocytes polynucléaires, étranglés par le milieu et à cheval sur la paroi vasculaire. Ces leucocytes sont-ils en train de pénétrer dans le vaisseau sanguin ou bien sur le point d'en sortir? Il est difficile de se prononcer dans un sens ou dans un autre. Quelle est la cause qui les a engagés dans la paroi vasculaire? L'amiboïsme de leur protoplasma ou la pression du sang ou du liquide interstitiel des tissus? Il serait facile de multiplier les arguments en faveur de l'une ou l'autre hypothèse. Le fait qui parle en faveur de l'augmentation de la pression intravasculaire et de la sortie des leucocytes frappera chacun à l'inspection du dessin qui a été fait à la chambre claire : dans les points où les deux leucocytes sont engagés dans la paroi vasculaire, celle-ci est refoulée en dehors et présente deux dépressions caractéristiques.

L'état du noyau des leucocytes en voie d'émigration indique que nous avons affaire à des polynucléaires. Comme d'autre part, les lymphocytes et les hématies accompagnent habituellement la sortie des polynucléaires, il est infiniment probable que la diapédèse est essentiellement due à l'augmentation de pression et à la rupture de la paroi vasculaire. C'est un *transport mécanique*.

Une série d'autres phénomènes concomitants ou accessoires parlent dans le même sens.

Thoma¹ figure et décrit des leucocytes qui, après avoir émigré des vaisseaux sanguins rentrent dans l'espace ou vaisseau lymphatique.

1. *Lehrbuch der allg. path. Anatomie*, p. 407, fig. 234.

tique. Les leucocytes de la langue de grenouille marchent dans le sens du courant qui se fait du vaisseau sanguin vers le vaisseau lymphatique.

Selon la remarque de Thoma (*loc. cit.*, p. 406), les expansions protoplasmiques du leucocyte en train de traverser la paroi vasculaire ou de progresser dans les tissus sont toujours dirigées dans le sens du courant, tandis que l'extrémité du leucocyte qui supporte la poussée liquide est arrondie et toujours privée de pseudopodes.

Pour les uns, ce serait l'abondance des fluides aqueux des tissus (liquides interstitiels ou eau); pour d'autres, leur constitution chimique (chimiotaxie); pour d'autres encore, le frottement (mécanotropie) qui déterminerait la locomotion, c'est-à-dire la production des expansions protoplasmiques et la progression des leucocytes.

Thoma (*loc. cit.*, p. 403) a montré que les expansions protoplasmiques dépendent essentiellement de l'abondance de l'eau et de la proportion moindre de sels. Que, par évaporation, on enlève à une grenouille beaucoup d'eau ou bien qu'on injecte dans ses sacs lymphatiques une solution de sel marin à 3 p. 100, on abolit toute propriété amiboïde dans les leucocytes. On observe les mêmes phénomènes sur le sang étalé entre lame et lamelle : le sang de tous les vertébrés (ovipares ou vivipares) auquel on ajoute une solution physiologique (0,75 p. 100) de sel marin montre des leucocytes avec des expansions amiboïdes, tandis qu'en y ajoutant une solution à 3 p. 100, on voit tous les leucocytes prendre une forme sphérique, avec disparition de tout pseudopode. Comme nous l'avons déjà indiqué (p. 197), les expansions amiboïdes sont, à notre avis, le résultat de l'hydratation; un commencement de gonflement et de dissolution (plasmolyse). Si nous employons une solution plus concentrée de sel marin, nous *fixons* le protoplasma dans sa forme et nous prévenons tout amiboïsme.

Par l'*observation directe*, il est possible de constater de légères déformations dans le mince corps cellulaire des lymphocytes; mais dans les conditions dans lesquelles se fait l'examen, ces déformations semblent dues plutôt à des modifications osmotiques ou à des altérations cadavériques qu'à une manifestation vitale. De nom-

breux expérimentateurs ont vu apparaître des lymphocytes dans les foyers inflammatoires et les exsudats, et, habituellement on attribue ce résultat aux propriétés amiboïdes des lymphocytes. Il y en a qui auraient surpris, c'est-à-dire fixé des lymphocytes en train de traverser la paroi vasculaire. Tous ces faits s'expliquent plus naturellement si l'on songe aux désordres vasculaires, à l'augmentation de pression et à la déchirure de la paroi des vaisseaux qui résultent de l'application de l'agent inflammatoire. Notre interprétation est, de plus, d'accord avec un fait expérimental signalé la première fois par Neumann et confirmé par d'autres observateurs : en provoquant de la suppuration sur un malade atteint de lymphocytémie et dont le sang ne contenait que fort peu de polynucléaires, l'examen du pus ne montrait que des polynucléaires, sans trace de lymphocytes qui, cependant, étaient d'une abondance extrême dans le sang.

Autre question qui a été fort discutée : les leucocytes émigrés des vaisseaux sanguins sont-ils susceptibles d'une évolution progressive, c'est-à-dire capables de se transformer en cellules qui se réunissent pour constituer un tissu (cellules conjonctives ou fibroblastes)? Si la plupart des histologistes répondent aujourd'hui par la négative, on continue à soutenir que certains organes, dits lymphoïdes, prennent naissance de cette façon et que l'infiltration de petites cellules qu'on observe dans les revêtements épithéliaux est due à l'immigration de leucocytes d'origine vasculaire ou mésodermique. L'histogénèse et l'expérimentation ne sont pas favorables à cette manière de voir qui ne repose que sur les apparences. Comme l'avaient annoncé Virchow, Morel, etc., les cellules épithéliales peuvent subir, en certains points, l'évolution régressive et se transformer en leucocytes. Il est facile de vérifier le fait sur les membranes tégumentaires fixées et étudiées d'une façon précise et méthodique¹. Non seulement des cellules épithéliales dégèrent isolément pour devenir leucocytes; mais des territoires entiers subissent, dans les conditions expérimentales ou pathologiques, cette évolution régressive et constituent des amas leucocytaires intra-épithéliaux¹.

1. Voir Retterer, *C. R. Soc. Biol.*, 1900, p. 489. — *C. R. de l'Association des*

C'est là le mode de développement des *thèques* ou *kystes intra-épithéliaux* si fréquents dans les muqueuses, surtout celles du pharynx.

Quant aux *follicules clos tégumentaires*, ils doivent leur origine à des bourgeons ou à des végétations épithéliales; ils débent à l'état de complexus épithélial; en se divisant, les cellules épithéliales donnent naissance à un syncytium. Avec les progrès de l'évolution, certaines portions du protoplasma commun et plein se remplissent de vacuoles dont l'intérieur se résorbe; de là, des espaces vides qui continuent à être limités ou traversés par des tractus protoplasmiques. Plus tard, ces derniers disparaissent à leur tour et il apparaît dans le tissu des logettes contenant des restes cellulaires (cellules libres ou leucocytes). Les globules blancs des follicules clos représentant donc des restes cellulaires, des cellules tronquées ou vieilles, bien que possédant un noyau et un corps cellulaire¹.

Le sort de ces leucocytes qui se sont formés dans le revêtement épithélial du pharynx ou du canal alimentaire est donc de passer dans les sucs digestifs, et de constituer en particulier les corpuscules de la salive. De ces derniers, les uns y arrivent à l'état de lymphocytes, le corps cellulaire ayant disparu par fonte; d'autres offrent un noyau multilobé ou fragmenté et un corps cellulaire chargé de granulations la plupart neutrophiles. On sait que Stöhr fait provenir tous les corpuscules de la salive de leucocytes des amygdales (palatines, pharyngiennes, etc.) : les follicules clos des membranes tégumentaires seraient dus à l'infiltration du chorion par des *leucocytes à noyau polymorphe* qui seraient sortis des vaisseaux sanguins et se seraient accumulés dans les mailles du chorion. Arrivés dans ce tissu, ils se chargeraient de toxines qu'ils transporteraient dans les cavités pharyngienne, buccale ou autres, lors de leur émigration à travers l'épithélium de revêtement².

Anatom., 1904, p. 96. — Retterer et Lelièvre, *Bulletin de l'Association française pour l'étude du Cancer*, 1910, p. 232, fig. 4, et *Archives de médecine expérimentale*, n° de juillet 1911, fig. 10, p. 405.

1. Voir Retterer, *Histogenèse du tissu réticulé*, *Verhandlungen der Anatomischen Gesellschaft*, 1897, Gand; *Journal de l'Anatomie*, 1897, p. 462; *ibid.*, 1904, p. 338; *ibid.*, 1909 p. 237 et 1910, p. 601.

2. La recherche de la vérité n'est pas uniquement une affaire de technique et de

Le scepticisme est bien permis, lorsqu'on se trouve en présence de contradictions flagrantes. Weidenreich soutient que le lymphocyte ou myéloblaste est la souche des autres variétés de leucocytes. D'autre part, il accepte la théorie de Stöhr pour qui l'infiltration lymphoïde de la muqueuse pharyngienne est due à l'émigration de leucocytes à noyau polymorphe sortis, par diapédèse, des veinules. Les leucocytes constitueraient non seulement une espèce cellulaire distincte de toutes les cellules de l'organisme, mais leur évolution se ferait tantôt dans un sens, tantôt dans un autre : les leucocytes à noyau polymorphe commencent par produire par prolifération des lymphocytes ; ensuite ces mêmes lymphocytes, après avoir traversé l'épithélium pharyngien, retournent, par transformations régressives, à l'état de polynucléaires. La matière vivante des végétaux et des animaux évolue toujours dans le même sens en obéissant à une seule et même loi : elle naît, s'accroît, décline et meurt. Il en serait tout autrement du *leucocyte* : après avoir pris naissance sous une certaine forme, il s'en dépouille, selon Weidenreich, revêt une autre forme et prend une autre structure pour, finalement, retourner à sa première forme, qui, cette fois-ci est celle de la dégénérescence et de la mort. Ainsi le leucocyte change de forme et d'espèce selon le pays qu'il traverse dans ses péré-

méthode ; c'est aussi et surtout une question d'honnêteté scientifique. Stöhr, nous y insistons, ne parle, dans ses divers mémoires, que de *leucocytes à noyau polymorphe*, c'est-à-dire de *polynucléaires*. Or, Weidenreich (*loc. cit.*, 1914, p. 585 et 674) dit expressément que Stöhr a démontré l'émigration des *lymphocytes* à travers la muqueuse pharyngienne. Weidenreich, professeur extraordinaire, altère sciemment les textes pour gagner les faveurs d'un professeur ordinaire. Comment qualifier l'acte d'un historien qui, de parti pris ou par intérêt, fabrique de faux documents ? C'est dans un esprit et sur un ton tout différents que Weidenreich parle de Naegeli, *privat-docent*, qui a l'audace d'avoir des opinions contraires à celles des professeurs ordinaires et extraordinaires et surtout celle de les publier dans des livres didactiques.

A cet exemple de falsification consciente des faits, nous en joignons un autre qui nous éclaire davantage sur la mentalité de Weidenreich : il cite (*loc. cit.*, p. 734) un opuscule de H. Fischer qui, en 1909, sans mentionner les résultats histogénétiques et expérimentaux de Retterer, confirmés par Forgeot, a découvert la présence des hématies dans les sinus des ganglions lymphatiques de fœtus humains. Bien que nous ayons relevé cette façon d'écrire l'histoire (*Soc. de Biologie*, 22 janvier 1910, p. 102), Weidenreich feint, comme Fischer, de nous ignorer. Qui diable trompe-t-on ici ? dirait maître Basile. Une chose, l'épithaphe de Montaigne, manque aux publications de Weidenreich : « c'est icy un livre de bonne foi, lecteur ! » Sont-ce là les procédés de haute culture que Weidenreich essaie d'introduire à l'Université de Strasbourg ? Il fut un temps où l'on pratiquait autrement, en Alsace, le culte du progrès et de la vérité.

grinations. Jamais transformiste n'imaginera pareille mutabilité, pareille influence du milieu sur les changements de la matière vivante. C'est le comble de l'évolution!

Les prétendus mouvements amiboïdes des leucocytes ont servi à expliquer le développement et les fonctions des follicules clos tégumentaires à une époque où l'on y décrivait des leucocytes polynucléés¹. Depuis que l'on sait que ces formations contiennent des lymphocytes et que ceux-ci sont privés d'amiboïsme, on a modifié la théorie. Selon Brieger, Görke, etc., les lymphocytes sont transportés *mécaniquement* dans le revêtement épithélial : sous l'influence de l'irritation, les lymphatiques des follicules clos se gonflent et amènent des quantités de lymphes et de lymphocytes qui sont versés à la surface de la muqueuse. *L'inondation lymphatique* serait destinée à balayer les microbes et les corps étrangers que l'air inspiré ou les aliments déposent sur la muqueuse pharyngienne.

Nous avons cru avoir énuméré dans le travail cité², toutes les hypothèses émises sur les prétendues fonctions des follicules clos et des amygdales en particulier. Il n'en est rien. Orndorpf (1908), R. H. Good (1909), Jonath. Wright (1909)³ ont cru montrer expérimentalement qu'il existe un courant lymphatique qui se fait de la

1. Il serait intéressant de savoir si les leucocytes qui vont verser les toxines organiques dans la lumière du canal digestif appartiennent à la *variété* de ceux qui président à *l'absorption de la graisse* ou représentent une autre variété. En effet, selon Arstein, A. Schäfer, Watney, Zawarykin (*Archiv. f. die gesammte Physiol.*, 1884, p. 145), les parois intestinales seraient, lors de la digestion, plus riches en leucocytes, et, après l'absorption de la graisse, de nombreux leucocytes en seraient chargés. Donc les leucocytes joueraient un rôle actif pour faire pénétrer la graisse dans l'économie : les leucocytes du chorion intestinal attirés par la présence de la graisse dans la lumière du canal digestif, s'engageraient entre les cellules épithéliales et viendraient à la surface libre de l'épithélium, s'empareraient des corpuscules graisseux pour retourner par le même chemin et gagner ensuite les vaisseaux lymphatiques. M. Renaut (*C. R.*, 30 juillet 1883, et *Traité d'hist. prat.*, t. II, p. 35 et 60, 1897), accorde même aux leucocytes la faculté de perforer, de trouer les cellules épithéliales, ainsi que le plateau strié qui les revêt pour creuser des bouches absorbantes et capter les particules graisseuses.

Au lieu de les considérer comme des cellules spécifiques, R. Heidenhain, puis H. de Waele (*Des globules blancs dans l'absorption chez les Vertébrés Livre jubilaire dédié à van Bambeke*, 1899), regardent les leucocytes qu'on rencontre dans les parois intestinales comme des éléments *vieux*, en voie de dégénérescence, qui sont éliminés avec les produits ou toxines y contenus et versés dans la lumière du canal alimentaire. Que les leucocytes soient de vieux éléments, nous sommes d'accord ; qu'ils choisissent et transportent les toxines pour en débarrasser l'organisme, c'est moins facile à prouver.

2. Voir Retterer et Lelièvre, *Archives de médecine expérimentale*, 1914, p. 419.

3. Voir l'index bibliographique in A. Spuler Zur Histologie der Tonsillen, *Anatom. Anzeiger*, t. 39, p. 507, 1911.

surface vers la profondeur de la muqueuse pharyngienne. H. Baum semble l'avoir confirmé, car en pratiquant des frictions très modérées avec divers fluides sur la muqueuse de l'amygdale de bœuf, cet expérimentateur les a fait pénétrer dans les lymphatiques de l'organe.

A. Spuler (*loc. cit.*, p. 506) vient de décrire le trajet intra-épithélial de ces espaces lymphatiques et de déterminer la voie que suivraient les substances qui, déposées à la surface de l'épithélium amygdalien, s'engageraient dans la muqueuse et seraient versées dans le système lymphatique.

Il est certain que toutes les surfaces tégumentaires (peau ou muqueuses, dépouillées de leurs couches superficielles) absorbent les fluides déposés à leur surface. Pour Spuler, cette absorption se ferait grâce aux espaces (canalicules ou lacunes inter-épithéliales, canalicules du suc) qui existeraient dans le revêtement épithélial. Depuis longtemps, Retzius¹ et d'autres les ont remplis avec des masses à injection. Ces résultats expérimentaux sont positifs; mais il s'agit de les interpréter d'une façon rationnelle. Or, il n'existe pas, dans les épithéliums, de canaux préformés à parois propres. D'autre part, il est facile de faire pénétrer dans le cartilage de l'animal vivant diverses substances : le tissu cartilagineux s'en imprègne et les transporte de proche en proche sans qu'il soit nécessaire d'invoquer des canaux plasmiques ou des voies d'absorption qui font défaut dans le cartilage². Les faits de structure décrits par Spuler (*loc. cit.*, p. 506) sont des plus exacts; nous les avons signalés depuis longtemps; mais, à notre avis, ils comportent une autre interprétation que celle adoptée par Spuler. Cet histologiste a constaté sur les amygdales atteintes d'inflammation chronique, surtout autour de l'entrée des cryptes, l'absence de *membrane solide* c'est-à-dire de membrane basilaire entre l'épithélium et le tissu conjonctif du chorion. De plus, il a vu, entre les cellules épithéliales profondes, des espaces plasmiques, des canalicules du suc, écartant ces éléments les uns des autres. Ces espaces inter épithéliaux ne

1. Voir Retterer, art. PEAU. *Dictionnaire encyclopéd. des Sciences médicales de Dechambre.*

2. Voir Retterer, Évolution du cartilage transitoire, *Journal de l'Anatomie*, 1900.

contiennent que des fluides et point de lymphocytes. Spuler en conclut que le courant liquide ou lymphatique se fait, en ces points, de l'épithélium vers le chorion, et, non pas en sens inverse. La surface amygdalienne servirait donc à l'absorption des liquides et des corpuscules déposés à la surface de l'épithélium.

L'évolution de l'épithélium et le développement de ces espaces intra-épithéliaux donnent la clé des faits décrits par Spuler. Dès 1897, l'un de nous¹ a annoncé le mode de formation des niches creusées dans l'épithélium des amygdales et expliqué leur mode de formation : ce sont les thèques *intra-épithéliales* qui peuvent être remplis de lymphocytes ou ne contenir que du plasma. Ces espaces intra-épithéliaux ne sont qu'un *phénomène concomitant de la transformation de l'épithélium en tissu conjonctif*. A mesure que les cellules épithéliales du revêtement épithélial de la surface amygdalienne ou des cryptes se multiplient par voie mitotique, le cytoplasma de nombre d'entre elles s'enrichit en hyaloplasma qui finit par se résorber et les cellules ne sont plus réunies entre elles que par des filaments basophiles ou chromophiles. De là le développement d'espaces plasmiques et l'apparence de cellules offrant la configuration d'éléments stellaires ou fusiformes (cellules de Laogergans). Cette métaplasie de l'épithélium en tissu conjonctif réticulé et à mailles vides (espaces plasmiques) loin de représenter un phénomène propre aux follicules clos tégumentaires, est un fait général facile à constater par l'observation directe. Tous les organismes multicellulaires commencent par être constitués par un complexe de cellules épithéliales dont un certain nombre donneront ensuite naissance par prolifération et transformation protoplasmiques, au tissu réticulé à mailles vides. C'est là ce qui se passe *toute la vie* dans les organes tels que les amygdales et surtout dans les points où il n'existe pas de limite entre le tissu épithélial et le chorion sous-jacent.

1. Voir l'index des travaux de Retterer, in *Comptes Rendus de la Société de Biologie*, 11 février 1911, p. 199.

VII. — VARIATIONS PHYSIOLOGIQUES DES LEUCOCYTES.

I. *Exercices, grossesse, etc.* — Le travail musculaire augmente le nombre des leucocytes pendant 2 à 5 minutes seulement.

Hassenbach, Heyerdahl, puis Ellermann et Erlandson¹ ont vu varier le nombre des leucocytes chez les personnes qui, de la position assise, passent à l'attitude debout. Les exercices corporels, les marches prolongées augmentent considérablement le nombre des leucocytes dans les capillaires cutanés. W. Wernstedt² a compté les leucocytes du nourrisson : au repos et pendant le sommeil, on observe moins de leucocytes que pendant la veille ou surtout pendant que l'enfant crie.

Les variations précédentes semblent être dues les unes à des modifications vaso-motrices, les autres à la production d'un nombre plus considérable de leucocytes. Il en est de même de la leucocytose physiologique qu'on observe chez la femme enceinte et le nouveau-né. Chez ce dernier, ce sont surtout les neutrophiles qui sont très abondants. Du 5^e au 11^e jour, leur nombre diminue. La leucocytose gravidique paraît due à l'exagération de la nutrition et des combustions organiques.

Abaisant la température générale des lapins de 3° par un bain dans de l'eau maintenue à 30°, Rovighi (d'après Naegeli, *loc. cit.*, 1909, p. 181) a vu le nombre des leucocytes doubler. L'élévation de la température de 3° réduit leur nombre.

Le bain chaud ou froid produit des effets semblables sur l'homme.

II. *Repas, abstinence.* — Selon Nasse et Virchow, les repas augmentaient le nombre des leucocytes. Des observateurs plus récents n'ont pas pu confirmer le fait; on ne sait même pas quelle variété de leucocytes devient plus nombreuse.

D'où proviennent ces leucocytes? Du tissu adénoïde de la paroi intestinale ou bien des vaisseaux sanguins d'où ils sortiraient grâce à l'attraction chimio-tactique que, selon Rieder, les peptones exercent sur eux? Le tissu adénoïde ne contenant que des lymphocytes, Naegeli met la présence des neutrophiles et des éosinophiles dans les villosités sur le compte de l'immigration. Simon³ a vu les leucocytes éosinophiles diminuer chez les divers vertèbres, lors du jeûne, dans la muqueuse intestinale. Pour Simon, les leucocytes éosinophiles jouent dans l'intestin le rôle suivant : ils mettraient en liberté leurs granulations qui activeraient la sécrétion glandulaire.

1. *Archiv f. experiment. Pathol.*, t. 44, 1911, p. 28.

2. *Monatschrift für Kinder Heilkunde*, t. IX, 1910.

3. Sur les éosinophiles de l'intestin, *C. R. de la Soc. Biol.*, 1903, p. 955.

Linbomadow¹ (1893) a soumis 15 chiens à l'inanition : jusqu'au moment où les animaux avaient perdu 20 p. 100 de leur poids, les polynucléaires, les grands mononucléaires et les formes de transition diminuent de nombre dans le sang. A partir de ce moment, le nombre de ces mêmes leucocytes augmente; les lymphocytes, au contraire, subissent une diminution continue pendant toute la durée de l'inanition.

Poletaew (1893) a obtenu sur les chiens des résultats qui semblent montrer une diminution de toutes les variétés leucocytaires jusqu'à l'époque où les animaux avaient perdu 30 à 40 p. 100 de leur poids. A partir de ce moment, les « jeunes éléments » augmentaient de nombre.

Okuschitz (1894) a vu diminuer chez le lapin en inanition le nombre des lymphocytes et des polynucléaires, tandis que celui des éosinophiles et des mononucléaires augmentait.

Pour Keuthe (1907), le début de l'inanition est marqué, chez le chien, par le nombre moindre de polynucléaires et l'augmentation du nombre des lymphocytes. Dans la période ultérieure de l'inanition, c'est le contraire qu'on observerait.

Charteris (1907) a vu augmenter chez l'homme, pendant un jeûne de quinze jours, les polynucléaires, les grands mononucléaires, tandis que le nombre des lymphocytes reste constant.

Källmark (*loc. cit.*) a soumis à l'inanition totale (aiguë) ou partielle (chronique) des lapins de deux mois et demi ou six mois et demi, c'est-à-dire en voie de croissance. Il distingue chez le lapin, diverses variétés de leucocytes : 1° les *polynucléaires* (amphophiles ou pseudo-éosinophiles, basophiles, éosinophiles); 2° les *mononucléaires* (lymphocytes de diverses grandeurs avec mononucléaires et formes de transition).

Au début de l'inanition, le nombre des lymphocytes diminue; à la fin de l'inanition, il augmente d'une façon transitoire. Ces changements sont plus marqués dans l'inanition totale que dans l'alimentation insuffisante. Les fluctuations leucocytaires semblent dépendre de l'apport plus considérable des lymphocytes qui sont versés par le thymus et les organes lymphoïdes dans le sang. Après la cessation de l'abstinence, cet apport cesse. Les leucocytes amphophiles se comportent de même, tandis qu'il n'a pas été possible à l'auteur d'établir une relation quelconque entre l'inanition et le nombre des leucocytes basophiles et acidophiles.

Si les lymphocytes sont fournis par le thymus et les organes lymphoïdes, les leucocytes amphophiles semblent provenir de la moelle osseuse. Chez les vertébrés inférieurs le jeûne prolongé abaisse le chiffre des leucocytes du sang.

1. Voir l'index bibliographique in KÄLLMARK, Zur Kenntniss des Verhaltens der weissen Blutkörperchen bei Inanition, *Folia haematologica*, t. XI, p. 411, 1911.

Drzewina (*loc. cit.*, 1911, p. 365) a vu chez un *scyllium catulus*, qui avait séjourné plusieurs mois dans l'aquarium sans être nourri, le nombre de leucocytes granuleux très réduit par rapport aux animaux fraîchement capturés. Chez une *Raia clavata* ayant séjourné deux mois dans l'aquarium et privée de nourriture, le nombre des leucocytes acidophiles était extrêmement faible. Chez un *Crenilabrus melops*, une privation prolongée de nourriture a amené, ainsi que chez deux *Labrus bergylta*, une réduction notable des acidophiles.

Drzewina a noté dans la muqueuse intestinale des Labridés « une assise presque ininterrompue de leucocytes acidophiles ».

Faisant séjournier des *Labrus bergylta* et des *Crenilabrus melops* dans un aquarium, Drzewina ajouta peu à peu de l'eau douce de façon à atteindre, en dix jours, le taux de 50 p. 100. Les poissons y vécurent de huit à dix jours et parurent bien portants. Sacrifiés ils montrèrent fort peu de leucocytes acidophiles après ce séjour dans l'eau de mer diluée, tandis que les témoins en avaient beaucoup. « La dessalure entraîne une disparition plus ou moins complète des leucocytes acidophiles du sang ».

Même chose sur la raie et la torpille.

Drzewina attribue ces résultats au milieu : « la dessalure plus ou moins accentuée de l'eau entraîne une disparition plus ou moins complète des leucocytes acidophiles du sang. Quant aux autres éléments de ce dernier, ils ne me semblaient pas présenter de modifications appréciables » (*loc. cit.*, p. 369).

Les constatations que nous venons de résumer sont des plus intéressantes; mais elles sont entourées d'une série de circonstances indéterminées. Quel est l'état des tissus, des organes lymphoïdes, des ganglions lymphatiques et de la moelle osseuse? On se borne à assigner aux lymphocytes une origine lymphoïde et, aux leucocytes granulés, une provenance médullaire. Cette supposition est probable, mais il faudrait la vérifier.

D'autre part, la lymphe et le sang contiennent non seulement des leucocytes, mais encore des hématies ainsi qu'un fluide, le plasma qui, chez l'animal bien nourri, résulte partiellement de la fonte des tissus, et qui chez l'animal soumis au jeûne, se régénère tout entier aux dépens des tissus. L'étude totale de la lymphe et du sang nous a donné des renseignements qui complètent ceux fournis par les seuls leucocytes. Lorsqu'à l'exemple de Collard de Martigny (1828), on soumet les lapins et les chiens à l'abstinence ou bien aux

saignées et à l'abstinence, on observe *pendant plusieurs jours* un gonflement et une turgescence énormes de tout le système lymphatique. Bien que les animaux restent au repos dans leur cage, la lymphe est produite d'une façon surabondante¹.

En posant une ligature sur les vaisseaux efférents d'un ganglion cervical, par exemple, on voit les *premiers jours* les lymphocytes s'accumuler dans le ganglion et le vaisseau efférent (portion ligaturée), et, les *jours suivants*, le nombre des lymphocytes diminuer, et, à leur place, on observe des hématies.

La manière dont l'organisme utilise les produits de sécrétion des leucocytes est peu connue, les uns admettent un « essaimage » de granulations éosinophiles², d'autres prétendent que les granulations ne sortent point du leucocyte.

Comment l'organisme utilise-t-il les produits de sécrétion accumulés dans les leucocytes? On ne sait, car nous venons de voir que pour les uns, les leucocytes granuleux augmentent pendant le jeûne, pour les autres, ils diminuent.

La nature et même l'état de l'aliment ingéré semblent déterminer une leucocytose plus ou moins active.

Cot³ trouva que la viande de bœuf, surtout la viande de bœuf *crue* provoque une forte leucocytose chez le chien.

Lassablière et Ch. Richet⁴ ont constaté que l'alimentation par la viande crue, à la dose de 30 à 50 grammes par kilogramme, provoque chez le chien une leucocytose active, tandis que la viande cuite, même à dose double, n'exerce aucun effet analogue. Ces résultats seraient dus « à la pénétration dans le sang de certaines matières albuminoïdes solubles, ayant échappé à l'action digestive, qui stimulent les leucocytes et tout permet de penser que cette stimulation est favorable à la défense de l'organisme ».

La viande crue nous semble plutôt provoquer la leucocytose par son pouvoir nutritif plus considérable; elle active l'assimilation et

1. Voir Retterer, *C. R. de l'association des anatomistes*, Lyon 1901. — *Journal de l'Anatomie*, 1901, p. 473; *Ibid.*, 1906, p. 567 et 1907, p. 53. — *1^{er} Congrès international d'Hygiène alimentaire*, 1906.

2. Voir Loewenthal, *Journal de l'Anatomie*, 1909, p. 97.

3. *Contribution à l'étude de la leucocytose digestive chez le chien normal et le chien splénectomisé*, Thèse de Lyon, 1903.

4. *C. R. Soc. Biologie*, 25 avril et 10 juin 1911.

la désassimilation; d'où mise en liberté de plus de plasma, de restes nucléaires et protoplasmiques. Pour savoir à quoi s'en tenir, il faudrait déterminer la variété leucocytaire qui prédomine dans cette leucocytose digestive, ce qui nous permettrait de remonter à l'organe (ganglion lymphatique, follicules clos ou moelle osseuse) qui réagit à l'ingestion de la viande crue.

VIII. — LEUCOCYTES DANS LES ÉTATS PATHOLOGIQUES.

Dans les conditions physiologiques, les *lymphocytes* sont versés plus abondamment dans la lymphe et le sang, lorsque les tissus des ganglions lymphatiques et des follicules clos tégumentaires subissent une désassimilation plus considérable et une fonte protoplasmique plus étendue. Ces lymphocytes se transforment en hématies. Quant aux *polynucléaires*, ils dérivent de même de la fonte des cellules de divers organes ou tissus en voie de dégénérescence (moelle osseuse, tissu conjonctif, épithéliums, etc). Versés dans le sang, ces leucocytes poursuivent leur évolution régressive et disparaissent par liquéfaction protoplasmique.

Les irritations, surtout celles qui sont dues à l'introduction de bactéries ou de leurs toxines, exagèrent la désassimilation des tissus et produisent à doses faibles et modérées une leucocytose intense, qu'on attribue généralement à l'émigration, hors des vaisseaux sanguins, des leucocytes fournis par la moelle osseuse. Les expériences de Heinz¹ prouvent que la théorie classique est par trop exclusive; il suffit d'injecter dans l'organisme de l'essence de térébenthine *stérilisée* pour provoquer la formation de foyers leucocytaires qui sont dus uniquement à la mortification des tissus atteints par l'essence et non point à l'émigration leucocytaire.

Alors que les *polynucléaires* deviennent plus nombreux dans la plupart des maladies infectieuses, le nombre des *lymphocytes* diminue, au contraire, au moins dans la première période de l'infection (Voir Naegeli, *loc. cit.*).

1. *Virchow's Archiv*, t. 167.

Dans la fièvre typhoïde, par exemple, leur nombre est très faible aux 1^{er} et 2^e stade; au 3^e stade, il devient considérable, à moins qu'il ne survienne une complication. La convalescence est accompagnée d'une augmentation telle qu'on a parlé d'un lymphocytose de convalescence.

Les *grands mononucléaires* et les *formes de transition* sont abondants dans la malaria, la rougeole et surtout la variole.

Les *neutrophiles* augmentent de nombre dans les inflammations, les suppurations, la pneumonie, etc. Ils diminuent dans la fièvre typhoïde, l'anémie pernicieuse.

Les *éosinophiles* abondent dans la myélocytémie, dans la scarlatine, dans toutes les helminthiases, dans l'asthme, l'emphysème, les maladies cutanées, la neurasthénie, etc.

Dans l'*anémie pernicieuse* le nombre des polynucléaires neutrophiles diminue dans le sang, tandis que les lymphocytes ne subissent pas de diminution; souvent la proportion des lymphocytes est de 40, 50 ou 60 p. 100. On observe des myélocytes dans le sang au taux de 1 à 2 p. 100.

La *leucémie lymphatique chronique* est caractérisée anatomiquement par l'hypertrophie des ganglions lymphatiques qui forment au cou, à l'aisselle et à l'aîne des chaînes ganglionnaires.

La rate et les amygdales participent à cette hypertrophie. La proportion des lymphocytes constitue 95 et même 99 p. 100 des globules blancs. Il est à noter que nombre de ces lymphocytes manquent de corps cellulaire, c'est-à-dire qu'ils y existent à l'état de noyaux libres. Les ganglions lymphatiques des sujets atteints de leucémie lymphatique chronique, dit Naegeli (*loc. cit.*, p. 310), ne montrent plus ni de follicules, ni de cordons folliculaires: tout l'organe représente un immense amas de lymphocytes.

Dans la *leucémie lymphatique aiguë*, on observe la même augmentation du nombre des lymphocytes qui présentent des formes anormales.

Dans la *leucémie myéloïde chronique*, ce sont les *polynucléaires* dont le nombre a augmenté dans le sang (70 ou 80 p. 100 de neutrophiles); les éosinophiles sont également plus nombreux, ainsi que les Mastzellen. Les myélocytes neutrophiles sont très abon-

dants dans le sang. On observe également une proportion un peu plus considérable de lymphocytes.

Pour Ehrlich et ses élèves, ces divers états pathologiques relèvent de maladies des organes lymphoïdes et de la moelle osseuse. Représentent-ils une réaction de ces organes contre des infections? La moelle osseuse, en particulier, répondrait, à l'introduction de poisons, de bactéries, de toxines, par une production surabondante de leucocytes. (Voir Naegeli, *loc. cit.*, 1908, p. 151).

Est-il possible de déterminer le rôle des leucocytes dans la résistance de l'organisme contre les maladies infectieuses? Concourent-ils à assurer l'immunité? Une des plus belles conquêtes de la science moderne est de rendre l'homme et les animaux réfractaires à certaines maladies infectieuses ou de les guérir contre l'infection déjà en voie d'évolution. Mais si l'inoculation du cow-pox ou vaccin confère à l'homme l'immunité contre la variole (immunité durant une dizaine d'années), c'est que toutes les cellules de l'organisme ont été modifiées et résistent au virus de la variole.

Cette immunité n'est donc pas le fait des seuls leucocytes.

Certaines espèces animales sont insensibles à tel ou tel poison : le hérisson, même nouveau-né, est réfractaire au venin du serpent ; les oiseaux, à l'opium et à l'atropine ; le scorpion, à l'introduction de son propre venin dans ses tissus. Cette immunité naturelle ne peut être due qu'au fait que les cellules et les tissus de ces animaux assimilent et détruisent ces substances. L'injection de lait de vache, dans le péritoine du lapin, modifie le sérum du lapin, de telle sorte qu'il précipite le lait de vache. Certains sérums complètement débarrassés de leucocytes contiennent des substances bactéricides.

Tous ces faits prouvent que les cellules et les tissus de l'organisme versent, dans le sang, outre les leucocytes et les hématies, des produits de désassimilation qui varient avec les substances introduites dans l'organisme et qui représentent une réaction des cellules et des tissus vivants aux substances étrangères.

Le suc obtenu par le broyage et la compression de la levure de bière détermine le dédoublement de la saccharose en acide carbonique et en alcool. Ce suc continue donc encore à posséder quel-

ques-unes des propriétés des cellules de la levure de bière.

Les rapports génétiques de ce suc de levure de bière sont donc identiques à ceux des ferments solubles que sécrètent les glandes digestives (pepsine, trypsine, etc.)

Les recherches de ces dernières années ont précisé la réaction de l'organisme; elles ont établi que l'introduction de substances étrangères ou de microbes dans l'organisme vivant donne naissance à des produits variables : les uns agissent en précipitant ces substances (précipitines); les autres, en agglutinant les microbes (agglutinines); les autres, en les dissolvant (lysines); d'autres encore, en les neutralisant ou les détruisant (anticorps, anti-toxines). Dans les anticorps, on a même distingué des produits que la chaleur détruit à 50° (corps thermolabiles), dits encore *compléments*, alexines, cytases etc., et d'autres qui résistent à cette température et ne sont détruits qu'à 65° (*corps thermostabiles, sensibilatrices, fixateur, etc.*

On a cru pendant quelque temps que l'action combinée de ces corps (thermolabile et thermostabile) serait nécessaire pour produire l'hémolyse, la cytolysse, etc. Mais on a trouvé : 1° des substances (*tropines*), capables d'activer la phagocytose sans la présence du complément dans le milieu; 2° d'autres substances (*opsinines*) qui agissent avec le concours du complément ou, en tout cas, de corps thermolabiles, analogues aux compléments, aux alexines.

Ces faits expérimentaux que nous venons d'énumérer offrent un haut intérêt; malheureusement ils ne nous renseignent guère sur les actes intimes qui se passent dans l'organisme réagissant à l'introduction de substances étrangères. Pour expliquer les faits, on a entassé des hypothèses si compliquées qu'involontairement on se reporte à l'époque où Montaigne essayait de comprendre *l'hérédité*. « Qui m'esclaircira de ce progrez, je le croiray d'autant d'autres miracles qu'il voudra : pourveu que comme ils font, il ne me donne pas en payement une doctrine plus difficile et fantastique que n'est la chose elle-même ».

Le leucocyte ne saurait acquérir en pathologie des qualités, des propriétés ou fonctions différentes de celles qu'il possède dans un organisme sain.

Pour la majorité des auteurs, ces fonctions seraient au nombre de trois : 1° la sensibilité; 2° la motilité et 3° la fonction sécrétoire ou digestive.

Selon le tableau qu'en a dressé Grawitz¹, le leucocyte en possède bien d'autres qui sont : 1° le pouvoir oxydant; 2° des facultés réductrices; 3° des facultés absorbantes; 4° le pouvoir d'assimilation; 5° la production de cinq à six ferments différents; 6° le pouvoir d'absorber l'albumine; 7° la faculté de produire ou de contenir du glycogène; 8° le pouvoir d'élaborer des produits de sécrétion antitoxiques; 9° de donner, par prolifération, naissance à des tissus véritables.

La définition que donne Guliland du leucocyte résume bien la nature et les fonctions dont les classiques dotent le leucocyte : c'est un être unicellaire étranger à l'organisme qui lui fournit le logis, la nourriture, etc. et qui, en retour, est protégé par lui (défense de l'organisme).

C'est du pur anthropomorphisme : l'histoire de mercenaires étrangers à la solde d'une cité. Le leucocyte, à notre avis, a même origine, mêmes fonctions que les autres cellules de l'organisme. De même que chaque groupe ou système de tissus s'est spécialisé et offre une structure et des fonctions particulières, les leucocytes offrent autant de variétés qu'il existe de systèmes distincts de tissus. Le leucocyte possède, à l'origine, les propriétés et les qualités du groupe cellulaire dont il dérive : que, dans les conditions pathologiques, les toxines du tétanos ou de la rage se soient, par affinité spéciale, fixées sur les cellules nerveuses, celles-ci réagissent en élaborant des produits particuliers de désassimilation, des anticorps qui passent dans le sang.

C'est de cette façon que le sérum sanguin devient bactéricide ou antitoxique. Si la fonte protoplasmique met en liberté, pendant ce processus d'assimilation et de désassimilation, certains restes cellulaires, ceux-ci transporteront et répandront dans tout l'organisme sous la forme de leucocytes, aussi bien les toxines que les antitoxines.

1. *Klinische Pathologie des Blutes*, 3^e éd., 1906.

Les fonctions pathologiques ne sont que des modifications des fonctions physiologiques, et, nous avons vu que le leucocyte normal contient une série de ferments solubles (oxydases, protéases etc.) qui rappellent ceux des glandes digestives. Les leucocytes ne constituent pas une espèce cellulaire dont l'origine, la nature et les fonctions seraient distinctes des autres cellules, qui seraient des agents de police, chargés de la défense de l'organisme; le leucocyte représente une cellule quelconque qui a perdu une partie de son corps cellulaire et a quitté son lieu d'origine pour circuler dans la lymphe et le sang. En circulant, il continue à se transformer : le lymphocyte devient hématie, et, les autres variétés de leucocytes poursuivent leur fluidification et leur transformation en plasma lymphatique et sanguin. « En réalité, disait l'un de nous (Retterer, *loc. cit.*, 1901, p. 696), le sang tient sa vitalité des fluides et des éléments figurés que lui fournissent constamment certains tissus et certains organes. Une partie du protoplasma encore vivant se fluidifie et devient plasma lymphatique qui conserve, pendant qu'il est versé dans le sang, certaines propriétés du protoplasma *vivant* dont il dérive; l'autre partie, des mêmes cellules se maintient sous une forme figurée dans le sang à l'état de globules rouges et blancs. »

Bordeu, qui n'était ni chimiste, ni physicien, ni micrographe, mais observateur, écrivait (*loc. cit.*, p. 937) les lignes remarquables que nous citons textuellement : « Ainsi le sang tient lui-même aux solides dont il n'est que l'écoulement, ou une portion, laquelle n'est pas carnifiée ou organisée..... A ce compte, tout le corps n'est qu'une masse de bouillie charnue ou animale, concrète, épaissie, tissée dans quelques endroits, liquide et fondue dans d'autres... Ce que les anatomistes en démontrent ordinairement n'en est, pour ainsi dire, que la charpente, la carcasse ou le squelette. »

CONCLUSION GÉNÉRALE.

Les Métazoaires passent par un stade de développement où toutes les cellules sont réunies en un syncytium ou complexe épithélial. Les premiers leucocytes prennent naissance aux dépens de ces cel-

lules initiales : le protoplasma de certaines d'entre elles subit une fonte partielle, d'où résulte la mise en liberté du noyau et de la portion périnucléaire du corps cellulaire. Plus tard, chez l'embryon, le foetus et l'adulte, l'origine des éléments libres ou leucocytes continue à être la même : dans les divers tissus les cellules se détachent par fonte protoplasmique. Le noyau et le restant du corps cellulaire peuvent encore avoir assez de vitalité pour se diviser par voie mitotique, mais jusqu'aujourd'hui, jamais on n'a vu les leucocytes et leurs cellules-filles se réunir ou se fusionner pour donner naissance à un tissu capable d'une évolution progressive. Le leucocyte continue à offrir tous les phénomènes de l'involution : il s'y produit des vacuoles : l'hyaloplasma gonfle et subit la fonte, tandis que le réticulum se fragmente, se désagrège et donne naissance aux granulations. La succession de ces phénomènes qui se produisent rapidement *in vitro*, surtout dans les solutions hypotoniques, provoque dans le leucocyte des changements de forme qu'on a comparés à tort, selon nous, à ceux d'une amibe. Grâce à la fonte et à la dissolution du protoplasma leucocytaire, les liquides interstitiels, la lymphe et le sang s'enrichissent en plasma.

Quant à la motilité proprement dite et aux déplacements, ils sont la conséquence, à notre avis du moins, du mouvement des fluides dans lesquels sont suspendus les leucocytes. C'est la pression des liquides qui détermine le transport mécanique des leucocytes.

Comme les cellules des divers systèmes organiques donnent ainsi naissance à des éléments libres, ceux-ci, c'est-à-dire les leucocytes, possèdent forcément les propriétés des cellules originelles. Leur protoplasma peut contenir du glycogène, du pigment, des ferments solubles, etc. En mettant par fonte protoplasmique, ces produits en liberté, le leucocyte transmet au plasma ou sérum sanguin les qualités ou les modifications des divers tissus organiques.

L'introduction de substances étrangères (bactéries, toxines, poisons organiques, etc.), dans le corps des animaux vivants provoque sur tel ou tel groupe cellulaire une assimilation ou réaction telle que le protoplasma de ces cellules élabore des produits qui rendent l'organisme plus résistant ou réfractaire même à de nouvelles quantités de ces mêmes substances, microbes ou toxines. S'il se détache

de ces groupes cellulaires des leucocytes, ceux-ci emportent et la toxine et l'anti-toxine, lesquelles passent dans le plasma ou sérum à mesure que les leucocytes subissent la fonte. C'est ainsi que prennent naissance les ferments solubles, tels que les oxydases, les protéases, les précipitines, les agglutinines, les anticorps, etc. Le leucocyte n'est qu'un terme intermédiaire entre les cellules réunies en tissus et le plasma ou sérum sanguin ¹.

1. Depuis que nous avons remis ce mémoire à l'impression, nous avons eu connaissance d'un travail de A. v. Decastello et Krjukoff. (Voir ce numéro du *Journal de l'Anat.*, p. 232.) Ces histologistes confirment la forme déchiquetée que nous avons décrite aux leucocytes. Ils l'attribuent à la présence de filaments pelotonnés qui se trouveraient dans les lobes ou franges des leucocytes et à l'absence de ces filaments dans les incisures intermédiaires aux lobes. La configuration du noyau mononucléaire ou polynucléaire serait due également au pelotonnement plus ou moins serré des filaments chromatiques. Comme nous, ils considèrent les granulations des leucocytes comme des fragments désagrégés des fibrilles leucocytaires.

Ces faits confirment de tous points nos conclusions : lors de sa naissance qui se fait par détachement d'un complexe cellulaire, le cytoplasma du leucocyte est constitué par une trame figurée (réticulum chromophile) et de l'hyaloplasma. A l'état d'élément libre, le leucocyte continue son évolution régressive : son hyaloplasma se fluidifie, pendant que le réticulum se désagrège et se résout en granulations.

BIBLIOGRAPHIE

La fécondation chimique (parthénogenèse artificielle), par J. Loeb. Paris, *Mercur de France*, 1911.

Faisant suite à une première publication (*Journal de l'anatomie*, 1908, p. 132), un nouveau volume de Jacques Loeb vient de paraître. Mlle Anna Drzewina, dont les recherches biologiques sont bien connues, a fait une traduction française de cet ouvrage, qui a pour titre : *La fécondation chimique ou parthénogenèse artificielle*. Quelque aride que soit l'exposé des faits scientifiques, Mlle A. Drzewina a, dans un style simple et clair, su faciliter la lecture de ce livre.

On sait que le spermatozoïde exerce sur l'œuf trois sortes d'actions : il le sauve de la mort, il active son développement et il lui transmet les caractères paternels. Peut-on, en négligeant la transmission héréditaire, par les moyens physico-chimiques remplacer l'action du spermatozoïde? Y a-t-il possibilité de provoquer artificiellement le développement d'un œuf vierge en un organisme adulte? Tel est le problème que J. Loeb s'est proposé de résoudre.

Après de multiples tâtonnements, exposés dans les premiers chapitres du livre, J. Loeb a réussi à élaborer ce qu'il appelle la *méthode perfectionnée de la parthénogenèse artificielle* (chap. VIII). Les œufs sont soumis à deux traitements successifs (p. 108 et suiv.) : on les maintient d'abord pendant quelques minutes dans l'eau de mer additionnée d'un acide gras; replacés ensuite dans l'eau normale, ils s'entourent aussitôt d'une membrane de fécondation analogue à celle qui se développe après la pénétration du spermatozoïde. De là, au bout de 15 à 20 minutes, les œufs sont portés dans l'eau de mer hypertonique où ils restent une demi-heure environ.

Après leur retour définitif dans l'eau de mer, les œufs se segmentent d'une façon normale, c'est-à-dire qu'ils se développent comme les œufs témoins pour donner naissance à des larves bien constituées. Ces expériences, faites d'abord sur les œufs d'oursins, ont également réussi avec des œufs d'étoiles de mer (chap. XVIII), d'annélides (chap. XIX, ainsi que sur les œufs de mollusques (chap. XX).

L'analyse de ces phénomènes donne les résultats suivants : le premier

traitement (à l'acide gras) détermine une cytolysse du protoplasma périphérique de l'œuf; c'est là *l'origine de la membrane*, qui constitue le phénomène capital de la fécondation. En effet, à elle seule, la formation de la membrane suffit pour déclencher le développement (étoile de mer, par exemple). J. Loeb explique le fait en disant que la cytolysse périphérique rend possible l'accélération des oxydations qui est nécessaire pour provoquer la segmentation et le développement ultérieur du jeune organisme.

Outre les acides gras, la saponine, le benzol, l'alcool, l'eau distillée, les acides, les alcalis, la chaleur, etc., sont susceptibles de produire un effet analogue, c'est-à-dire la formation de la membrane : tous peuvent devenir les facteurs de la parthogenèse artificielle (chap. xv). Pour que cette dernière réussisse, il faut que la cytolysse reste périphérique ; si la cytolysse s'étend dans la portion centrale de l'œuf, ce dernier se désagrège et meurt.

Pour sauver l'œuf de la mort, il y a deux moyens : soit le traitement à l'acide hypertonique (chap. x), soit encore l'inhibition des oxydations par le cyanure de potassium, par exemple. Si l'on plonge, en effet, l'œuf, dans une solution de cyanure de potassium, qui, on le sait, est éminemment toxique pour d'autres organismes, cet œuf arrive à se rétablir, car la cytolysse qui le menaçait ne se fait point. Si on le transporte alors dans l'eau normale, il se développe et donne naissance à une larve (pluteus).

De ces faits, J. Loeb conclut : le spermatozoïde apporte à l'œuf deux substances dont l'une agit à la façon des acides gras, et l'autre, à la façon de la solution hypertonique. La première provoque la cytolysse périphérique de l'œuf, tandis que la seconde arrête et contrecarre les effets nuisibles de la première. Ces substances ne sont pas uniquement localisées dans le spermatozoïde ; le sang, par exemple, contient également l'une et l'autre substance. C'est ainsi que J. Loeb a pu féconder les œufs d'oursins au moyen du sang des mammifères (chap. xxiii). Il est possible que le spermatozoïde ne serve que de véhicule.

Je me borne à ces exemples qui suffisent amplement à montrer l'intérêt du livre de J. Loeb : ce biologiste a réussi à prouver, par l'expérience pratiquée sur les œufs, que le phénomène si mystérieux de la fécondation se ramène à des processus physico-chimiques.

ÉD. RETTERER.

Handbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen, T. II, par KEIBEL et MALL. Hirtzel, Leipzig, 1911.

Nous avons signalé (*Journal de l'anatomie*, 1910, p. 482) l'apparition du

t. I de cet important *Traité d'embryologie* : le t. II qui complète cette publication ne comprend pas moins de 1037 pages avec 658 figures. Il est le fruit de la collaboration de plusieurs auteurs.

G. L. Streeter expose le développement du *système nerveux*; E. Zuckerkandl celui des *organes chromaffines* et des *capsules surrénales*. C'est à la plume de Keibel que nous devons celui des *organes des sens*.

Le tube digestif et les organes respiratoires ont été traités par plusieurs histologistes : F. T. Lewis, après avoir décrit les premiers stades du canal endodermique, s'occupe du développement de l'*œsophage*, de l'*estomac*, de l'*intestin grêle*, du *gros intestin*, ainsi que de celui du *foie* et du *pancréas*.

Quant à *la bouche* et à *ses dépendances*, c'est Playfair Mac Murrich qui s'en est chargé. Otto Grosser a, d'autre part, traité l'origine et l'évolution de l'*intestin branchial* et celles de l'*appareil respiratoire*.

Le *sang*, et les *organes vasculaires* ont été étudiés séparément par divers auteurs : Ch. S. Minot décrit l'*angioblaste* et l'origine des *éléments figurés du sang*; Tandler s'occupe du développement du *cœur*; Herbert Evans, de celui des *vaisseaux sanguins*; Florence R. Sabin, de celui du *système lymphatique* et de *la rate*. W. Felix, enfin, s'est chargé du chapitre si important de l'origine et du développement des *organes génito-urinaires masculins et féminins*.

L'énumération des chapitres précédents suffit pour montrer le nombre de sujets complexes dont il est parlé dans le tome II. Nous sommes heureux de constater que les auteurs ont cherché à donner une idée simple et claire des processus qui président à la formation des organes. Malheureusement les opinions les plus contradictoires continuent à être professées sur de nombreux points d'histogénèse, de sorte que pour éviter la confusion, l'auteur s'est habituellement borné à exposer l'une des théories à l'exclusion des autres.

A lire le texte, on a l'impression que l'auteur n'a considéré la question que sous un seul aspect et ne l'a jugée que de son point de vue personnel. Que je cite quelques exemples à l'appui de mon dire. Ch. S. Minot représente (*loc. cit.*, p. 494 et 509) les éléments figurés du sang d'un fœtus humain âgé de huit mois et fixé frais dans le liquide de Zenker : les hématies sont sphériques ou hémisphériques, fait qui confirme les dessins que j'en avais donnés dès 1901, car elles se composent d'un croissant hémoglobique et d'un ménisque anhémoglobique. Comme Minot est muet sur la forme des hématies du mammifère adulte ainsi que sur leur constitution, le lecteur ne saura apprécier combien les dessins de cet histologiste sont exacts. Quant à la nature cellulaire de l'hématie, Minot se rattache à la théorie qui y voit une cellule ayant perdu son noyau. Cependant l'histogénèse et l'expérimentation prouvent que

l'hématie adulte des Mammifères provient du seul noyau. Ce fait est confirmé par les caractères microchimiques de l'hématie; Rudzicka (*Biol. Centralblatt*, 1907, p. 496) a montré en effet que la substance de l'hématie présente les mêmes réactions que celles du noyau, c'est-à-dire qu'elle est constituée par de la nucléine.

L'histoire et la nature des leucocytes sont exposées à un point de vue tout aussi restreint.

F. T. Lewis n'a jamais vu une coupe de follicule clos tégumentaire bien fixé et convenablement coloré, car il regarde ces formations comme un amas de leucocytes dont l'apparition se ferait sous la forme de globules blancs qui se groupent au voisinage d'un vaisseau sanguin (*loc. cit.*, p. 386).

Pour Florence S. Sabin, les amygdales, les plaques de Peyer et les follicules clos solitaires se développeraient et auraient même origine que les ganglions lymphatiques. Notre expérience personnelle nous permet d'en douter.

La schématisation est excellente pour se faire comprendre des débutants; mais elle ne suffit pas pour saisir les processus histogénétiques qui se déroulent lors de la formation des organes. W. Félix, par exemple, attribue (*loc. cit.*, p. 834) la division du travail qui se fait dans le cloaque des mammifères au redressement (*Entkrümmung*) de l'extrémité caudale de l'embryon : j'en demande bien pardon à cet embryologiste, mais je suis fondé à soutenir que le développement et la différenciation de la vessie, de l'urètre et du sinus urogénital sont dus à des phénomènes cellulaires essentiellement actifs.

Et l'urèthre féminin? W. Félix ne nous renseigne nulle part sur son origine, ni sur ses homologues. Il existe cependant de nombreux travaux sur cette question et les études d'histogénèse et d'anatomie comparées jettent beaucoup de lumière sur ce point. Eluder un problème, ce n'est point le résoudre. Même dans un manuel, il convient de signaler et de mentionner les faits nouveaux, quelque contraires qu'ils soient aux théories régnantes. A la lecture de tout ouvrage, comme de celle d'un simple manuel, l'horizon, loin de se restreindre, doit s'étendre et s'agrandir.

D'autre part, s'il est inutile de surcharger un manuel de listes bibliographiques, l'auteur est tenu d'indiquer les sources où il a puisé, surtout lorsqu'il s'agit de points discutés. Le lecteur doit être à même de remonter aux travaux originaux, non seulement pour prendre connaissance des faits et des théories, mais surtout pour se rendre compte des méthodes qui lui permettront, au besoin, de les contrôler.

Ces remarques et réflexions à part, le tome II du *Traité d'Embryologie* de Keibel et Mall est, tout comme le tome I, un livre qui réalise un progrès considérable sur les traités similaires. Il rendra de grands services

à tous ceux qui s'intéressent à l'origine et au développement des tissus et des organes.

ÉD. RETTERER.

Untersuchungen über die Struktur der Blutzellen, par A. v. DECASTELLO et A. KRJKOFF, Urban et Schwarzenberg, 1911.

A. v. Decastello et Krjukoff publient leurs recherches sur la *structure des éléments figurés du sang*. Huit planches chromolithographiques illustrent le livre.

Les auteurs décrivent : 1° les *leucocytes* et leurs variétés (lymphocytes, splénocytes, Plasmazellen, leucocytes neutrophiles, éosinophiles et Mastzellen; 2° les *érythroblastes* et les *érythrocytes*. Pour ces histologistes, les filaments chromatiques du noyau des leucocytes sont en continuité avec ceux du corps cellulaire. A l'origine, le noyau est formé d'un peloton de filaments serrés étroitement; plus tard, les filaments se déroulent et donnent naissance au noyau polymorphe; enfin, les filaments chromatiques quittent le noyau et passent dans le corps cellulaire. En se désagréant, ces filaments chromatiques donnent naissance aux granulations des leucocytes qui, par conséquent, ne représentent pas des produits de sécrétion.

Par ce court aperçu de quelques-uns des résultats obtenus par Decastello et Krjukoff, il est aisé de juger de l'intérêt que présentent les recherches de ces auteurs et combien il importe de lire chacun des chapitres de ce livre pour en saisir toute la valeur.

ÉD. RETTERER.

Le propriétaire-gérant : FÉLIX ALCAN.

LIBRAIRIE FÉLIX ALCAN

REVUE DE MÉDECINE & REVUE DE CHIRURGIE

La *Revue de Médecine* et la *Revue de Chirurgie* paraissent tous les mois : chaque livraison de la *Revue de Médecine* contient 5 à 6 feuilles grand in-8; chaque livraison de la *Revue de Chirurgie* contient de 11 à 12 feuilles grand in-8.

S'ADRESSER POUR LA RÉDACTION :

Revue de Médecine : à M. le P^r Landouzy, 13, rue de l'Université, Paris (7^e), ou à M. le P^r Lépine, 1, place Gaillon, Lyon.

Revue de Chirurgie : à M. le P^r E. Quénu, École de Médecine, Paris (6^e).

POUR L'ADMINISTRATION :

A la Librairie Félix Alcan, 108, boulevard Saint-Germain, Paris (6^e).

PRIX D'ABONNEMENT :

| Pour la Revue de Médecine | | Pour la Revue de Chirurgie | |
|--------------------------------------|--------|--------------------------------------|--------|
| Un an, Paris | 20 fr. | Un an, Paris | 30 fr. |
| — Départements et étranger | 23 fr. | — Départements et étranger | 33 fr. |
| La livraison, 2 fr. | | La livraison, 3 fr. | |

Les deux *Revues* réunies, un an, Paris, 45 fr.; départements et étranger, 50 fr.

Les abonnements partent du 1^{er} janvier.

Les quatre années de la *Revue mensuelle de Médecine et de Chirurgie* (1877, 1878, 1879 et 1880) se vendent chacune séparément 20 fr.; la livraison, 2 fr.

Les trente premières années (1881 à 1910) de la *Revue de Médecine* se vendent le même prix. Les dix-huit premières années (1881 à 1898) de la *Revue de Chirurgie*, 20 fr.; les autres années, 30 fr.

LIBRAIRIE FÉLIX ALCAN

Viennent de paraître :

D^r P. LE DAMANY

Professeur à l'École de Médecine de Rennes.

LA LUXATION CONGÉNITALE DE LA HANCHE

ÉTUDES D'ANATOMIE COMPARÉE, D'ANTHROPOGÉNIE
NORMALE ET PATHOLOGIQUE
DÉDUCTIONS THÉRAPEUTIQUES

1 vol. gr. in-8 avec 486 fig. dans le texte 15 fr.

F. LAGRANGE

LA FATIGUE ET LE REPOS

La Fatigue - La Conservation des forces - La Médication par le repos
PUBLIÉ AVEC LE CONCOURS DU D^r F. DE GRANDMAISON

Un vol. in-8 6 fr.

LIBRAIRIE FÉLIX ALCAN

Récemment parus :

D^r JAMES MACKENSIE

Membre du Collège royal des Médecins.

LES MALADIES DU CŒUR

TRADUIT SUR LA DEUXIÈME ÉDITION ANGLAISE

Par le D^r A. FRANÇON, Médecin consultant à Aix-les-Bains.

PRÉFACE DE M. LE D^r H. VAQUEZ

Professeur agrégé à la Faculté de médecine, Médecin des Hôpitaux de Paris.

Un fort vol. in-8, avec 280 figures dans le texte et hors texte. 15 fr.

TRAITÉ INTERNATIONAL

DE

PSYCHOLOGIE PATHOLOGIQUE

Publié sous la direction du D^r A. MARIE, de Villejuif.

TOME DEUXIÈME

PSYCHOPATHOLOGIE CLINIQUE

PAR MM. LES

P^{rs} Bagenoff, Bechterew, D^{rs} Bourilhet, Capgras, Colin, Deny, Hesnard, Lhermitte,
Magnan, A. Marie, P^{rs} Pick, Pilcz, Régis,
D^{rs} Riche, Roubinovitch, Sérieux, Sollier, P^r Ziehen.

Un vol. grand in-8, xxiii-1000 pages, avec 344 gravures dans le texte. 25 fr.

Précédemment paru : TOME PREMIER. — PSYCHOPATHOLOGIE GÉNÉRALE

(Méthodes générales d'examen et de diagnostic des cas d'aliénations mentales)

Par MM. les Professeurs GRASSET, DEL GRECO, P. MARIE, P. MINGAZINI, MARINESCO, LUGARO,

L. LAVASTINE, MEDEA, CLOUSTON, DIDE, BECHTEREW, CARRARA FERRARI, MARRO.

Un fort volume grand in-8, de xx-1028 pages, avec 353 gravures dans le texte. 25 fr.

Le TOME TROISIÈME, terminant l'ouvrage, paraîtra en janvier 1912.

Vient de paraître :

D^r PAUL HARTENBERG

TRAITEMENT DES NEURASTHÉNIQUES

Un vol. in-16. 3 fr. 50

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

JOURNAL
DE
L'ANATOMIE
ET DE
LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

Fondé par **CHARLES ROBIN (1864-1885)**

CONTINUÉ PAR

GEORGES POUCHET (1885-1894) et **MATHIAS DUVAL (1894-1907)**

PUBLIÉ PAR MM.

E. RETTERER

Professeur agrégé à la Faculté de médecine
de Paris.

F. TOURNEUX

Professeur à la Faculté de médecine
de Toulouse.

AVEC LE CONCOURS DE MM.

A. BRANCA

Professeur agrégé
à la Faculté de médecine
de Paris.

G. LOISEL

Directeur
du Laboratoire d'Embryologie générale
à l'Ecole des Hautes Études.

A. SOULIÉ

Professeur agrégé
à la Faculté de médecine
de Toulouse.

XLVIII^e ANNÉE, 1912. — N^o 3. — MAI-JUIN

LIBRAIRIE FÉLIX ALCAN

108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, PARIS

TABLE DES MATIÈRES DU N° 3

| | |
|---|-----|
| J.-P. TOURNEUX. — Pédicule hypophysaire et hypophyse pharyngée chez l'homme et chez le chien. Canal cranio-pharyngien et canaux basilaires (<i>avec 6 figures</i>)..... | 233 |
| A. PRENANT. — Problèmes cytologiques généraux soulevés par l'étude des cellules musculaires (<i>avec 18 figures</i>) [<i>suite</i>]..... | 259 |
| BIBLIOGRAPHIE. — Inheritance of acquired characters, par <i>Eug. Rignano</i> . — Errata. | |

Le *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* paraît tous les deux mois :

CONDITIONS DE LA SOUSCRIPTION

| | |
|--|---------|
| Un numéro. | 6 fr. » |
| Un an, pour Paris. | 30 » |
| — pour les départements et l'étranger. | 33 » |

CHAQUE LIVRAISON CONTIENT :

- 1° Des *travaux originaux* sur les divers sujets que comporte son titre, accompagnés de planches hors texte en noir et en couleurs, et de gravures dans le texte;
- 2° Des *analyses et comptes rendus* de travaux présentés aux Sociétés savantes françaises et étrangères.

IL A EN OUTRE POUR OBJET :

- La *tératologie*, la *chimie organique*, l'*hygiène*, la *toxicologie* et la *médecine légale* dans leurs rapports avec l'anatomie et la physiologie;
- Les applications de l'anatomie et de la physiologie à la *pratique de la médecine*, de la *chirurgie* et de l'*obstétrique*.

Les ouvrages à analyser, et tout ce qui concerne la rédaction, devront être adressés *franco* à la LIBRAIRIE FÉLIX ALCAN, 108, boulevard Saint-Germain, Paris (6°).

LIBRAIRIE FÉLIX ALCAN

Viennent de paraître :

D^r M. DE FLEURY

Membre de l'Académie de médecine.

BRÉVIAIRE DE L'ARTHRITIQUE

1 vol. in-16 de la *Collection médicale*, cart. à l'anglaise. 4 fr.

LES OPIOMANES

MANGEURS, BUVEURS ET FUMEURS D'OPIUM

Étude clinique et médico-littéraire

par

Le D^r Roger DUPOUY

Ancien chef de clinique à la Faculté de Médecine, Médecin de la Maison nationale de Santé de Charonton.

Préface de M. le Professeur RÉGIS

Un volume in-8 (*Ouvrage couronné par la Société médico-psychologique. Prix Esquirol 1911*). 6 fr.

PÉDICULE HYPOPHYSAIRE ET HYPOPHYSE PHARYNGÉE CHEZ L'HOMME ET CHEZ LE CHIEN

(CANAL CRANIO-PHARYNGIEN ET CANAUX BASILAIRES)

Par **J.-P. TOURNEUX**

Chef de clinique chirurgicale à la Faculté de médecine de Toulouse.

Dans un mémoire publié récemment dans ce journal (n° janvier-février 1912), en commun avec mon père, le professeur Tourneux, nous avons décrit, chez un certain nombre de mammifères, les rapports qu'affecte la chorde dorsale avec la base cartilagineuse du crâne. Au cours de ce travail, reposant surtout sur l'examen de coupes médianes, nous avons été amenés à parler, à propos de tel ou tel embryon, de formations fœtales qu'on observe sur la voûte du pharynx, en particulier du pédicule hypophysaire et de la bourse pharyngienne. Nous nous proposons aujourd'hui de rassembler toutes ces indications éparses, de les compléter et de présenter une vue d'ensemble sur l'évolution du pédicule hypophysaire ; cette étude sera suivie de la description de certains canaux osseux qu'on rencontre exceptionnellement chez l'homme adulte, et qui répondent soit à la persistance du canal pharyngo-hypophysaire creusé dans la base cartilagineuse du crâne, et parcouru par le pédicule hypophysaire (canal cranio-pharyngien), soit à la persistance des canaux logeant les segments de la chorde dorsale inclus dans le cartilage basilaire (canaux basilaires chordeaux). La bourse pharyngienne et les fossettes pharyngienne et naviculaire feront l'objet d'un travail ultérieur.

§ 4. — ÉVOLUTION DU PÉDICULE HYPOPHYSAIRE CHEZ L'HOMME ET CHEZ LE CHIEN, HYPPOPHYSE PHARYNGÉE.

Les recherches déjà anciennes de Mihalkovics (1874) et de Gœtte (1875), confirmées par des observations plus récentes, ont montré que la portion glandulaire de l'hypophyse se développait aux dépens du diverticule ectodermique situé en avant de la membrane pharyngienne, et secondairement du voile du palais primitif (poche de Rathke). Ce *diverticule hypophysaire*, dont le fond se trouve en rapport dès l'origine avec le plancher du cerveau intermédiaire, augmente progressivement de dimensions; mais il ne semble pas que son allongement soit dû à un bourgeonnement semblable à celui qui donne naissance aux glandes ouvertes. L'étude comparative des différents stades chez les mammifères paraît bien mettre en évidence ce fait que le mésoderme basilaire, en s'épaississant notablement, refoule dans la profondeur le fond du diverticule hypophysaire, et l'extrémité supérieure attenante de la chorde. Cet épaississement mésodermique, surtout accusé contre la paroi du pharynx, ne tarde pas d'ailleurs à étrangler le segment initial du diverticule hypophysaire, qui présentera dès lors deux parties distinctes : une partie profonde renflée (*poche hypophysaire*), et une partie superficielle rétrécie et bientôt réduite à l'état d'un simple cordon sans lumière centrale (*pédicule hypophysaire*).

Au moment de la chondrification de la base du crâne, le segment correspondant du pédicule hypophysaire emprisonné dans le cartilage, qui se trouve ainsi creusé d'un canal (*canal pharyngo-hypophysaire*), s'atrophie de plus en plus, et ne tarde pas à se résorber entièrement. Quant au segment pharyngien du pédicule hypophysaire, il persiste plus longtemps que le segment cartilagineux, et même, d'après les observations les plus récentes, laisse chez l'homme des vestiges qui évoluent en une véritable *hypophyse pharyngée* ou *pharyngienne*.

La présence d'une semblable hypophyse pharyngée chez l'adulte a été recherchée chez différents animaux. Parmi les mammifères, Habersfeld (1910) ne l'a pas observée chez la chauve-

souris (*vespertilis murinus*), le rat, le chien et le macaque. Chez la souris et chez le lapin, il existe un canal, mais sans formation glandulaire.

De son côté, Pende (déc. 1910) n'a pas trouvé d'hypophyse pharyngée chez le chien, le chat et le bœuf.

L'étude comparative de l'évolution du pédicule hypophysaire chez les animaux, nous paraît devoir susciter de nouvelles recherches. C'est ainsi que, chez le chien, le « segment initial du pédicule, attenant à l'épithélium du pharynx, persiste pendant toute la période foetale sous forme d'une vésicule qui, au voisinage de la naissance, subit les mêmes modifications que l'hypophyse proprement dite » (F. Tourneux et J.-P. Tourneux, 1907), et il semble, par suite, rationnel d'admettre, contrairement aux conclusions négatives de Haberfeld et de Pende, la persistance de ce segment jusque chez l'adulte, et sa transformation en une hypophyse pharyngée.

Après avoir rappelé les notions historiques concernant l'hypophyse pharyngée de l'homme, nous rechercherons successivement l'évolution du pédicule hypophysaire chez l'homme et chez le chien.

A. — HISTORIQUE.

Dans son mémoire fondamental sur le segment cranien de la corde dorsale, paru en 1882, Frieriep avait signalé sur 6 fœtus humains de la sixième à la quatorzième semaine, la présence de vestiges du pédicule hypophysaire à l'intérieur du cartilage de la base du crâne. Killian (1888), de son côté, avait rencontré dans la portion membraneuse de la voûte du pharynx, 5 fois sur 41 fœtus du quatrième au septième mois, des restes du pédicule hypophysaire.

Seize ans plus tard, Erdheim (1904), à propos d'une communication sur les tumeurs du pédicule hypophysaire, rapporte qu'il existe constamment chez le fœtus et chez le nouveau-né, dans la muqueuse de la voûte du pharynx, un cordon cellulaire dérivé du pédicule hypophysaire, qu'il désigne sous le nom d'*hypophyse pha-*

ryngée. Cette hypophyse fut retrouvée par Araï (1907) sur deux enfants de six et de neuf mois.

Ce fut Civalleri qui le premier, en 1907, observa l'hypophyse pharyngienne chez l'adulte. Il la rencontra sur presque tous les cadavres examinés, et la décrivit (1908) comme un organe fonctionnant normalement, dont la structure est identique à celle du lobe glandulaire de l'hypophyse vraie.

De son côté, Haberfeld (1909), sur 51 cadavres (8 fœtus, 11 nouveau-nés, 7 enfants, 25 adultes), trouve d'une façon constante l'hypophyse pharyngienne, qu'il rencontre parfois, surtout chez les enfants (moitié des cas), dans la cloison des fosses nasales, et même à sa partie inférieure, à l'origine du voile du palais, ou encore dans l'épaisseur de ce dernier.

La même année (2 septembre 1909), Citelli communiquait le résultat de ses observations au Congrès de Budapest, et l'année suivante (1910) au Congrès italien d'oto-laryngologie à Rome. D'après les recherches de cet auteur, l'hypophyse est constante dans la première et la deuxième enfance. Elle affecte la forme d'un cordon cylindrique, situé sur la ligne médiane, et mesure une longueur de 2 à 5,5 mm. environ, sur une épaisseur de 300 à 500 μ . Logée dans la région du basisphénoïde, elle est en rapport superficiellement, dans presque toute son étendue, avec l'amygdale pharyngienne; son segment antérieur (*portion verticale*) est orienté obliquement ou le plus souvent perpendiculairement à la surface de la muqueuse, « et se dirige vers l'épithélium de revêtement qu'il rejoint jusqu'à se confondre avec lui ». L'hypophyse pharyngienne contracte des rapports vasculaires avec « le tissu conjonctif périhypophysaire, la muqueuse et l'amygdale pharyngée, le périoste et le basi-sphénoïde jusqu'à la selle turcique et l'hypophyse centrale », et c'est ce qui explique comment la congestion continue de la voûte du pharynx, provoquée par des végétations adénoïdiennes, peut retarder l'évolution physique et fonctionnelle de l'hypophyse pharyngienne et même de l'hypophyse centrale, et entraîner, ainsi que le pense Poppi (1908), les troubles particuliers que présentent les adénoïdiens. L'ablation des végétations respecte la partie profonde de l'amygdale pharyngienne.

D'après N. Pende (décembre 1910), l'hypophyse pharyngée, constante chez l'homme, est située sur la ligne médiane entre l'angle du vomer et la synchondrose sphéno-occipitale, dans la couche de tissu conjonctif qui unit la muqueuse au périoste. Elle affecte la forme d'un cordon fusiforme, cylindrique ou aplati, qui se dirige obliquement de haut en bas et d'arrière en avant. En haut, elle n'atteint pas tout à fait le sphénoïde; en bas, elle s'étend jusqu'à la couche glandulaire du pharynx. Chez le fœtus et chez le nouveau-né, le cordon glandulaire peut arriver au contact de l'épithélium, et même se continuer avec lui, mais chez l'adulte toute trace d'union a disparu. Les mensurations relevées par Pende concordent avec celles de Haberfeld : l'hypophyse pharyngée mesure une longueur de 3 mm. chez le fœtus, de 4 mm. chez le nouveau-né et de 5 à 6 mm. chez l'adulte; son épaisseur varie de 0,5 à 1 mm. Au point de vue structural, elle se rapprocherait de la partie postérieure du lobe glandulaire de la pituitaire (*pars intermedia*), et se trouverait ainsi à un stade d'évolution moins avancé que la partie antérieure. Les cellules chromophobes sont plus nombreuses que les cellules chromophiles, et l'on y remarque des amas de cellules épithéliales aplaties plus abondants que dans l'hypophyse cérébrale.

Nous rappellerons qu'à la réunion des anatomistes à Lille (mars 1907), nous avons exposé un certain nombre de figures représentant des coupes médianes sur la région pharyngienne de l'embryon humain. Ces figures, que nous avons reproduites dans notre thèse de doctorat (Toulouse, 1911) et dans un précédent mémoire (*Journal de l'Anatomie*, n° janvier-février 1912) montrent manifestement que le pédicule hypophysaire se prolonge dans la cloison des choanes, et peut même atteindre le voile du palais. Dans la note explicative (*Comptes rendus de l'Association des anatomistes*, 1907, p. 180), nous disions que, chez le fœtus humain du troisième mois, « le pédicule hypophysaire se termine en avant à la partie inférieure du bord postérieur de la cloison des fosses nasales », où « il s'unit à l'épithélium de la cloison, immédiatement au-dessus du voile du palais ».

A la même époque où paraissait notre dissertation inaugurale, E. Frazer publiait dans le *Journal of Anat. and Phys.* (avril 1911)

un intéressant mémoire sur *L'extrémité pharyngienne de la poche de Rathke*. Frazer a étudié le développement du pédicule hypophysaire sur des embryons et fœtus humains de la cinquième à la dixième semaine, sur des fœtus du quatrième et du septième mois, et enfin chez l'adulte. Des figures et des diagrammes annexés au travail de cet auteur, nous indiquent nettement comment le pédicule s'allonge progressivement, au fur et à mesure que les choanes remontent, pour se placer définitivement au niveau de la voûte du pharynx. Dans sa position définitive, le segment pharyngien du diverticule, qui persiste à tous les stades, occupe le bord postérieur du septum nasal, et son extrémité, en continuité avec l'épithélium, se trouve placée immédiatement au-dessus du voile du palais. Comme on le voit, les recherches du Dr E. Frazer, poursuivies d'une façon indépendante, viennent confirmer les résultats énoncés dans notre note au Congrès de Lille, dont E. Frazer n'avait pas eu connaissance.

Erdheim (1906) a appelé tout particulièrement l'attention sur le prolongement linguiforme que le lobe glandulaire de l'hypophyse émet, dans la majorité des cas, le long de la face antérieure de la tige pituitaire, et qui parfois s'étend jusqu'au chiasma optique; ce prolongement se termine habituellement par un léger renflement. Dans 80 p. 100 des cas, Erdheim a observé à l'intérieur de ce prolongement, dans son renflement terminal, ou encore au niveau de son insertion sur la pituitaire, des amas de cellules aplaties, circulaires ou allongées, épineuses, qu'on ne rencontre dans aucune autre région de l'hypophyse. Aux dépens de ces éléments, peuvent se former des tumeurs qui présentent une analogie frappante avec les adamantomes ou encore avec les épithéliomas calcifiés de la peau.

Les cellules plates de l'hypophyse, au voisinage de la tige pituitaire, bien décrites par Erdheim, avaient déjà été observées par Lusckka (1860) qui avait été frappé par leur ressemblance avec les cellules épithéliales de la bouche, par Saxer (1902) qui ne voyait en elles qu'un stade d'une différenciation fonctionnelle des cellules hypophysaires, et, enfin, par Launois (1904) qui les considérait comme des restes embryonnaires. Launois compare ces

formations épithéliales à des globes épidermiques ou à des corpuscules de Hassall.

Erdheim croit pouvoir rattacher le prolongement linguiforme de la pituitaire au pédicule hypophysaire. Nous pensons que la direction toute différente de ces deux formations ne permet pas d'admettre cette manière de voir, mais que la comparaison des différents stades embryonnaires tend plutôt à faire considérer ce prolongement comme un bourgeon secondaire du lobe glandulaire de l'hypophyse, poussant en avant le long du plancher du cerveau intermédiaire. Dans notre précédent mémoire, nous avons eu l'occasion de signaler un semblable prolongement chez différents mammifères, en particulier chez le mouton et chez le lapin, où il affecte, sur la coupe médiane de l'embryon, la forme d'un triangle à sommet effilé, prolongeant en avant le lobe glandulaire de l'hypophyse; nous avons désigné ce prolongement, qui ne paraît avoir aucun rapport avec le pédicule hypophysaire, sous le nom de *cône pituitaire*.

B. — ÉVOLUTION DU PÉDICULE HYPOPHYSAIRE CHEZ L'HOMME.

C'est entre les stades de 6 et de 8 mm, c'est-à-dire vers la fin du premier mois de la vie embryonnaire, que se renfle, chez l'homme, l'extrémité profonde du diverticule hypophysaire, en même temps que s'accuse le prolongement infundibulaire du cerveau intermédiaire. Au stade du 14 mm., la poche hypophysaire, moulée sur le prolongement infundibulaire ne communique plus avec la cavité du pharynx que par un étroit pédicule, dont le segment postérieur s'atrophie et disparaît, au moment de la chondrification de la base du crâne (embryons de 19 mm.), tandis que le segment antérieur (pharyngien) se transforme en un cordon plein. C'est également à la même époque que la paroi antéro-supérieure de la poche hypophysaire développe des bourgeons pleins qui ne tarderont pas à s'anastomoser.

1° *Fœtus 36 mm.* (fig. 1). — Le canal pharyngo-hypophysaire s'est comblé dans toute son étendue, et n'est plus indiqué qu'à

l'état de vestige, mais le segment pharyngien du pédicule hypophysaire a persisté dans toute sa longueur. Ce segment débute à une faible distance du cartilage basal, et, logé dans l'épaisseur des parties molles de la voûte du pharynx, se dirige obliquement

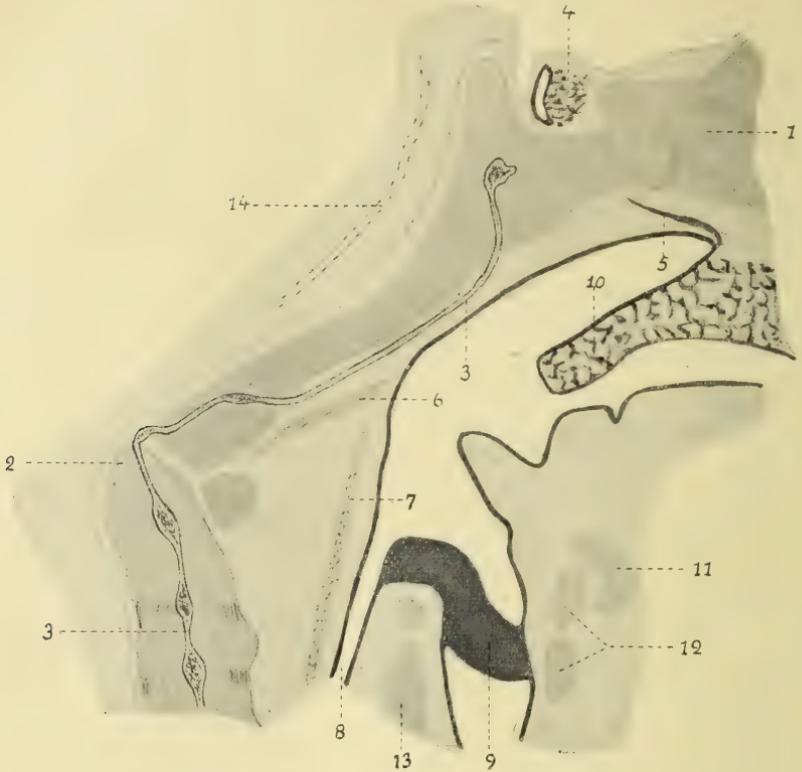


Fig. 1. — Coupe médiane de la région pharyngienne sur un fœtus humain de 36 mm. (gr. 15/1). — 1, cartilage de la base du crâne; 2, apophyse odontoïde de l'axis; 3, corde dorsale; 4, lobe glandulaire de l'hypophyse; 5, pédicule hypophysaire; 6, ligament occipito-pharyngien; 7, constricteur supérieur du pharynx; 8, œsophage; 9, lame épithéliale du larynx; 10, voile du palais montrant des enclaves épithéliales résultant de la soudure sur la ligne médiane des deux lames palatines; 11, hyoïde; 12, cartilage thyroïde présentant encore une lacune que comblera le cartilage vocal; 13, chaton du cricoïde; 14, tronc basilaire.

d'arrière en avant et de haut en bas, vers la cloison des fosses nasales dont il parcourt le bord postérieur. Il vient se terminer à l'origine du voile du palais, immédiatement au-dessus des enclaves épithéliales indiquant sur la coupe la trace de la soudure des deux lames palatines; l'extrémité du pédicule hypophysaire

adhère intimement à l'épithélium de la muqueuse. La cloison des choanes, comme le montre nettement la figure 1, se trouve directement dans le prolongement de la voûte du pharynx.

Le pédicule hypophysaire s'étend sur une longueur de près d'un millimètre. Il affecte la forme d'un cordon cellulaire plein, dont la portion moyenne atteint une épaisseur de 400 μ , tandis que le segment avoisinant le cartilage de la base, ne mesure que 30 μ .

Le plancher de la selle turcique est creusé, dans sa partie antérieure d'une dépression en forme d'entonnoir, à laquelle fait suite la traînée vestigiale du canal pharyngo-hypophysaire. Cette dépression renferme un court segment du pédicule hypophysaire, accompagné par un vaisseau sanguin. La paroi antérieure de la poche hypophysaire a développé un certain nombre de cordons glandulaires.

2° *Fœtus 44/57 mm.* (fig. 2). — Ce fœtus se rapproche beaucoup, par la disposition des vestiges hypophysaires, du fœtus de 36 mm. que nous venons de décrire. Le canal pharyngo-hypophysaire est obstrué, et le segment pharyngien du pédicule de la pituitaire se prolonge depuis la trace du canal jusqu'au bord inférieur de la cloison des fosses nasales où il conserve ses rapports de continuité avec l'épithélium superficiel. Le plancher de la selle turcique, dans son segment antérieur, est également déprimé en forme d'entonnoir, et contient de même un vestige du pédicule hypophysaire. La paroi antérieure de l'hypophyse supporte des bourgeons glandulaires.

La longueur du segment pharyngien du pédicule atteint un millimètre environ. Son épaisseur, qui varie de 30 à 40 μ en moyenne, descend à 15 μ au voisinage du cartilage basal.

3° *Fœtus 50 mm.* — La portion persistante du pédicule hypophysaire mesure une longueur de 880 μ sur une épaisseur de 60 μ , au voisinage de sa terminaison. Son union avec l'épithélium de la muqueuse s'effectue à peu près vers le milieu de la cloison des choanes.

4° *Fœtus 62/78 mm.* — En regard du fond de la selle turcique déprimé en entonnoir, dans l'épaisseur des parties molles de la

voûte du pharynx, s'étend le cordon vestigial du pédicule hypophysaire. Ce cordon, qui débute à une distance de $110\ \mu$ du cartilage de la base, se dirige de haut en bas et légèrement d'arrière en avant, pour venir se fixer presque normalement sur l'épithélium du pharynx; sa longueur est de $800\ \mu$, et son épaisseur dans la portion moyenne plus renflée de $270\ \mu$. Les cordons de

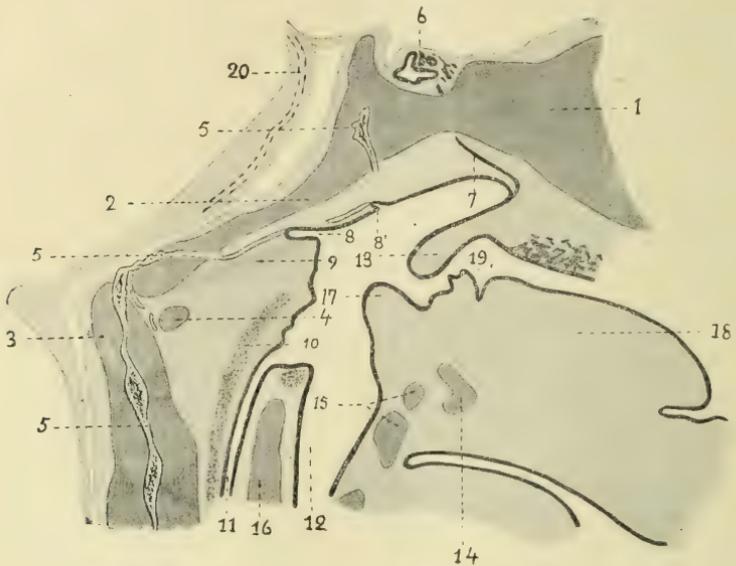


Fig. 2. — Coupe médiane de la région pharyngienne sur un fœtus humain de 44/57 mm. (gr. 10/1). — 1, plaque ethmoïdale; 2, plaque basilaire; 3, apophyse odontoïde de l'axis; 4, arc antérieur de l'atlas; 5, chorde dorsale interrompue sur une partie de son trajet; 6, lobe glandulaire de l'hypophyse; 7, pédicule hypophysaire; 8, bourse pharyngienne en rapport par son extrémité profonde avec la chorde dorsale; 8', poche pharyngienne accessoire également en rapport avec la chorde; 9, ligament occipito pharyngien; 10, constricteur supérieur du pharynx; 11, œsophage; 12, larynx; 13, voile du palais; 14, hyoïde; 15, cartilage thyroïde; 16, chaton du cricoïde; 17, épiglotte; 18, langue; 19, foramen caecum; 20, tronc basilaire.

L'hypophyse centrale commence à se creuser de vésicules; le vestige pharyngien du pédicule apparaît encore comme une masse épithéliale compacte.

Chez ce fœtus, le vestige hypophysaire s'implante directement sur l'épithélium de la voûte du pharynx, à peu près au niveau de la selle turcique; la distance qui sépare son point d'insertion de l'origine du voile du palais s'élève à $1\ 500\ \mu$ environ.

5° *Fœtus* 65/80 mm. — Le canal pharyngo-hypophysaire encore persistant chez ce fœtus mesure une largeur d'environ 100 μ . Il est traversé par le pédicule hypophysaire dont le segment pharyngien, épais de 25 μ , se dirige en avant vers la cloison des fosses nasales. Nos coupes incomplètes ne nous permettent pas d'indiquer son mode de terminaison.

6° *Fœtus* 79/105 mm. (fig. 3). — Le segment pharyngien du



Fig. 3. — Coupe médiane de la voûte du pharynx sur un fœtus humain de 79/105 mm. (gr. 15/1). — 1, cartilage de la base du crâne; 2, chorde dorsale; 3, segment initial du pédicule hypophysaire; 4, voile du palais.

pédicule de l'hypophyse a persisté sur une longueur de 1 120 μ ; son épaisseur, qui atteint 120 μ dans la portion moyenne renflée, descend à 45 μ au niveau des extrémités. L'union entre le pédicule et l'épithélium pharyngien, s'opère à peu près vers le milieu de la cloison des choanes.

L'évolution du pédicule hypophysaire est moins avancée que celle de la pituitaire, où l'on remarque déjà la formation de vésicules, mais le pédicule est pénétré par quelques prolongements conjonctivo-vasculaires.

7° *Fœtus 100/140 mm.* — Comme chez le fœtus de 62/78 mm., décrit plus haut, le cordon vestigial du pédicule hypophysaire ne contracte aucun rapport avec le bord postérieur de la cloison des fosses nasales. Commencant à 1 200 μ du fond de la selle turcique, il se prolonge d'arrière en avant et de haut en bas sur une longueur de 1 200 μ , pour se fixer sur l'épithélium du pharynx, à une distance de 1 600 μ de l'origine du voile du palais; son épaisseur, dans le segment moyen renflé, atteint 320 μ .

Le vestige hypophysaire, ainsi couché obliquement dans l'épaisseur des parois molles du pharynx (moitié superficielle), se compose de cordons épithéliaux pleins et de vésicules, dont malheureusement l'état de la pièce ne nous permet pas de donner une description précise.

8° *Fœtus 105/142 mm.* — Le vestige du pédicule hypophysaire, toujours compris dans la moitié superficielle des parois molles du pharynx, mesure une longueur de 1 120 μ . Il se dirige obliquement, d'arrière en avant, et de haut en bas, vers la cloison des choanes, sans que nous puissions, sur nos coupes, préciser le point de fixation.

Sur des fœtus de 46 mm., de 80/120 mm. et de 118/170 mm., nous n'avons trouvé aucun vestige du pédicule hypophysaire. Nous inclinons à penser qu'en raison de l'obliquité de l'orientation, les coupes intéressant le pédicule n'ont pas été recueillies.

C. — ÉVOLUTION DU PÉDICULE HYPOPHYSAIRE CHEZ LE CHIEN.

Chez le chien, le segment pharyngien de l'hypophyse, dans sa portion initiale attenante à l'épithélium du pharynx, persiste pendant toute la période fœtale; il semble rationnel d'admettre que ce segment se comporte de la même façon que chez l'homme, c'est-à-dire qu'il demeure également chez l'adulte, où il se transforme en une hypophyse pharyngée.

Au stade de 10 mm., tout au début de la chondrification, le

diverticule hypophysaire s'ouvre encore largement dans la cavité du pharynx; le processus infundibulaire est accusé.

Au stade de 18 mm. (fig. 4), la base du crâne est chondrifiée; le fond du diverticule hypophysaire logé dans la fosse pituitaire, s'est transformé en une poche, dont la paroi antérieure a poussé quelques cordons épithéiaux. Le pédicule hypophysaire s'est résorbé, dans son segment traversant le canal pituitaire; son segment superficiel, adhérent à l'épithélium du pharynx, persiste

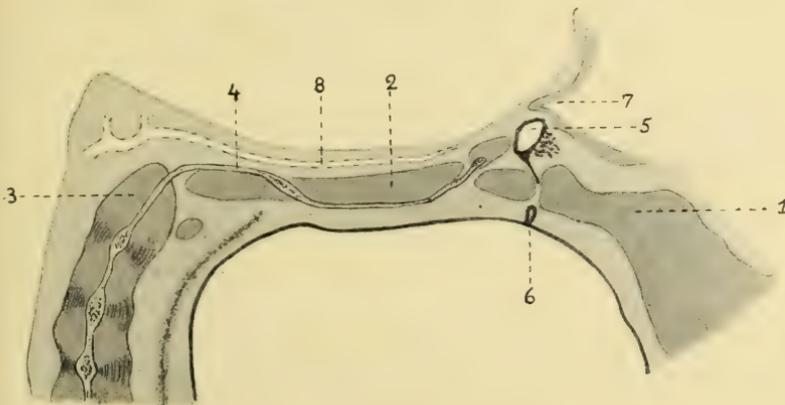


Fig. 4. — Coupe médiane de la région du pharynx sur un embryon de chien de 18 mm. (gr. 20/1). — 1, plaque ethmoidale; 2, plaque basilaire; 3, apophyse odontoïde de l'axis; 4, chorde dorsale; 5, poche hypophysaire avec son pédicule; 6, vésicule développée aux dépens du segment initial du pédicule hypophysaire; 7, processus infundibuli; 8, tronc basilaire.

sous forme d'une vésicule pharyngienne, mesurant 120 μ de long sur 65 μ de large.

Deux embryons de 33 et de 35 mm. (fig. 5) nous présentent sensiblement la même disposition. Le canal pharyngo-hypophysaire s'est obturé par voie de chondrification. La vésicule pharyngienne, dont la paroi est intimement unie à l'épithélium du pharynx, se trouve située à peu près à égale distance du fond de la selle turcique et de l'origine du voile du palais.

Sur un embryon de 44 mm. (fig. 6), le canal hypophysaire encore perméable est parcouru par un vaisseau d'assez fort calibre. Le segment pharyngien du pédicule a persisté dans toute sa longueur, depuis le canal hypophysaire, à l'intérieur duquel sa

partie profonde s'invagine, jusqu'à la surface de la muqueuse. Sa

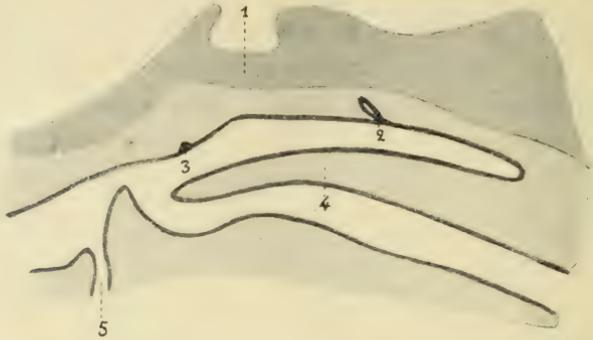


Fig. 5. — Coupe médiane de la région du pharynx sur un embryon de chien de 35 mm. (gr. 15/1). — 1, cartilage de la base du crâne (plancher de la selle turcique); 2, vésicule développée aux dépens du segment initial du pédicule hypophysaire; 3, cône plongeant; 4, voile du palais; 5, larynx. La chorde n'a pas été représentée.

direction est sensiblement normale à sa surface; sa longueur atteint

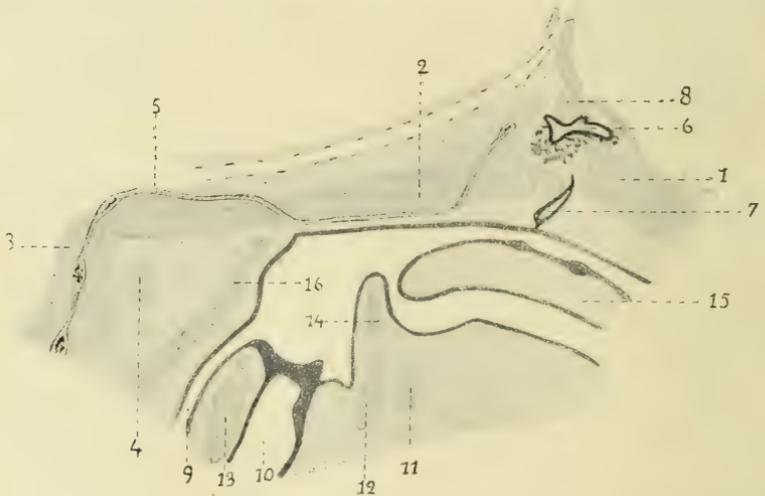


Fig. 6. — Coupe médiane de la région du pharynx sur un embryon de chien de 44 mm. (gr. 12/1). — 1, plaque ethmoïdale; 2, plaque basilaire; 3, apophyse odontoïde de l'axis; 4, arc antérieur de l'atlas; 5, chorde dorsale; 6, poche hypophysaire; 7, segment initial du pédicule hypophysaire dilaté en vésicule; 8, processus infundibuli; 9, œsophage; 10, larynx encore obturé par la lame épithéliale; 11, hyoïde; 12, cartilage thyroïde; 13, chaton du cricoïde; 14, épiglotte; 15, voile du palais; 16, constricteur supérieur du larynx.

650 μ , et son épaisseur, au niveau de la partie renflée creusée d'une vésicule, 145 μ .

Deux autres embryons de 50 et de 54 mm. nous montrent une vésicule pharyngienne située un peu en avant de la selle turcique, et dont la paroi est intimement fusionnée avec l'épithélium superficiel. Chez l'embryon de 54 mm., la longueur de la vésicule est de 250 μ ., et son épaisseur de 125 μ ..

Enfin, sur un chien nouveau-né, mesurant une longueur de 130 mm., nous retrouvons la vésicule pharyngienne au niveau de la partie antérieure de la fosse pituitaire, dont le plancher est en voie d'ossification. La vésicule, toujours close, adhère à l'épithélium pharyngien qui présente au point de soudure les caractères d'un épithélium pavimenteux stratifié bombant dans la cavité du pharynx, tandis que latéralement, au-dessus et au-dessous, il appartient au type prismatique cilié. La cavité de la vésicule, rétrécie, est bordée par des cellules pavimenteuses, et la paroi profonde a donné naissance à quelques bourgeons épithéliaux semblables à ceux de l'hypophyse centrale.

§ 2. — CANAUX ACCIDENTELS DE LA BASE DU CRANE CHEZ L'HOMME ADULTE.

Au cours du développement, les différents canaux creusés dans l'épaisseur de la base cartilagineuse du crâne (canal pharyngo-hypophysaire, canaux chordaux supérieur et inférieur) disparaissent entièrement par oblitération progressive. C'est le canal pharyngo-hypophysaire, qui se comble tout d'abord sur la base encore cartilagineuse, sauf toutefois chez quelques rongeurs; sa trace persiste plus ou moins longtemps suivant le mammifère envisagé. Quant aux canaux basilaires ou chordaux supérieur et inférieur, ils s'oblitérent plus tardivement, vers le moment de l'ossification. Exceptionnellement, ces différents canaux peuvent persister en tout ou en partie, figurant sur la base du crâne de l'adulte de simples dépressions superficielles ou des pertuis complets, suivant le degré de l'anomalie; quelquefois, il n'en reste que des vestiges inclus dans l'épaisseur même de l'os.

A. — CANAL CRANIO-PHARYNGIEN.

En 1857, au cours de ses recherches sur le développement de la base du crâne, Virchow constata sur des fœtus humains de quelques mois la présence d'une dépression, plus ou moins profonde, située au fond de la selle turcique. Cette dépression fut également signalée par Luschka, mais c'est à Landzert (1868) que l'on doit d'avoir mentionné pour la première fois la présence d'un canal situé dans l'épaisseur du corps du sphénoïde, et le traversant de part en part. Ce canal a reçu de Landzert le nom de *canal cranio-pharyngien*; plus tard, en 1892, il fut appelé par Calori *canal hypophysaire* ou *pituitaire*.

A la suite de Landzert, de nombreux observateurs se sont occupés de ce canal, tant au point de vue purement anatomique qu'au point de vue embryologique, et c'est ainsi que successivement Kulischer (1868), Krause (1878), Frierip (1882), Romiti (1886), Suchannek (1887), Killian (1888), Rossi (1891), Le Double (1903), Sokolow (1904), etc., etc., se sont efforcés d'en déterminer la nature, et d'en expliquer l'origine.

Le canal cranio-pharyngien peut se présenter sous deux aspects bien différents : il peut être complet ou incomplet. Complet, il traverse dans toute son épaisseur en suivant un trajet légèrement oblique, de haut en bas et d'avant en arrière, le corps du sphénoïde postérieur, à égale distance des synchondroses intersphénoïdale et sphéno-occipitale, ou plus rapproché de la synchondrose intersphénoïdale (Landzert, 1868; Sokolow, 1904). D'un côté, il s'ouvre au fond de la selle turcique, généralement à la partie antérieure, et, de l'autre, sur la face pharyngée du sphénoïde, à une distance de 1 à 3 mm. environ de l'angle de réunion des deux ailes du vomer. Quand il est incomplet, il débouche tantôt du côté du pharynx, et tantôt du côté de la selle turcique, et se termine en cul-de-sac à une profondeur variable (canal borgne). Il est à remarquer que, dans la majorité des cas, c'est la partie supérieure du canal qui persiste. Dans une observation d'Escat (1894) et dans une autre de

Sokolow (1904), le segment moyen du canal s'était comblé, et il ne persistait que les deux extrémités sous forme de deux canaux borgnes, l'un pharyngien et l'autre hypophysaire, séparés par une couche de tissu spongieux. La longueur du canal complet mesure, chez le nouveau-né, environ 10 mm., et, chez l'adulte, de 16 à 18 mm. Son diamètre transversal est compris entre 1 et 2 mm.

Le canal cranio-pharyngien renferme généralement un prolongement de la dure-mère, sous forme d'un manchon fibreux qui englobe du tissu conjonctif et quelques vaisseaux sanguins, principalement des veinules. Chez une enfant de quatre ans, Suchannek a trouvé, en plus, un pédicule hypophysaire figurant un cordon épithélial plein. Quand le canal est complet, le prolongement dure-mérien se continue avec le périoste qui tapisse la face inférieure du sphénoïde, et, de même, les vaisseaux sanguins avec ceux du périoste et des parois du pharynx; quand il est incomplet, le manchon dure-mérien se termine en cul-de-sac.

D'après les différents auteurs qui ont indiqué son degré de fréquence, le canal cranio-pharyngien se rencontrerait beaucoup plus souvent chez le nouveau-né (10 p. 100) que chez l'adulte (0,3 p. 100). Après Landzert, dont les observations n'avaient porté que sur les nouveau-nés, Kulischer (1878) et Krause en observent chacun un cas, mais également sur le nouveau-né. Romiti (1886), sur 800 crânes de tout âge, ne rencontre le canal qu'une seule fois, et encore sur une fillette de cinq ans. Suchannek (1887) et Sternberg (1896) décrivent de leur côté chacun un cas, le premier sur une fillette de quatre ans, et le second sur un enfant de trois à quatre ans. Sur 3712 crânes d'adultes appartenant au Musée anthropologique de Florence, Rossi (1891) relate 9 fois la présence du canal, et Escat, sur 42 crânes d'enfants et d'adultes, 4 fois. Maggi (1891) a eu l'occasion d'observer 6 fois le canal, Rizzo (1900) une seule fois, et Caselli (1901) une seule fois également sur 335 crânes d'adultes. Sur 200 crânes de nouveau-nés, Le Double (1903) l'a rencontré 18 fois, et une seule fois sur 317 crânes d'adultes. Sokolow (1904), à l'Institut anatomique de Bâle, a pu examiner 434 crânes : 5 fois, il a trouvé un canal complet, et, 10 fois, un canal incomplet, réduit soit à sa partie supérieure, soit

à sa partie inférieure. Enfin Haberfeld (1909) l'a vu une fois sur 51 crânes, et Citelli (1909) une fois sur 25 crânes d'enfants.

Sur les 279 crânes qu'il nous a été donné d'examiner à Toulouse, au Musée d'anatomie de la Faculté de médecine, et au Musée d'histoire naturelle de la ville, nous n'avons pas rencontré un seul canal cranio-pharyngien complet; mais nous avons observé quatre fois un petit canal incomplet s'ouvrant, dans un cas, sur la selle turcique, et, dans les trois autres, sur la face pharyngienne du sphénoïde. Le canal, débouchant dans la selle turcique, présentait un orifice arrondi situé dans la région antérieure de la selle, et mesurait une profondeur de 4 mm. Les trois canaux s'ouvrant sur la face pharyngienne, avaient leur ouverture à 1,5 mm., 1,8 mm. et 2 mm. de l'angle du vomer; leur profondeur atteignait pour le premier 2 mm., et pour les deux autres 3 mm.

Nous ne croyons pas devoir insister sur l'origine du canal cranio-pharyngien. Tous les auteurs s'accordent à reconnaître qu'il résulte de la persistance anormale du canal pharyngo-hypophysaire, qui disparaît chez le fœtus humain au commencement du troisième mois. Sur deux fœtus humains de 36 mm. et de 44/57 mm. (fig. 1 et 2), le canal cranio-pharyngien ne persiste qu'à l'état de vestige, alors que le segment pharyngien du pédicule hypophysaire peut encore être suivi dans toute sa longueur.

Chez les différents mammifères, la fréquence du canal cranio-pharyngien serait plus grande que chez l'homme. Chez le lapin, comme l'ont indiqué Dursy (1869), Parker et Bettany (1879), comme l'ont confirmé Maggi (1890) et Sokolow (1904), et comme nous avons pu facilement le vérifier nous-même, le plancher de la selle turcique, sur l'os à l'état sec, présente une perforation de 1,5 à 2 mm. de large, qui se dirige obliquement de haut en bas et d'arrière en avant. Chez le singe d'après Maggi (1891), le canal cranio-pharyngien s'observerait 30 fois sur 100, et, chez le cochon d'Inde, d'après Sokolow (1904), 3 fois sur 25, c'est-à-dire 12 fois sur 100.

Nous ajouterons, au point de vue anatomo-pathologique, que le calibre du canal cranio-pharyngien est en général trop restreint, pour qu'une hernie de la substance cérébrale puisse facilement s'y

produire. Les observations scientifiques ne relatent, en effet, d'après Sokolow, que 4 cas de ce genre sur des fœtus ou des nouveau-nés (cas de Klinkosch, 1764; de Wegelin, 1860; de Rippman, 1865; de Kulischer, 1878), et encore le canal possédait-il des dimensions plus fortes que d'habitude; son diamètre transversal mesurait de 3 à 5 mm.

B. — CANAUX BASILAIRES.

C'est en 1880 que Gruber signala pour la première fois, au niveau de l'apophyse basilaire, l'existence d'un canal auquel il a donné le nom de *canalis basilaris medianus occipitalis*, et dont il décrivit trois variétés : canal basilaire supérieur, canal basilaire inférieur et canal basilaire bifurqué.

Le canal basilaire médian supérieur présente un trajet assez court, et ses deux orifices d'entrée et de sortie sont situés sur la face supérieure de l'apophyse basilaire. Au contraire, le canal basilaire médian inférieur affecte un trajet beaucoup plus long et beaucoup plus sinueux : son orifice d'entrée se trouve bien sur la face supérieure de l'apophyse basilaire, près du bord antérieur du trou occipital, mais son orifice de sortie est situé sur la face inférieure de ce même os. Quant au canal basilaire médian bifurqué, dont le trajet est assez complexe, il possède un orifice d'entrée sur la face supérieure du basioccipital, et deux orifices de sortie placés l'un sur la face supérieure et l'autre sur la face inférieure.

La classification établie par Gruber a été acceptée longtemps sans conteste par tous les auteurs, et ce n'est qu'en 1903 que Paravicini a proposé d'éliminer du groupe des canaux basilaires le canal médian bifurqué, qui, d'après lui, ne présente pas « d'entité morphologique distincte », et d'y ajouter toute une série d'autres canaux, complets ou borgnes, qui traversent plus ou moins totalement l'apophyse basilaire.

Dans un travail plus récent (1906), Perna, s'appuyant sur les recherches embryologiques contemporaines, a proposé de réserver le nom de canal basilaire médian au canal basilaire inférieur de

Gruber, qui répond seul au passage de la chorde, le canal supérieur et les autres canaux de Paravicini n'étant que des conduits vasculaires.

Dans son mémoire, Gruber avait admis que les trois variétés de canaux basilaires remplissaient la même fonction, c'est-à-dire qu'ils étaient des canaux veineux, identiques à ceux que contient le corps des vertèbres rachidiennes dont le basioccipital n'est qu'une modification.

D'après Staderini (1900), au contraire, chacune de ces trois variétés de canaux aurait une signification morphologique différente. Le canal basilaire médian supérieur serait un canal vasculaire donnant passage à une veine : ses variations de direction, de nombre, de longueur et de forme, le prouvent nettement. Le canal basilaire médian inférieur résulterait du passage de la chorde dorsale : il a, en effet, la même situation, les mêmes orifices d'entrée et de sortie que la chorde. Ce canal est de plus situé sur la ligne médiane, dirigé obliquement en bas et en avant, et s'étend primitivement du bord antérieur du trou occipital à la face ventrale de l'apophyse basilaire. Plus tard, par suite d'un déplacement graduel, l'orifice d'entrée se trouve reporté plus en avant sur la face dorsale du cartilage sphéno-basilaire. Le canal basilaire médian bifurqué serait constitué par la réunion des deux canaux basilaire médian supérieur et basilaire médian inférieur.

Perna a admis les conclusions de Staderini touchant la signification des différents canaux basilaires ; il ajoute de plus qu'il existerait, dans certains cas, un autre canal situé dans la partie antérieure de l'apophyse basilaire, et qui se dirigerait obliquement de bas en haut : ce canal répondrait à la partie tout à fait antérieure de la chorde dorsale.

Si l'opinion des auteurs a varié d'une façon assez sensible sur la signification des canaux basilaires, les chiffres qu'ils nous ont donnés au point de vue de la fréquence de ces canaux, varient également.

Sur 4000 (ou 5000) crânes qu'il a examinés, Gruber a noté 68 fois la présence du canal supérieur, 10 fois celle de l'inférieur, et 2 fois celle du canal bifurqué ; sur 300 crânes d'adultes, Romiti

a vu une seule fois un canal basilaire bien développé. Fusari a rencontré 10 fois un canal basilaire; Staderini, sur 512 crânes, a vu 3 fois le supérieur et une fois l'inférieur. Sur 400 crânes d'enfants, d'adolescents, d'adultes et de vieillards, Le Double a pu noter 24 fois la présence de canaux basilaires, Paravicini en a trouvé 2 sur 296 crânes; enfin, des cas isolés ont été décrits par Montane, Varaglia e Silva et Calori. D'après Gruber, Romiti et Le Double, le canal basilaire serait plus fréquent chez l'enfant que chez l'adulte.

Sur les 279 crânes que nous avons examinés, nous n'avons relevé qu'une seule fois l'existence du canal basilaire médian supérieur. Nous n'avons pas trouvé de canal médian inférieur, bien que sur différents crânes nous ayons pu noter la présence d'orifices situés sur les faces supérieures et inférieures de l'apophyse basilaire, et qui nous ont paru répondre au point d'entrée et de sortie de ce canal; mais il nous a été impossible de sonder le canal dans toute sa longueur, et, par suite, d'en établir la continuité, au travers de l'apophyse basilaire, d'un orifice à l'autre. Ajoutons que nous avons également constaté deux fois, dans la partie antérieure de l'apophyse basilaire, la présence d'un orifice qui nous a semblé figurer l'orifice d'entrée du canal basilaire antérieur indiqué par Perna.

Les données embryologiques permettent de répartir les différents canaux basilaires que l'on rencontre chez l'adulte en deux groupes distincts : les canaux chordaux et les canaux vasculaires. Les canaux chordaux sont au nombre de deux au maximum, l'antérieur et le postérieur; ils répondent aux canaux homonymes du fœtus, et, comme le fait remarquer fort justement Perna, l'antérieur incomplet se termine profondément en cul-de-sac dans le corps du sphénoïde postérieur. Tous les autres canaux basilaires décrits par les différents observateurs, doivent être envisagés comme des canaux vasculaires.

CONCLUSIONS

Les conclusions générales qui paraissent se dégager de l'ensemble de ces recherches, peuvent être formulées ainsi :

1° Au moment de la chondrification de la base du crâne (embryon de 19 mm.) le segment postérieur du pédicule hypophysaire, traversant le canal pharyngo-hypophysaire ménagé dans la chondrification de la base, s'atrophie de plus en plus, et finit par se résorber entièrement.

2° Le segment antérieur ou pharyngien du pédicule, rampant dans les parois molles du pharynx, se transforme, au cours du deuxième mois, en un cordon plein qui conserve ses relations originelles avec l'épithélium du pharynx, et peut être observé pendant toute la période fœtale. D'après les recherches les plus récentes, ce segment persisterait même chez l'enfant et chez l'adulte, où il se transformerait en une *hypophyse pharyngée*.

3° Le segment pharyngien, au fur et à mesure du développement, augmente progressivement de longueur et d'épaisseur, en même temps que son extrémité antérieure, adhérente à l'épithélium du pharynx, se trouve généralement entraînée dans l'abaissement de la cloison des fosses nasales (commencement du 3^e mois). Dans ce cas, le pédicule parcourt le bord postérieur de la cloison nasale, et peut même atteindre le voile du palais.

4° Sur les 8 fœtus humains chez lesquels nous avons pu constater la persistance partielle du segment pharyngien du diverticule hypophysaire, quatre fois ce segment par son extrémité pharyngienne se trouvait en rapport de continuité avec l'épithélium de la cloison des fosses nasales, deux fois il se dirigeait vers la cloison, sans que nos coupes puissent nous permettre de préciser son mode de terminaison, et, deux fois seulement, il venait se fixer directement sur l'épithélium de la voûte du pharynx, sans relation avec le septum nasal.

5° Chez le chien, l'extrémité pharyngienne du pédicule hypophysaire persiste sous forme d'une vésicule adhérente à l'épithélium

superficiel. Cette vésicule que nous avons pu suivre jusqu'à l'époque de la naissance, évolue sans doute, chez le chien adulte, en une hypophyse pharyngée, de même que chez l'homme.

6° Le canal cranio-pharyngien résultant de la persistance de canal pharyngo-hypophysaire, normalement chondrifié au commencement du troisième mois fœtal, ne se rencontre qu'exceptionnellement chez l'homme adulte (0,3 p. 100, d'après les auteurs). Sur les 279 crânes que nous avons eu l'occasion d'examiner à Toulouse, nous n'avons pas observé un seul canal complet, mais nous avons rencontré à quatre reprises des canaux borgnes, dont l'ouverture se trouvait une fois dans la fosse pituitaire, et trois fois sur la face pharyngienne du sphénoïde.

7° Les canaux basilaires comprennent des canaux vasculaires et des canaux chordaux. Ces derniers, qui répondent aux canaux homologues du fœtus, peuvent être au nombre de deux, un canal postérieur complet, et un canal antérieur borgne.

Index bibliographique.

1° Pédicule hypophysaire, hypophyse pharyngée.

- ARAI (Harujiro). — Der Inhalt des Canalis cranio-pharyngeus, *Anat. Hefte*, Bd. XXXIII, 1907.
- ARENA. — Contributo alla conoscenza della cosi detta Ipofisi faringea nell' uomo, *Riforma medica*, t. XXV, n° 38, 1910.
- CHIARUGI (G.). — Sull' esistenza di una gemma bilaterale nell' abbozzo della ipofisi dei Mammiferi, *Monitore zoologico italiano*, t. V, 1894.
- CIVALLERI (A.). — Sull' esistenza di una « Ipofisi faringea » nell' uomo adulto, *Accademia di medicina di Torino*, 13 déc. 1907.
- L'hypophyse pharyngienne chez l'homme, *Comptes rendus de l'Association des Anatomistes*, Marseille, 1908.
- L'ipofisi faringea nell' uomo, *Internat. Monatsschrift f. Anat.*, Bd. XXVI, 1909.
- CITELLI. — L'hypophyse pharyngée dans la première et la deuxième enfance, etc., *Congrès italien d'oto-laryngologie*, Rome, 1910; *Annales des maladies de l'oreille, du larynx, du nez et du pharynx*, nov. 1910, et *Anat. Anzeiger*, 1911.
- DURSY. — Zur Entwicklungsgeschichte des Kopfes, Tübingen, 1869.
- ERDHEIM (J.). — Ueber Hypophysengangeschwülste und Hirncholesteatome, *Sitz. kais. Akad. Wissensch. zu Wien*, Bd. CXIII, Wien, 1904.
- FRAZER (E.). — The Pharyngeal End of Rathke's Pouch, *Journ. of Anat. and Phys.*, vol. XLV, Third Series, vol. VI, Part. III, avril 1911.
- FRORIEP (A.). — Kopftheil der Chorda dorsalis bei menschlichen Embryonen, *Festgabe Jacob Henle*, 1882.

- GANGHOFNER. — Ueber die Tonsilla und Bursa pharyngea, *Sitz. d. k. Akad. der Wiss. zu Wien*, 1878.
- GAUPP. — Ueber die Anlage der Hypophyse bei Sauriern, *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. XLVIII, 1893.
- GENTÈS. — Recherches sur l'hypophyse et le sac vasculaire des Vertébrés, *Station biologique d'Arcachon*, dixième année, 1907.
- GOETTE. — Die Entw. der Unke, Leipzig, 1875.
- HABERFELD. — Die Rachendachhypophyse, *Ziegler's Beiträge*, juin 1909.
— Zur Histologie des Hinterlappens der Hypophyse, *Anat. Anz.*, Bd. XXXV, n° 4, sept. 1909.
- HALLER (B.). — Untersuchungen über die Hypophyse und die Infundibularorgane, *Morphol. Jahrbuch*, Bd. XXV, 1898.
- KRAUSHAAR. — Entw. der Hypophysis bei Nagethieren, *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. XLI, 1884.
- KUPFFER (C. von). — Die Deutung des Hirnanhanges, *Sitzungsb. d. Gesellschaft f. Morph. und Phys. in München*, 1894.
- LANGER. — Ueber cystische Tumoren im Bereiche des Inf. cerebri., *Zeitschrift f. Heilk.*, 1902.
- LAUNOIS (P.-E.). — *Recherches sur la glande hypophysaire de l'homme*, Thèse doct. ès sciences, Paris, 1904.
- LOTHRINGER. — Ueber die Hypophyse des Hundes, *Arch. für mikr. Anat.*, Bd. XXVIII, 1886.
- MIHALCOVICS. — Wirbelsaite und Hirnanhang, *Archiv f. mikr Anat.*, Bd. XI, 1874.
— Entw. des Gehirns. Leipzig, 1877.
- MÜLLER (W.). — Ueber Entwicklung und Bau der Hypophysis und des Processus infundibuli cerebri, *Jenaische Zeitschrift f. Med. und Naturwissensch.*, 1871.
- PENDE (N.). — L'Ipofisi faringea, la sua struttura et la sua importanza in patologia, *Riforma medica*, t. XXV, n° 34, 1910.
— Die Hypophysis pharyngea, ihre Structur und ihre pathologische Bedeutung, *Ziegler's Beiträge*, Bd. XLIX, H. 3, 1910.
- POPPI. — Tonsilla faringea e ipofisi, *Bolletino delle Scienze mediche de Bologna*, 1908.
- ROSSI (M.). — Sul lobi laterali della ipofisi, *Monitore zoologico italiano*, t. VII, 1896.
- SAINT-REMY (G.). — Recherches sur le diverticulum pharyngien de Seessel, *Archives d'anatomie microscopique*, t. I, 1897.
— Sur la signification morphologique de la poche pharyngienne de Seessel, *Soc. de Biol.*, 1897.
- SEESSEL. — Zur Entwicklungsgeschichte des Vorderdarmes, *Arch. f. Anat. und Entwickl.*, 1877.
- TOURNEUX (F.) et SOULIÉ (A.). — Sur les premiers développements de la pituitaire chez l'homme, *Soc. de Biol.*, 1^{er} oct. 1898.
- TOURNEUX (F.) et TOURNEUX (J.-P.). — Présentation d'une série de dessins concernant le développement de la base du crâne chez quelques mammifères et, en particulier, chez l'homme, avec note explicative, *Association des Anatomistes*, Lille, mars 1907.
- TOURNEUX (J.-P.). — Base cartilagineuse du crâne et organes annexes, *Thèse*, Toulouse, 5 avril 1911.
- TOURNEUX (F.) et TOURNEUX (J.-P.). — Base cartilagineuse du crâne et segment basilaire de la corde dorsale, *Journal de l'Anatomie*, XLVIII^e année, n° 1, 1912.
- WEBER (A.). — Observations sur les premières phases du développement de l'hypophyse chez les Cheiroptères, *Bibliogr. anat.*, 1898.

2° Canal cranio-pharyngien, canaux basilaires.

- ARAÏ (Harujiro). — Der Inhalt des Canalis craniopharyngeus, *Anat. Hefte*, Bd. XXXIII, 1907.
- BALLI (Ruggero). — Sur la fréquence du Canalis basilaris medianus occipitalis (Gruber) chez les criminels, *Bibliogr. Anat.*, t. XVI, 1907.

- CALORI (L.). — Su varie particolarità osteologiche della base del cranio umano, *Memorie della R. Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna*, série 5, t. II, p. 287, 1892.
- Sopra alcuni notabili dell' osso sfenoide e della porzione basilare dell' osso occipitale, *Memorie della R. Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna*, série 5, t. II, p. 773, 1892.
- Sopra un notevole aumento numerico dei forami e canali emissarii del cranio umano, *Memorie della R. Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna*, série 5, t. V, 1895.
- CASELLI. — Sulla permanenza del canale cranio-faringeo nell' uomo. *Riv. sperimentale di freniatria*, vol. XXVI, fasc. 2-3, 1900, et *Arch. Italiano per le malattie nerv. e ment.*, 1900.
- d'URSO (Angelo). — Sul significato morfologico del canale basilare mediano, *Anat. Anz.*, Bd. XXXV, 1910.
- CITELLI. — L'hypophyse pharyngée dans la première et la deuxième enfance, *Annales maladies oreille, larynx, nez, pharynx*, nov. 1910.
- DURSY. — Zur Entwicklungsgeschichte des Kopfes, Tübingen, 1869.
- ESCAT. — *Évolutions et transformations anatomiques de la cavité naso-pharyngienne*, Thèse, Paris, 1894.
- FUSARI (R.). — Delle principali varietà presentate dalle ossa del tronco e della testa esistenti nel Museo Anatomico della R. Univ. di Messina, *Sicilia Medica*, anno I, fasc. 4, p. 48, 1889.
- Delle principali varietà ed anomalie presentate dalle ossa della testa e del tronco esistenti nel Museo, Anatomico della Università di Ferrara, *Memor. dell' Accad. Medico-Chirurg. di Ferrara*, 1891.
- GRUBER (W.). — Ueber den anomalen Canalis basilaris medianus des Os occipitale beim Menschen, *Mémoires de l'Acad. Imp. des Sciences de Saint-Petersbourg*, série 7, t. XXVII, n° 9, 1880.
- Beobachtungen aus der menschlichen und vergleichenden Anatomie, Berlin, 1889.
- HABERFELD. — Die Rachendachhypophyse, *Ziegler's Beiträge*, juin 1909.
- KILLIAN. — Ueber die Bursa und Tonsilla pharyngea, *Morph. Jahrbuch*, 1888.
- KOLLMANN (J.). — Der canalis cranio-pharyngeus, *Anat. Gesellsch.*, Iéna, 1904.
- KRAUSE. — Spezielle und makroskopische Anatomie, Bd. III, 1879.
- KULISCHER. — Ein Fall Hirnbruch durch das Schädelgewölbe und den Schädelgrund, *Beiträge zur Anatomie und Histologie*, von Landzert, Heft II, 1878.
- LANDZERT. — Ueber den Canalis cranio-pharyngeus am Schädel des Neugeborenen, *Medicinisches Zeitschrift*, Saint-Petersbourg, 1868.
- LAUNOIS (P.-E.). — *Recherches sur la glande hypophysaire de l'homme*, Thèse doct. ès sciences, Paris, 1904.
- LE DOUBLE (A.-F.). — Le canal cranio-pharyngien, hypophysaire ou pituitaire de l'homme, *Bull. et Mém. Soc. d'Anthropologie*, série 5, t. IV, f. 1. Paris, 1903.
- *Traité des Variations des os du crâne de l'homme*. Paris, 1903.
- LUSCHKA. — Der Hirnanhang und die Steissdrüse des Menschen, Berlin, 1860.
- MAGGI. — Intorno al canale cranio-faringeo in alcuni roscicanti, *Reale Istituto Lombardo di scienze e lettere. Rendiconti*, série 2, vol. XXIII, 1890.
- Il canale cranio-faringeo negli antropoidi, *Arch. per l'Antrop.*, 1891.
- Il canale cranio-faringeo negli ittiosauri omologo a quello dell' uomo ed' altri mammiferi, *Real. Ist. Lomb. Rendiconti*, série 2, vol. XXI, 1898.
- PARAVICINI (G.). — Fori e canali del basioccipitale nei 296 crani del Manicomio di Milano in Mombello, *Rend. Istit. Lombardo di Sc. et Lett.*, série 2, vol. XXXVI, f. 9, p. 480, 1903.
- PARKER et BETTANY. — *The Morphologie of the Skull*, 1877.
- PERNA (Giovanni). — Sul canale basilare mediano e sul significato della fossetta faringea dell' osso occipitale, *Anatomischer Anzeiger*, Bd. XVIII, 1906.
- RIZZO. — Canale cranio-faringeo nell' cranio umano, *Monitore Zoolog. Ital.*, n° 8, 1901.
- ROMITI (G.). — Canale basilare mediano dell' osso occipitale, *Verbali della Soc. Tosc. di Scienze naturali*, Pisa, 1881.

- ROMITI (G.). — Lo sviluppo e le varietà dell' osso occipitale nell' uomo, *Atti della R. Accademia dei Fisiocritici di Siena*, série III, vol. III, 1882.
- Sopra il canale crania-faringeo nell' uomo e sopra la tasca ipofisaria o tasca di Rathke, *Atti della società Toscana di scienze naturali*, vol. VII, 1886.
- Annunzio di alcune ricerche anatomiche. I Aggiunta alla mia Monografia sullo sviluppo e varietà dell' occipitale umano, *Bolletino della Società tra i cultori Science Mediche en Siena*, série 4, f. 5, p. 161, 1886.
- ROSSI (W.). — Il canale cranio-faringeo e la fossetta faringea, *Monit. Zool. ital.* 1891.
- SCHALINGHAUFEN (Otto). — Ein Canalis cranio-pharyngeus persistens an einem Menschenschädel und sein Vorkommen bei den Anthropoiden, *Anat. Anz.*, Bd. XXX, 1907.
- SOKOLOV (P.). — Der Canalis cranio-pharyngeus, *Archiv. für Anatomie und Entwicklungsgeschichte*, 1904.
- STADERINI (R.). — Il canale basilare mediano e il suo significato morfologico, *Monit. Zool. Ital.*, anno 11, n° 4, p. 131, 1900.
- STERNBERG. — Ein bisher nicht beschriebener Canal im Keilbein des Menschen und mancher Säugethiere, *Archiv. f. Anat. und Entwickl.*, 1890.
- SUCHANNEK. — Ein Fall von Persistens des Hypophysenganges, *Anat. Anz.*, 1887.
- VAN BEMMELEN. — *Zoolog. Anzeiger*, 1877 et 1886.
- VARAGLIA E SILVA. — Note anatomiche e antropologiche sopra 60 crani e 42 encefali di donne criminali italiane, *Arch. Psych. e Sc. penali*, vol. VI, p. 480, 1885.
- VIRCHOW. — Untersuchungen über die Entwicklung des Schädelgrundes, Berlin, 1857.

PROBLÈMES CYTOLOGIQUES GÉNÉRAUX

SOULÈVÉS PAR L'ÉTUDE DES CELLULES MUSCULAIRES

Par **A. PRENANT**

(Suite ¹.)

II

Distinction histophysiologique des muscles riches et pauvres en sarcoplasme.

L'importance du sarcoplasma varie beaucoup selon les espèces animales. Il suffit, pour s'en faire une idée, de comparer entre eux les muscles de la paroi du corps des Nématodes, où le sarcoplasme s'accumule en une vaste poche qui déborde la fibre musculaire, et les muscles squelettiques ordinaires des Vertébrés, dans lesquels il est réduit à quelques amas entourant les noyaux et à des tractus minces se glissant entre les colonnettes. Il y a donc, selon les muscles et les espèces, un rapport de masse variable entre le sarcoplasme et les fibrilles : voilà pour le point de vue morphologique. Les divers muscles fonctionnent donc dans une situation d'équilibre variable qui dépend de la proportion variable du sarcoplasme et des fibrilles : voilà pour le point de vue physiologique. Ces deux points de vue seront tour à tour examinés.

1. Voir le *Journal de l'Anatomie*, n° de septembre-octobre et novembre-décembre 1911, et mars-avril 1912.

I. — COMPARAISON MORPHOLOGIQUE DES FIBRES RICHES ET PAUVRES
EN SARCOPLASME.

D'après ce qui précède, il y a lieu de distinguer morphologiquement deux catégories de fibres musculaires, suivant l'abondance du sarcoplasme : les « fibres riches en sarcoplasme » (*protoplasma-reiche Fasern*), les « fibres pauvres en sarcoplasme » (*protoplasma-arme Fasern*). La distinction a été faite, au point de vue structural, par Grützner et par Knoll, les premiers. Mais avant qu'on reconnût sous le microscope la différence histologique qui sépare les deux catégories, on avait déjà observé à l'œil nu des différences d'aspect et de couleur, auxquelles correspond plus ou moins exactement la distinction structurale.

Nous procéderons dans l'étude comparative des muscles riches et pauvres en sarcoplasme de la même façon que nous avons fait pour celle des muscles lisses et striés. Nous examinerons donc successivement :

1° L'état riche ou pauvre en sarcoplasme selon les espèces animales;

2° L'état riche ou pauvre en sarcoplasme selon les muscles chez une même espèce;

3° L'état riche ou pauvre en sarcoplasme dans le même muscle, mais examiné chez des espèces différentes;

4° L'état riche ou pauvre en sarcoplasme dans le même muscle, mais examiné à des époques ou dans des circonstances différentes.

1° *Le sarcoplasme selon les espèces animales.*

Il n'est pas besoin d'insister longuement sur ce premier point.

Dans certains groupes de la série animale, le sarcoplasme est en général extrêmement abondant, par exemple chez les Vers, parmi lesquels les Hirudinées ont des fibres cylindriques possédant une épaisse colonne sarcoplasmique centrale, et parmi lesquels surtout

les Nématodes se distinguent par l'énorme développement de la partie sarcoplasmique de la fibre musculaire (fig. 1). La musculature du corps est en général pauvre en sarcoplasme chez les Vertébrés. Parmi ceux-ci, certains groupes font cependant exception : par exemple il résulte des recherches de Rollett (1889) que chez les Chiroptères, toute la musculature est riche en sarcoplasme et que les contractions se font avec une grande lenteur. En étudiant comparativement les mêmes muscles (masséter, pariétal superficiel) chez des espèces très voisines (Cheval, Bœuf, Mouton, Porc) Warringsholz (1903) a trouvé la quantité de sarcoplasme différente, plus abondante chez le Bœuf et le Mouton que chez le Cheval et le Porc; la coupe transversale des fibres offrait dans le premier cas la *Säulchenfelderung*, dans le second la *Fibrillenfelderung*.

2° *Le sarcoplasme selon les muscles chez une même espèce.*

Une même espèce animale peut présenter des muscles très différents d'aspect et de structure intime, bien que ces muscles appartiennent au même système général de la musculature. La différence structurale visée ici

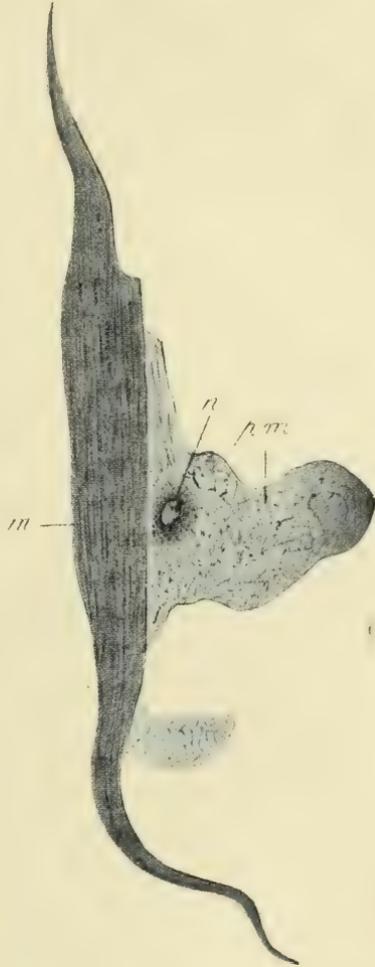


Fig. 1. — *Fibre musculaire de la paroi du corps d'Ascaris megalcephala.* — *m*, masse musculaire fibrillaire contenant un axe sarcoplasmique qui se prolonge hors d'elle par un appendice sarcoplasmique énorme *pm*, logeant le noyau *n*.

n'est pas la structure lisse ou striée, dont il a été question dans le chapitre précédent, mais la richesse plus ou moins grande en sarcoplasme.

La question de la comparaison des muscles riches et pauvres en sarcoplasme existant chez un même animal a été inaugurée par les recherches de Ranvier sur les muscles rouges du Lapin (1873, 1874, 1875, 1880, 1887). On savait depuis bien longtemps avant lui que les Mammifères et notamment le Lapin possèdent deux sortes de muscles, les uns rouges, les autres blancs. L'existence de ces deux sortes a été découverte selon Ciaccio (1898) par Lorenzini dès 1678 et retrouvée par Krause (1868, 1884) qui la signale dans son *Anatomie du Lapin*. Tandis que la musculature générale est blanche chez le Lapin et le Cobaye, certains muscles tranchent par leur coloration rouge. A côté des gastrocnémiens qui sont blancs, le muscle soléaire est rouge; le demi-tendineux est rouge, enfoui dans le vaste interne qui est blanc. Au membre postérieur, Ranvier indique, comme muscles rouges : le demi-tendineux, le crural, le court adducteur, le carré crural, le soléaire; comme muscles blancs : le droit interne, le droit antérieur, le vaste interne et le vaste externe, le grand adducteur, le biceps, les jumeaux. Krause ajoute à la liste des muscles rouges du Lapin : les muscles de l'avant-bras, les muscles postérieurs de la tête, les muscles profonds du dos; chez le Lapin c'est le masséter qui est le muscle le plus coloré (Paukul, 1904). Chez d'autres rongeurs (Cobaye, Écureuil, Rat, Souris, Lièvre) les différences de coloration subsistent, quoique moins marquées (Meyer, 1875). Les muscles du Chien diffèrent entre eux par leur coloration (Grützner). Le semi-tendineux du Lièvre, dont la musculature générale est rouge, est un peu plus sombre que les adducteurs (Meyer). Chez le Chat et le Rat, le gastrocnémien, au lieu d'être blanc, comme il l'est chez le Lapin et le Cobaye, est rouge pâle et par conséquent tranche moins sur le soléaire rouge que chez ces derniers animaux; chez le Chevreuil il est brun clair, tandis que le soléaire est plus foncé et violacé (Fischer, 1908).

La coloration des muscles rouges est évidemment due à l'hémoglobine musculaire, plus abondante que dans les muscles blancs. Knoll (1891) a même voulu généraliser. La musculature riche en

protoplasme est presque partout fortement pigmentée, tandis que la musculature pauvre en protoplasme est pâle. La coloration est due aux granules colorés que contient le sarcoplasme. Il est certain par exemple que la teinte jaune brun des muscles des ailes d'Insectes, si caractérisée que ces muscles ont été appelés « muscles jaunes », est due aux grains interstitiels du sarcoplasme. Mais nous savons d'autre part que l'hémoglobine ou plutôt les dérivées hématisques du muscle siègent dans les fibrilles, comme on l'a vu au chapitre V d'après les recherches spectroscopiques de Vlès. Lehmann (1903) a publié sur la question de l'hémoglobine musculaire un travail en collaboration avec plusieurs de ses élèves. Les résultats principaux de ses recherches sont les suivants : la quantité d'hémoglobine est beaucoup plus abondante (3 à 4 fois) dans la viande rouge du Bœuf que dans la viande blanche de Veau, plus abondante aussi dans les muscles rouges que dans les muscles blancs du Lapin; elle est très faible dans les muscles striés des animaux à sang froid et dans les muscles lisses des Vertébrés. La conclusion générale est que la proportion d'hémoglobine est d'autant plus grande que le muscle travaille plus activement. Comme les muscles riches en sarcoplasme (muscles rouges) contiennent plus d'hémoglobine que les muscles blancs, on pourrait en conclure aussi (bien que Lehmann ne le dise pas) que l'hémoglobine siège, au moins en partie, dans le sarcoplasme (contrairement aux données de Vlès).

Ranvier (1873) observa le premier qu'à la différence de teinte correspondent des différences structurales : les muscles rouges sont plus riches en protoplasme que les blancs ; les noyaux musculaires y sont autrement répartis que dans ceux-ci ; les vaisseaux sanguins présentent dans les muscles rouges des dispositions particulières. Mais c'est surtout au point de vue physiologique que se distinguent les deux espèces de muscles. La contraction des muscles rouges en effet, au lieu de se faire tout à coup et de se décomposer par le courant induit en autant de secousses distinctes qu'il y a d'inter-rptions, s'établit lentement et se poursuit progressivement et sans secousses jusqu'au tétanos. Des muscles striés donc, selon qu'ils sont rouges ou qu'ils sont blancs, peuvent présenter des modalités différentes de la contraction ; elle est brusque et rapide dans les

muscles blancs tels que le gastrocnémien du Lapin, elle est lente et progressive dans les muscles rouges tels que le soléaire du même animal.

La distinction physiologique des muscles blancs et rouges a été confirmée par plusieurs auteurs (E. Meyer, 1875, Arloing et Lavocat, 1875, Rollett, 1889, Paukul, 1904, Fischer, 1908), pour le Lapin et d'autres Mammifères, et, comme on le verra ci-dessous, étendue aussi à beaucoup d'autres animaux.

Les deux sortes de muscles physiologiques distinctes, les muscles rapides et les muscles lents, peuvent se retrouver en effet avec des réactions identiques chez d'autres animaux, sans que les deux muscles se différencient nécessairement par leur coloration.

Si l'on excite une Raie, on voit la nageoire latérale se soulever tout d'un coup sous l'action de la brusque contraction réflexe des muscles blancs. Ceux-ci se détendent subitement, dès que l'excitation a cessé; mais la nageoire, au lieu de retomber tout d'un coup, revient graduellement et avec une grande lenteur à sa situation première, parce qu'elle est soutenue par des bandelettes musculaires rouges, dont la décontraction ne s'opère que peu à peu, régularisant ainsi le mouvement de descente de l'organe natatoire (Ranvier, 1873). Il en est chez la Torpille comme chez la Raie.

Chez d'autres espèces, la distinction n'est plus possible, à la simple vue, mais persiste physiologiquement avec les mêmes caractères. Ainsi chez l'Hippocampe, toutes les masses musculaires sont pâles et translucides. Mais tandis que les muscles moteurs de la nageoire dorsale vibrent avec rapidité pendant la nage, et donnent la réaction électrique des muscles à contraction brusque, les muscles du corps agissent à la manière des muscles rouges du Lapin. Ainsi s'expliquent la lenteur et la souplesse avec laquelle s'exécutent les mouvements du corps de l'animal, étrangers au mécanisme de la natation (Ranvier, 1874). De nouveaux exemples des deux catégories musculaires, coexistant dans une même espèce animale, vinrent s'ajouter à l'exemple classique des muscles du Lapin et aux autres cas connus. Chez la Grenouille, tous les muscles paraissent blancs et d'une structure analogue; tous semblent doués de la contraction brusque; on indique cependant, pour celui de la langue,

qu'il se contracte lentement et progressivement, et que sa décontraction est lente et graduelle. Les muscles de la colonne vertébrale et ceux des extrémités diffèrent, chez *Cistudo europæa*, par la coloration et la structure; à ces différences morphologiques correspondent des différences dans le mode de contraction (Knoll, 1889, 1891).

On a naturellement cherché à rapporter la différence physiologique des deux sortes de muscles à une différence structurale. Ranvier avait indiqué comme caractères histologiques différentiels des muscles rouges et des muscles blancs : l'abondance plus grande du protoplasma dans les premiers; la situation des noyaux, périphérique dans les muscles blancs, centrale dans les rouges; certaines dispositions des capillaires sanguins propres aux muscles rouges. Nous n'avons à nous occuper, dans cet article, que du premier de ces caractères. C'est d'ailleurs le seul dont la réelle valeur distinctive ait été reconnue, non sans réserves toutefois.

On a admis généralement, à la suite des travaux de Ranvier, Meyer, Knoll et d'autres, que les muscles rouges se distinguent des muscles blancs par une grande quantité de sarcoplasme, que les fibres des premiers, sont des « fibres riches en sarcoplasme », celles des seconds des « fibres pauvres en sarcoplasme ». Cependant, Meyer, tout en confirmant essentiellement les données de Ranvier, ne put retrouver dans les muscles rouges du Lapin tous les caractères structuraux observés par Ranvier. Il constata que d'autres muscles que le demi-tendineux, par exemple le fléchisseur commun des doigts et le masséter du Lapin, bien que rouges, n'ont pas la structure du demi-tendineux et sont histologiquement semblables aux muscles blancs. D'autres muscles de Rongeurs ne s'écartent pas de la structure habituelle, quoiqu'ils soient rouges. Schiefferdecker (1903) n'a pas admis que le sarcoplasme fut plus abondant dans les muscles rouges que dans les blancs. Knoll (1889) fit à cet égard des réserves; il ne trouva pas la quantité de sarcoplasme toujours en proportion avec l'intensité de la coloration rouge et constata que le sarcoplasme était peu différent dans le soléaire et dans le grand adducteur du Lapin. Il fit aussi remarquer que la coloration et l'abondance du sarcoplasme ne s'accompagnent pas toujours de la lenteur de la

contraction; car il observa que la musculature blanche de la Tortue n'est pas plus active que la rouge, et il releva l'exception impressionnante des muscles des ailes des Insectes, dont le sarcoplasme est aussi abondant que leur activité et leur rapidité sont extraordinaires.

La proportion du sarcoplasme s'apprécie le mieux sur les coupes transversales, où elle donne lieu à deux aspects bien différents, selon qu'il s'agit de fibres riches ou pauvres en sarcoplasme. La différence, très marquée si l'on a sous les yeux des muscles très éloignés l'un de l'autre par leur structure générale, est encore très frappante si l'on compare deux muscles voisins d'un même animal, l'un rouge et l'autre blanc. Dans le premier cas d'importantes cloisons de sarcoplasme séparent les colonnettes les unes des autres et les réunissent en fascicules; on a l'aspect connu sous le nom de *Säulchenfelderung* (champ colonnaire). Dans le second cas, de très minces colonnettes, analogues à des fibrilles, sont étroitement juxtaposées, séparées par des trabécules sarcoplasmiques délicates; c'est l'aspect dit *Fibrillenfelderung* (champ fibrillaire). On trouvera dans Paukul (1904) deux figures représentant la coupe d'une fibre du soléaire (muscle rouge) et du tibial antérieur (muscle blanc) du Lapin; elles donnent une image saisissante de la différence des deux coupes transversales.

A part les réserves et les doutes exprimés plus haut, on peut dire que, dans l'ensemble, la distinction histologique fondée sur le sarcoplasma se superpose assez exactement à la différence de coloration et à la différence de réaction physiologique. Les muscles rouges, riches en sarcoplasme, sont des muscles lents; les muscles blancs, pauvres en sarcoplasme, sont des muscles rapides.

Aussi Knoll (1889, 1891) a-t-il pu conclure, d'une revue générale de la musculature dans toute la série animale, que partout coexistent deux sortes de muscles, histologiquement et physiologiquement différents, les muscles riches et les muscles pauvres en sarcoplasme et établir cette distinction en face de la distinction seule jusqu'alors reconnue des muscles striés et des muscles lisses.

Il n'est pour ainsi dire pas de groupe de la série animale où l'on ne rencontre les deux catégories de muscles: par exemple, Gasté-

ropodes, Céphalopodes, Crustacés, Insectes, Vertébrés, etc. (Knoll). Doivent être considérés comme muscles à sarcoplasme abondant : les muscles de la mâchoire des Mollusques où prédominent les fibres richement sarcoplasmiques; les muscles masticateurs des Poissons, Reptiles, Mammifères; les muscles respiratoires des Amphibiens, Reptiles, Mammifères; les muscles de l'œil des mêmes animaux; les muscles thoraciques des Oiseaux (Biedermann, 1876); les muscles de la ligne latérale et les muscles des nageoires des Poissons (Mitrophanow, 1887, Ranvier, Stirling, 1891), les muscles des ailes des Insectes; les muscles du pédoncule des Cirrhi-pèdes, etc. Dans ces divers groupes, le reste de la musculature est très généralement formé de fibres pauvres en sarcoplasme.

Bien plus, Grützner 1883, 1884, 1886, et Knoll, 1891, en étudiant comparativement les fibres constitutives d'un même muscle constatarent qu'il existait dans la plupart des muscles (des Batraciens, de la Tortue, des Oiseaux, des Mammifères, de l'Homme) deux catégories de fibres que distinguait l'aspect de la coupe transversale, produit lui-même par la proportion relative du sarcoplasme et des fibrilles. Ranvier, en 1873, et Krause avaient noté déjà la présence dans les adducteurs du Lapin de fibres blanches (c'est-à-dire ayant les caractères histologiques des muscles blancs) et de fibres rouges (histologiquement semblables à celles des muscles rouges). De ces fibres qui coexistent dans un même muscle les unes, dans lesquelles le sarcoplasme est peu abondant, sont claires (*helle Fasern*); elles sont aussi plus larges. Les autres, où la quantité de sarcoplasme est considérable, sont foncées et troubles (*dunkele, trübe Fasern*), et leur calibre est plus petit. Les différences qui séparent les deux ordres de fibres étant de même nature que celles qui distinguent les muscles blancs et les muscles rouges, on désigna aussi par extension les fibres claires sous le nom de fibres blanches, et les fibres troubles sous celui de fibres rouges (*weisse und rothe Fasern*). Aucun muscle, sauf le cœur et quelques autres, ne renferme des fibres d'une seule catégorie; mais il y a un mélange des deux espèces de fibres en proportion variable selon les muscles. Chez la Grenouille, il existe dans la plupart des muscles deux sortes de fibres : les unes plus épaisses et claires (grosses fibres),

les autres plus fines et foncées (petites fibres) (Grützner). Bonhöffer (1890) confirma cette distinction de deux espèces de fibres. Mais Krause (1888) l'expliqua par une différence d'âge des fibres, les petites fibres étant le moins développées. Chez l'Homme, la distinction des deux sortes de fibres musculaires, déjà indiquée par Grützner, fut confirmée par Arnold (1886), Mitrophanow (1886, 1887), Mayeda (1890), par Schaffer (1893) qui examina un très grand nombre de muscles, par Ewald (1910) et par d'autres (fig. 2).

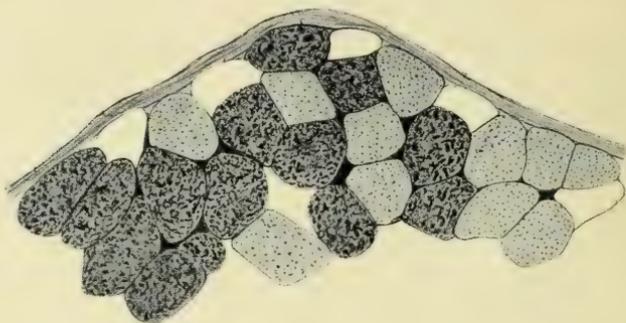


Fig. 2. — Coupe transversale d'un faisceau du muscle trapèze de l'Homme au voisinage de son insertion scapulaire (fibres troubles et fibres claires), d'après Schaffer.

Knoblauch (cité par Ewald) voulut même utiliser la distinction des deux sortes de fibres comme base pathogénique et arriva à cette idée que la myosthénie est due à la transformation des fibres troubles et la myotonie à celle des fibres claires. Presque tous les muscles de l'Homme sain, examinés par Schaffer, contenaient à la fois des fibres pâles et des fibres troubles. La proportion des deux catégories de fibres était d'ailleurs soumise, pour un même muscle, à de fortes variations individuelles.

L'assimilation des fibres claires aux fibres des muscles blancs, des fibres troubles aux fibres des muscles rouges est exacte en général. Cependant Knoll (1889) a fait à cet égard certaines réserves. S'il existe surtout des fibres troubles dans les muscles rouges et des fibres claires dans les muscles blancs, l'opacité des fibres n'est pas en rapport direct avec l'intensité de la coloration. Le soléaire du Lapin, qui est très rouge, se distingue peu par l'aspect sombre de ses fibres du grand adducteur, qui est blanc.

En admettant l'identité des fibres isolées, claires et troubles, qu'on trouve dans un seul et même muscle, avec celles qui composent uniquement certains muscles blancs et certains muscles rouges, on peut partager, selon l'observation de Knoll (1889), les animaux en deux grandes séries. Chez les Invertébrés et chez les Vertébrés jusqu'aux Oiseaux, c'est exceptionnellement que des fibres d'une même sorte, soit claires soit troubles, forment uniquement toute la masse d'un muscle ; le plus souvent les deux espèces de fibres sont mélangées dans le même muscle. Cependant chez les Cirrhipèdes, les Insectes, les Poissons, certains muscles sont exclusivement formés de fibres troubles. Chez la Grenouille, le Triton, la Tortue, les fibres sont mélangées, et la musculature blanche elle-même contient des fibres troubles en proportion variable. Dans la deuxième série, qui comprend les Oiseaux et les Mammifères, des fibres de même sorte constituent, dans la règle, chaque muscle.

3° *Le sarcoplasme dans le même muscle chez des espèces différentes.*

Non seulement les deux espèces morphologiques et physiologiques de muscles et même de fibres musculaires se rencontrent chez le même animal et même dans le même muscle, mais encore si l'on compare des muscles homologues chez deux espèces vivant dans des conditions différentes et accomplissant des mouvements différents, on trouve que les muscles reproduisent soit l'un soit l'autre type. E. Meyer (1875) a comparé à cet égard la musculature des animaux sauvages et des animaux domestiques et a constaté des différences ; Krause (1884), Knoll (1891) et Lelièvre et Retterer (1909) ont confirmé la distinction. Les muscles des animaux domestiques sont généralement blancs, tandis que chez les individus sauvages la musculature est rouge ; si l'on compare le Cochon sauvage au Cochon domestique, la Poule domestique au Coq de bruyère, on trouve que les mêmes muscles qui sont rouges chez les uns sont devenus blancs chez les autres. Les muscles des membres, comparés chez les animaux sauvages et chez les animaux

domestiques, sont bien plus riches en sarcoplasme chez les premiers (Meyer, Knoll). La couleur pâle des muscles chez les animaux domestiques serait due à un travail musculaire moins actif; la domestication produirait la teinte blanche en diminuant les mouvements (Meyer, Lelièvre et Retterer); ne conserveraient leur couleur rouge chez les animaux domestiques que les muscles qui fonctionneraient aussi activement qu'à l'état sauvage (Meyer). Cette assertion n'a tout au moins pas une valeur générale, d'après Ranvier (1880); car le Lapin de garenne et le Lapin domestique ne diffèrent pas à cet égard; par contre chez le Lièvre, dont tous les muscles sont rouges, le demi-tendineux et la soléaire ont seuls les caractères histologiques des muscles rouges du Lapin (Ranvier, 1887). Knoll (1891) a ajouté d'autres exemples en faveur de l'influence exercée par l'activité musculaire sur la couleur et la structure des muscles. Il remarqua que les muscles des ailes des Oiseaux bons voiliers sont rouges et riches en protoplasme; ils sont au contraire blancs et pauvres en protoplasme chez les mauvais voiliers et surtout chez ceux qui, comme les Gallinacés, ne volent que peu ou point. Chez ces derniers, qui courent et volent très peu, ce sont les muscles des pattes qui sont rouges.

Il est rare qu'un muscle conserve le même caractère morphologique et physiologique dans une grande étendue de la série animale. C'est néanmoins le cas du cœur, qui n'est pas seulement habituellement un muscle strié, mais qui est aussi un muscle riche en sarcoplasme et rouge, en même temps qu'il se distingue partout par l'énorme travail qu'il fournit et par certains caractères physiologiques. Aussi le myocarde est-il un muscle trouble et coloré, même chez les espèces où la musculature du corps est claire et blanche: ainsi chez les Céphalopodes où il est très granuleux et trouble, chez les Cirrhipèdes où il est opaque et brun jaunâtre (Knoll 1889). D'une façon plus limitée, les muscles de la ligne latérale des Poissons osseux sont rouges et troubles. De même, la masse bucco-pharyngienne des Mollusques Gastéropodes (*Halotis* par exemple) et des Amphineures (*Chiton*), en même temps qu'elle est généralement striée, est aussi fortement colorée en rouge (Knoll).

4° *Le sarcoplasma d'un même muscle examiné à des époques et dans des circonstances différentes.*

L'âge influe nettement sur la couleur des muscles; la viande blanche de l'Agneau et du Veau devient rouge chez le Mouton et le Bœuf.

Si l'on compare les muscles de l'embryon et ceux de l'adulte, on

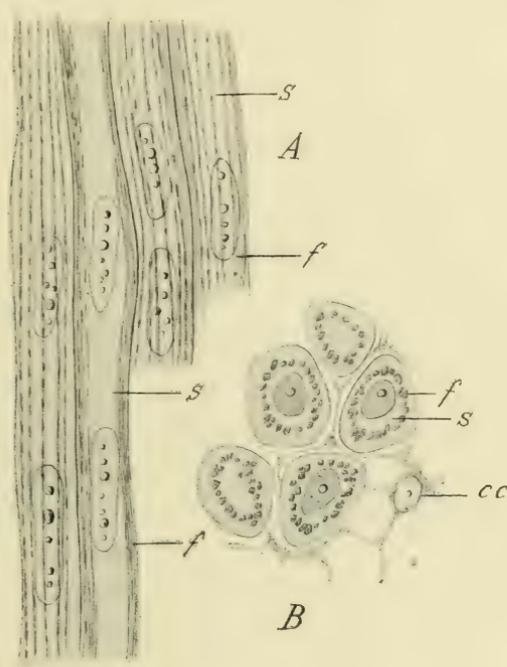


Fig. 3. — *Fibres musculaires d'un embryon d'Anguis fragilis.* — A, en coupe longitudinale; B, en coupe transversale. — f, fibrilles musculaires; s, sarcoplasme; cc, cellule conjonctive.

voit que la proportion du sarcoplasme y est bien différente. Dans les premiers une épaisse colonne sarcoplasmique et nucléée est entourée par un mince manteau fibrillaire (fig. 3). Dans les seconds, le sarcoplasme est réduit à quelques amas périnucléaires (corpuscules musculaires) et aux trabécules interstitielles qui séparent les colonnettes. On verra plus loin qu'à ces différences structurales

correspondent des caractères particuliers de la contraction dans les muscles embryonnaires, caractères que les recherches de Fano et Bodano (1889), Bottazzi (1896, 1897), Weiss (1899) ont fait ressortir.

D'autre part, la comparaison des muscles sains et des muscles pathologiquement altérés apprend que dans la plupart des cas d'altération pathologique du muscle la proportion du sarcoplasme augmente considérablement. C'est ce qu'a exprimé, de façon très forte, Durante, en disant que la modification pathologique consistait essentiellement en un triomphe du sarcoplasme sur la substance fibrillaire. Il est inutile d'insister sur les réactions physiologiques particulières, distinctes de celles des muscles sains, que présentent les muscles pathologiquement altérés.

II. — COMPARAISON PHYSIOLOGIQUE DES MUSCLES RICHES ET PAUVRES EN SARCOPLASME.

Les propriétés physiologiques des muscles blancs et des muscles rouges, ou, pour parler de façon plus générale, des muscles riches et des muscles pauvres en sarcoplasme ont été étudiées comparativement par plusieurs auteurs : Ranvier, 1873, 1874, 1875, 1880, 1887, Arloing et Lavocat, 1875, Biedermann, 1876, Grützner, 1883, 1884, 1886, Fano, 1885, Fano et Badano, 1889, Fano et Bottazzi, 1889, Weiss, 1899, Paukul, 1904, Fischer, 1908 et d'autres.

Bien que n'ayant pas qualité pour traiter la question physiologique des différences entre muscles blancs et muscles rouges, il est cependant indispensable, pour la symétrie du plan de ces articles, qu'un paragraphe physiologique fasse pendant à un paragraphe histologique, et que de la confrontation des deux textes on cherche à dégager une donnée histophysiologique, c'est-à-dire une relation entre la structure et la modalité de la fonction.

Les recherches de Ranvier, de Meyer (1875), de Rollett (1889), de Grützner (1886), de Paukul (1904), ont établi que chez le Lapin les muscles blancs et les muscles rouges se distinguent sur un premier point par la forme du graphique de la contraction, qui est celui de

muscles rapides pour les muscles blancs, de muscles lents pour les muscles rouges ; dans ces derniers la secousse musculaire a une durée bien plus longue, et la période de latence est plus longue aussi. Les études faites ultérieurement, confirmant cette distinction première, l'ont établie et fait reconnaître pour classique. Cette relation entre la structure et le caractère de la contraction, si elle est exacte pour les muscles riches et pauvres en sarcoplasme, est aussi celle qu'on reconnaît classiquement entre les muscles striés et les muscles lisses, les premiers à contraction brusque et rapide, les seconds à contraction lente à s'établir et à s'effectuer. Il faudrait donc admettre qu'une même propriété, la rapidité de la contraction, peut avoir pour substratum tantôt la structure striée, tantôt la constitution faiblement sarcoplasmique. Mais alors, dans les fibres striées, très riches en sarcoplasme, telles que sont celles des muscles thoraciques d'Insectes, on devrait logiquement penser que, les deux caractères morphologiques se neutralisant, la contraction musculaire ne devrait avoir aucune qualité distinctive ; ces muscles sont cependant extrêmement rapides. On fait donc une réponse trop simpliste en disant que les muscles riches en sarcoplasme ont pour attribut physiologique la lenteur, et inversement ; en tout cas il faut limiter cette propriété aux muscles rouges et ne pas vouloir l'étendre à tous les muscles riches en sarcoplasme.

Ainsi une première distinction, reconnue pour capitale, séparerait les deux catégories de muscles ; c'est la rapidité ou la lenteur de la contraction. Il y a toutefois des observations additionnelles et même des restrictions à présenter. Knoll (1889) ne veut pas mettre ensemble, comme le fait Grützner, tous les muscles rouges et troubles, en les caractérisant par la lenteur de la contraction. Chez le Pigeon les muscles des ailes et le cœur qui battent très vite sont cependant rouges et troubles, tandis que les muscles des pattes sont rouges et clairs. Paukul (1904) a bien reconnu, en examinant les formes de la contraction dans un grand nombre de muscles rouges et blancs du Lapin, que la courbe de contraction est plus rapide en général dans ceux-ci que dans ceux-là. Mais il y a entre les muscles rouges de grandes différences ; la durée de la contraction, qui est de 1,5 seconde pour le demi-tendineux, n'est

que de 0,8 pour le soléaire et de 0,2 seulement pour le masséter qui est cependant le muscle le plus rouge, c'est-à-dire presque aussi courte dans ce dernier que dans un muscle blanc où le temps de la contraction varie de 0,1 à 0,18. Fischer (1908), tout en reconnaissant des différences physiologiques notables entre le gastrocnémien et le soléaire, a trouvé que la période de latence était à peu près la même pour les deux muscles.

Bien plus, il y a des faits qui demeurent inexplicables par la distinction des muscles suivant leur richesse en sarcoplasme et d'autres qui sont même contraires au sens de cette distinction. Ainsi, d'après Ch. Richet (1879), Retterer et Lelièvre (1909), les muscles de la pince de l'Écrevisse et ceux de la queue sont striés et blancs; les premiers sont cependant lents, les seconds rapides, sans qu'à la différence physiologique réponde une différence structurale essentielle, ni dans les fibrilles ni dans le sarcoplasme. D'après les observations de Retterer et Lelièvre toutefois, c'est la nature de la substance hyaloplasmique (sarcoplasmique) interstitielle qui produirait la différence physiologique; si les colonnettes contractiles l'emportent et que le sarcoplasme soit réduit à l'état de charpente élastique, la contraction est durable (muscles de la pince); si les colonnettes sont minces et séparées par un réseau abondant, les contractions sont rapides (muscles de la queue). L'influence du sarcoplasme s'exercerait donc dans un sens contraire à celui qu'on attendrait, d'après la donnée classique, puisque la plus grande abondance du sarcoplasme correspondrait à une contraction plus rapide. De façon analogue d'après Wörtz (cité par Paukul), le grand pectoral du Pigeon, bien que rouge, serait un muscle rapide, le troisième pectoral serait blanc et lent.

On voit donc que la relation entre le caractère morphologique de la quantité du sarcoplasme et le caractère physiologique de la rapidité de la contraction est loin d'être établie définitivement et que la relation classique ne rend pas compte de tous les faits, ainsi que Paukul (1904) se voit amené à le reconnaître¹.

1. L'imprécision de nos connaissances sur ce point est peut-être due à ce que l'on s'est jusqu'ici contenté d'une étude quantitative et grossière du sarcoplasme, sans tenir compte des variations qualitatives que peut présenter sa structure interne, et notamment sans prendre en considération les dispositions variables des mitochondries dont

Les muscles riches et pauvres en sarcoplasme s'opposent encore les uns aux autres par des caractères physiologiques autres que celui de la rapidité de la contraction. Ces caractères ont été observés par l'étude comparative des muscles blancs et rouges des animaux adultes, ainsi que par l'analyse de la contraction dans les muscles de l'embryon (Fano, 1885, Fano et Badano, 1889, Fano et Bottazzi, 1896, 1897, Weiss, 1899). Bottazzi notamment, en étudiant comparativement des muscles embryonnaires et des muscles adultes, a observé chez les premiers, qui sont plus riches en sarcoplasme, un certain nombre de propriétés physiologiques qui manquent aux autres ou y sont masquées. Il a ainsi fixé les premiers linéaments d'une étude du développement embryologique de la fonction musculaire, autrement dit d'une physiogenèse musculaire.

Il est établi que les muscles rouges et lents sont plus faciles à tétaniser (Kröneckel und Stilling, 1878); le muscle soléaire du Lapin n'exige pour entrer en tétanos que dix excitations par seconde; le gastrocnémien en demande vingt ou trente. Leur résistance à la fatigue est plus grande (Biedermann, Retzius). Ils développent une plus grande force absolue. Leur rendement, à en juger par la production de chaleur et d'acide lactique, est plus économique.

Ces propriétés, jointes à la lenteur de la contraction, leur assignent une place spéciale et un rôle bien défini à côté des muscles blancs, dans l'ensemble des mouvements exécutés par la musculature. Les muscles blancs et en général les muscles pauvres en sarcoplasme sont en effet des muscles de contraction (*Zuckungsmuskeln*); les muscles rouges et en général les muscles riches en sarcoplasme peuvent leur être opposés comme muscles de soutien (*Haltingsmuskeln*) (Arloing et Lavocat, 1875, Grützner, 1886). Dans un mouvement d'ensemble, les premiers, par leur contraction brusque et rapide, commencent le mouvement, que soutient et continue la contraction progressive et lente des autres. On se rappelle

le rôle préparatoire à la contraction est rendu aujourd'hui très vraisemblable. Aussi M. le Dr Mislavsky, professeur à l'Université de Kasan, a-t-il entrepris dans son laboratoire l'étude cytologique comparative des muscles rapides et des muscles lents d'un même animal, faite au point de vue du sarcoplasme et de ses mitochondries.

(voir chap. VI) que déjà la comparaison histophysiologique des muscles striés et des muscles lisses avait abouti à une formule analogue. Dans un complexe musculaire, tel que l'adducteur des valves de Lamellibranches ou celui des pédicellaires tridactyles des Oursins, il y avait aussi deux sortes de muscles, striés et lisses, auxquels leur comportement physiologique avait aussi permis d'assigner le rôle de muscles de contraction et de muscles de soutien.

De même, d'après la théorie de Bottazzi, sur laquelle on reviendra plus loin, la contraction du sarcoplasme, avec ses caractères de plus longue durée et de plus grande tonicité, constitue une espèce de « soutien interne » à la contraction indépendante qu'effectue la substance musculaire proprement dite. « C'est-à-dire, explique Bottazzi (1896), que quand, en conséquence d'une première excitation, a eu lieu une première contraction de la substance musculaire, il s'est déjà produit aussi un commencement de contraction dans le sarcoplasme; mais celle-ci dure beaucoup plus longtemps, de sorte qu'une seconde, une troisième excitation arriveront au muscle alors que le sarcoplasme se trouve encore en contraction, de manière à constituer le « soutien » aux contractions successives de la substance biréfringente; de là leur sommation, c'est-à-dire le tétanos et les phénomènes analoges. »

C'est en effet au sarcoplasme que Bottazzi attribue la contraction tonique des muscles; le « tétanos de la tonicité » est la manifestation d'une contraction tonique du sarcoplasme; les « oscillations du tonus » représentent dans le graphique musculaire la fonction motrice de la partie sarcoplasmique du muscle. Le tétanos rythmique, c'est-à-dire les contractions rythmiques du muscle tétanisé, observé dans les muscles riches en sarcoplasme, dans le muscle cardiaque (Engelmann, Ranvier, Bottazzi), dans les muscles alaires du Dytique et de l'Hydrophile (Schönlein), dans les muscles de la pince de l'Écrevisse (Ch. Richet) est l'œuvre du sarcoplasme.

L'automatisme, la rythmicité ont également, selon Bottazzi, le sarcoplasme pour siège unique, tandis que la substance musculaire est privée de ces deux propriétés et qu'elle est douée seulement de

la faculté de répondre par des contractions rythmiques aux excitations soit externes ou artificielles soit internes ou développées dans le sarcoplasme. Ces deux propriétés sont l'une et l'autre très marquées dans les muscles riches en sarcoplasme, comme les cellules musculaires cardiaques, les cellules musculaires lisses, les cellules musculaires embryonnaires; conformément à la théorie myogène de la contraction du cœur, elles seraient indépendantes de l'action nerveuse.

En étudiant le développement de la fonction musculaire chez l'embryon, Fano, Fano et Badano, et Weiss ont observé un nouveau caractère de la fibre musculaire embryonnaire, riche en sarcoplasme, qui doit être par conséquent attribué à ce dernier. C'est la moindre excitabilité du muscle embryonnaire. Comparant sur des cœurs d'embryons de Poulet de divers âges l'excitabilité électrique mesurée par la distance des bobines d'induction, Fano a vu qu'à 3 jours il faut un écartement de 7 pour produire une excitation, tandis qu'à 6 jours et à 12 jours il suffit d'un éloignement de 19 et de 23; il a donc pu conclure que l'excitabilité augmente parallèlement au développement, c'est-à-dire à l'accroissement de la substance musculaire. A cette différence quantitative entre muscles plus ou moins développés, Weiss en a ajouté une autre, de nature qualitative. D'après ses observations, qui ont porté sur des Batraciens, sur le Poulet et sur le Cobaye, chaque excitation produite sur le muscle, où les fibrilles ne se sont pas encore développées et où les mouvements ne peuvent être attribués qu'au sarcoplasme seul, détermine le même mouvement, qui n'a aucune relation ni avec la grandeur de l'excitation, ni avec l'endroit où elle a été produite. Une fois que les fibrilles se sont complètement développées, le muscle est excitable localement et répond par une petite secousse brève à chaque excitation; l'amplitude de la secousse croît alors avec la grandeur de l'excitation¹.

Rösner (1900), en comparant l'excitabilité électrique et mécanique des nerfs des muscles rouges et des muscles blancs chez l'animal

1. Nos connaissances actuelles sur la fibrillogenèse, établissant la très grande précocité du développement des myofibrilles, imposent à ces conclusions quelques restrictions.

adulte, a constaté que les muscles blancs étaient beaucoup plus excitables que les rouges.

Enfin, d'après Grützner (1903), les muscles rouges subissent, s'ils sont soumis à une température de 45°, la rigidité cadavérique avant les muscles blancs; mais à la température ordinaire ils résistent plus longtemps que les blancs à la rigidité.

III. — PROPRIÉTÉS PHYSIOLOGIQUES GÉNÉRALES ATTRIBUABLES AU SARCOPLASME.

On vient de voir que les muscles riches en sarcoplasme et particulièrement les muscles rouges ne se distinguaient pas seulement au point de vue morphologique des muscles pauvres en sarcoplasme, et spécialement des muscles blancs, mais encore par un certain nombre de propriétés physiologiques qui ont été sommairement analysées. Il est bien évident que la distinction physiologique des deux espèces morphologiques de muscles ne pourra être établie qu'en tant qu'on connaîtra la fonction propre ou les fonctions propres du sarcoplasma dans l'élément musculaire. Pour arriver à dégager cette fonction propre, il faut étendre la comparaison à toutes les variétés de fibres musculaires, comparer entre elles les cellules de l'embryon et celles de l'adulte, les cellules adultes des différentes espèces animales. On ne peut plus se borner non plus à considérer le sarcoplasme quantitativement, à distinguer des fibres riches et des fibres pauvres en sarcoplasme; il faut encore aujourd'hui, par une étude cytologique minutieuse, tenir compte des différences qualitatives dans la structure du sarcoplasme, dans ses mitochondries et ses enclaves. La comparaison des muscles riches et pauvres du sarcoplasme, pour être fructueuse, doit être étroitement histophysiologique, et les données de la physiologie rapportées exactement aux faits morphologiques observés. Il faut enfin et surtout être pénétré de cette idée générale, sur laquelle nous avons insisté au chapitre IV et que les résultats des recherches récentes autorisent, que le sarcoplasme n'est pas, comme on l'a trop longtemps considéré, une substance physiologiquement négligeable et simplement

trophique du muscle, tandis que les propriétés fonctionnelles positives sont attribuées à la seule substance fibrillaire.

Nous voudrions à présent, connaissant les particularités morphologiques et physiologiques qui permettent de séparer les deux catégories de cellules musculaires, dégager les propriétés générales physiologiques qu'on peut attribuer au sarcoplasme, les fonctions sarcoplasmiques.

1° C'est d'abord la fonction conductrice de l'excitation nerveuse. Ce rôle conducteur a déjà été examiné au chapitre IV, et les faits morphologiques sur lesquels on peut l'établir ont été produits alors. Pour plusieurs physiologistes, pour Fano, Bottazzi, comme auparavant pour Engelmann, le sarcoplasme est le siège de la conduction de l'excitation et non seulement des ondes lentes, mais encore des autres. Car, en annulant, par un moyen chimique, la fonction de la substance biréfringente dans un muscle strié, la conduction de l'excitation continuerait à se faire comme auparavant.

2° Il faut ensuite inscrire à l'actif du sarcoplasme sa propriété sécrétoire et, pourrait-on même dire, sa fonction glandulaire spécifique. Le protoplasma musculaire en effet, avec ses mitochondries, avec les matériaux de réserve qu'il fabrique, est la source à laquelle la fibre musculaire puise l'énergie chimique qui se transforme en travail musculaire. On ne s'étonnera donc pas de voir que les muscles doués de la plus grande activité sont précisément ceux qui sont le plus abondamment pourvus de sarcoplasme, et inversement. Les muscles pâles des animaux domestiques paraissent être des muscles atrophiés par les conditions d'existence; les mêmes muscles, chez les animaux sauvages, sont rouges et plus puissants. Le cœur, qui déploie une activité énorme, est très riche en sarcoplasme. Les muscles des ailes des Insectes, bourrés de sarcoplasme, de mitochondries et d'enclaves et cependant doués d'une activité exceptionnelle, ne sont plus une bizarrerie inexplicable. Il suit de ces exemples, qu'on pourrait multiplier aisément, que l'abondance du sarcoplasme, qui est peut-être une marque d'infériorité dans la différenciation morphologique, ne l'est plus dans le perfectionnement physiologique, et qu'il ne suffit pas de placer au premier rang comme le plus parfait physiologiquement

le muscle qui renferme le plus de substance musculaire active et le moins de ce protoplasme réputé indifférent. L'élément musculaire, qu'on doit considérer comme réalisant la perfection physiologique la plus grande, est celui dans lequel se maintient une proportionnalité harmonique entre le développement et l'activité de la substance musculaire d'une part, du sarcoplasme d'autre part, la première trouvant dans le second tous les matériaux nécessaires à sa contraction, le second n'en produisant pas plus que la première n'en peut utiliser. Il est tout aussi exagéré en somme aujourd'hui de prétendre avec Kühne que le sarcoplasme est l'unique substance contractile de l'élément musculaire, que d'affirmer, avec les classiques, que son rôle est secondaire, sinon presque nul. La fonction glandulaire du sarcoplasme à elle seule suffirait à établir l'importance de son rôle.

3° Il reste à examiner, en dernier lieu, si en outre des fonctions générales, qui lui ont été ci-dessus reconnus, il ne faut pas encore attribuer au sarcoplasme une fonction motrice propre. On vient de voir que Kühne avait sur ce point une opinion trop absolue et justement oubliée. Mais Fano et Bottazzi surtout, suggestionnés par les faits de tétanos de la tonicité, par les oscillations du tonus, et impressionnés par l'ensemble des propriétés physiologiques spéciales qui distinguent les muscles à sarcoplasme abondant, ont été amenés à développer une théorie de la fonction motrice du sarcoplasme. Il y aurait, d'après eux, deux sortes de contraction, l'une fibrillaire, l'autre sarcoplasmique. C'est à cette dernière qu'il faudrait attribuer les phénomènes tels que les oscillations du tonus. Le caractère d'un graphique musculaire serait fait de la somme et du mélange des graphiques des deux sortes de contraction. Les deux substances, sarcoplasmique et fibrillaire, dont se compose toute fibre musculaire, possèdent, d'après Bottazzi, les propriétés générales de l'irritabilité et de la contractilité. Mais la substance anisotrope fibrillaire est très excitable et exécute des mouvements rapides; le sarcoplasme est peu excitable et n'accomplit que des mouvements lents. De leur étude des mouvements des fibres lisses des Vertébrés, du Siponcle et de l'Aplysie, Bottazzi et Grünbaum (1899) ont conclu que, bien qu'il soit difficile de décider, dans le

cas du muscle lisse, quelle part revient aux fibrilles anisotropes et au sarcoplasme dans l'accomplissement des fonctions motrices, on peut dire cependant que les mouvements lents et étendus des muscles lisses dépendent des fonctions du sarcoplasme. Grützner et Biedermann pensaient trouver dans le caractère du graphique musculaire d'animaux empoisonnés par la véraltrine une preuve de la réaction sinon du sarcoplasme même, du moins des fibres plus riches en sarcoplasme; le tracé serait dû à la distinction des secousses des deux sortes de fibres inégalement riches en sarcoplasme, la secousse de l'une ne se produisant que lorsque l'autre est déjà presque terminée. Mais Carvallo et Weiss (1898, 1899), en prenant des tracés de muscles blancs purs ou de muscles rouges purs (ou réputés tels) ont cependant obtenu le tracé caractéristique, qu'ils attribuent à une modification de l'excitabilité de la fibre musculaire produite par le poison.

Joteyko (1903) adopta la théorie de la fonction sarcoplasmique motrice, qui d'après lui se manifeste dans un certain nombre de phénomènes, la contracture (Kronecker), la contraction idiomusculaire (Schiff), l'onde secondaire (Richet), le « nez » (Funke) et la double contraction des muscles empoisonnés par la véraltrine (Joteyko).

Mosso (1904) considéra la théorie de Fano et Bottazzi comme exacte, sauf qu'il admit que les oscillations du tonus étaient d'autant plus grandes que la quantité de sarcoplasme était plus considérable. Mais il expliqua ensuite (1904) les particularités du graphique musculaire imputées à la fonction propre du sarcoplasme par une autre hypothèse. Il supposa en effet, par sa théorie de la double innervation, que les mêmes fibres, alternativement et selon la nature de l'excitation qui leur est apportée tantôt par des fibres myéliniques, tantôt par des fibres sympathiques, peuvent exécuter soit une contraction rapide soit une contraction lente.

Il paraît d'ailleurs peu satisfaisant, au point de vue biologique général, de dissocier, suivant la théorie de Fano et de Bottazzi, les fonctions motrices du sarcoplasme et des fibrilles, qui forment certainement dans la fibre musculaire un tout synergique. Il pourra même sembler peu acceptable d'attribuer des fonctions véritable-

ment motrices au sarcoplasme. On peut se demander si la séparation physiologique des deux substances constitutives du muscle et de leurs fonctions est vraiment nécessaire à l'explication des particularités offertes par le myogramme de certains muscles. Ne suffit-il pas, pour les expliquer, de se rappeler, avec Grützner et d'autres auteurs, qu'aucun muscle n'est une unité, mais qu'un muscle se compose toujours de fibres rouges et de fibres blanches, et de façon plus générale de fibres riches et de fibres pauvres en sarcoplasme. Or la physiologie ne peut enregistrer que les contractions d'un muscle entier ou même d'un groupe de muscles. Le graphique de la contraction d'un muscle ou d'un ensemble musculaire est formé de la somme et de la superposition des graphiques partiels des fibres musculaires composantes; les plus riches en sarcoplasme jouent en quelque sorte leur partie propre dans ce concert et produisent les particularités du graphique. Celles-ci sont donc bien imputables au sarcoplasme, puisqu'elles sont dues aux fibres où cette substance est plus abondante. Mais elles ne sont pas l'effet de la manifestation de la contraction propre du sarcoplasme, dissociée artificiellement de celle de la substance fibrillaire. On pourrait expliquer de cette manière, sans recourir à l'hypothèse de la dissociation des fonctions motrices des fibrilles et du sarcoplasme, certains faits de l'inscription graphique de la contraction musculaire. Le « nez » de Funke, c'est-à-dire le crochet, la contraction spécifique analogue au dicrotisme du sphygmogramme, pourrait être dû à l'inscription de certaines fibres musculaires. On sait que par le terme de contraction « all or none » des fibres musculaires, on entend que la fibre musculaire répond à une excitation nerveuse, faible ou forte, par une contraction maxima; ainsi se comporte le cœur. Si les muscles squelettiques, ceux de la Grenouille par exemple, présentent des contractions submaximales, Lucas (1909) l'explique parce que les fibres étant isolées dans leur sarcolemme peuvent se comporter séparément, et certaines d'entre elles ne pas se contracter. Mais on peut aussi peut-être donner une explication de ce fait en se rappelant la diversité de nature des fibres constitutives du muscle.

S'il est difficile d'accepter la théorie de la fonction motrice du

sarcoplasme, distinguée dans chaque fibre musculaire de celle des fibrilles, la théorie du « soutien » telle que l'ont soutenue Grützner ainsi que Fano et Bottazzi, est au contraire des plus suggestives et conforme aux faits de l'observation et de l'expérience. Elle ne consiste plus à séparer, dans la réalité de la contraction et dans l'expression de son graphique, ce qui revient au sarcoplasme et à la substance fibrillaire, mais seulement à faire deux lots physiologiques des fibres musculaires, morphologiquement différentes, qui sont contenues dans tout muscle et dans tout complexe musculaire (Grützner). Dans un muscle strié du squelette d'un Vertébré, ces deux lots seront représentés par les fibres claires et les fibres foncées, par les fibres riches et par les fibres pauvres ou sarcoplasme; tel est le cas pour les muscles de la Grenouille ou d'un Mammifère. Dans un complexe musculaire, ils pourront consister, soit l'un en fibres richement et l'autre en fibres pauvrement sarcoplasmiques, soit l'un en fibres striées et l'autre en fibres lisses.

Dans chacun de ces cas, l'un des muscles fonctionnera comme muscle de contraction (*Zuckungsmuskel*), l'autre comme muscle de soutien (*Haltungsmuskel*). Un exemple du premier cas est fourni par le complexe musculaire des jumeaux, muscles blancs et rapides, et du soléaire, muscle rouge et lent; il est possible que dans le mouvement de la danseuse qui se dresse sur ses pointes, les jumeaux se contractent d'abord rapidement et que le soléaire soutienne ensuite et continue le mouvement. Comme exemple du second cas on peut citer le muscle adducteur des Lamellibranches, et le muscle adducteur des pédicellaires des Oursins, qui sont en réalité et au point de vue histophysiologique des complexes musculaires, où la partie striée agit pour produire l'occlusion rapide, que la partie lisse maintient. Il est bien probable que la musculature totale d'un animal, si elle apparaît formée anatomiquement de muscles, n'est réductible au point de vue de la structure et de la fonction, qu'à des complexes musculaires où s'associent chaque fois un ou plusieurs muscles de contraction rapide, un ou plusieurs muscles de soutien, pour produire le résultat global. La contraction lente et durable des muscles de soutien a pour substratum tantôt l'état lisse de la substance musculaire, tantôt l'abondance du sarcoplasme. Il faut

drait parler non pas de la fonction motrice du sarcoplasme, mais de la motricité particulière aux fibres plus riches en sarcoplasme.

On peut dire, en terminant, qu'au sarcoplasme répondent des propriétés déterminées de la fibre musculaire, et que les muscles à sarcoplasme abondant sont aussi ceux chez lesquels ces propriétés sont le plus développées. Mais il est encore impossible de rapporter exactement chacune de ces propriétés à une particularité structurale du sarcoplasme. La raison en est sans doute dans l'absence de recherches morphologiques suffisamment précises et véritablement qualitatives sur le sarcoplasme, portant comparativement sur différents muscles dont on connaisse les propriétés physiologiques.

Index bibliographique.

- ARLOING et LAVOCAT. — Recherches sur l'anatomie et la physiologie des muscles pâles et foncés, Toulouse, 1875.
- ARNOLD. — Ueber das Vorkommen « heller » Muskeln beim Menschen, *Festschrift d. naturhist. med. Vereins zu Heidelberg*, 1886.
- BIEDERMANN. — Zur Lehre vom Bau der quergestreiften Muskelfaser, *Sitz. d. Kais. Akad. d. Wiss. Wien*, Bd. LXXIV, 1876.
- BONHÖFFER. — Ueber einige physiologische Eigenschaften dünn- und dickfaseriger Muskeln bei Amphibien, *Arch. f. d. ges. Physiol.*, Bd. XLVII, 1890.
- BOTTAZZI. — Sur les oscillations du tonus auriculaire du cœur des batraciens avec une théorie sur la fonction du sarcoplasme dans les tissus musculaires, *Arch. ital. de Biologie*, t. XXVI, 1896. — The oscillations of the auricular tonus in the batrachian heart, with a theory on the fonction of sarcoplasma in muscular tissues, *Journ. of Physiol.*, t. XXI, 1897. — Sullo sviluppo embrionali della funzione motoria negli organi a cellule muscolari, *Dissert. inaug.*, Firenze, 1897. — Sur le développement embryonnaire de la fonction dans les organes à cellules musculaires, *Arch. ital. de Biologie*, t. XXVII, 1896. — Beiträge zur Physiologie des Sarkoplasmas. Einwirkung des Veratrin, *Arch. f. Anat. u. Phys., Phys. Abth.*
- BOTTAZZI and GRÜNBAUM. — On plain muscle, *Journ. of Physiol.*, vol. XXIV, 1899.
- CARVALLO et WEISS. — Action de la vératrine sur le muscle rouge et blanc du lapin, *C. R. Soc. Biologie*, 22 mai 1898, et *Journ. de la Physiol. et de la Pathol.*, 1899.
- CIACCIO. — La scoperta dei muscoli rossi e bianchi del coniglio rivendicata a Stefano Lorenzini, *Rendic. d. R. Accad. d. Sc. d. Istituto di Bologna*, N. S., vol. II, 1898.
- DURANTE. — Anatomie pathologique des muscles, in CORNIL et RANVIER, *Manuel d'anatomie pathologique*, 2^e édit.
- EVALD. — Helle und trübe Muskelfasern beim Menschen, *Münch. med. Wochenschrift*, Jahrg. LVII, 1910.
- FANO. — Sullo sviluppo della funzione cardiaca nell'embrione, *Lo Sperimentale*, 1885.
- FANO e BADANO. — Sulla fisiologia del cuore embrionale del pollo nei primi studi dello sviluppo, *Arch. p. le Scienze mediche*, t. XIV, 1889.
- FANO et BOTTAZZI. — Article : Cœur, in *Dictionnaire de physiologie* de CH. RICHEL, 1899.
- FISCHER. — Zur Physiologie der quergestreiften Muskeln der Säugetiere, *Arch. f. ges. Physiol.*, Bd. CXXV, 1908.

- GRÜTZNER. — Ueber physiologische Verschiedenheiten der Skelettmuskeln, *Breslauer ärztliche Zeitschrift*, n° 18, 1883. — Zur Physiologie und Histologie der Skelettmuskeln, *Ibid.*, n° 24. — Zur Muskelphysiologie, *Ibid.*, n° 1, 1886. — Zur Anatomie und Physiologie der quergestreiften Muskeln, *Recueil Zool. Suisse*, t. I, 1884. — Ueber das Asterben quergestreiften Muskeln, in erhöhter Temperatur, *Vers. Deutscher Naturf. u. Ärzte in Kassel et Naturwiss. Rundschau*, Jahrg. XVI, 1903.
- JOTEYKO. — Étude sur la contraction tonique du muscle strié et ses excitants, *Mém. de l'Acad. roy. de Méd. de Belgique*, t. XVIII, 1903.
- KNOLL. — Ueber helle und trübe, weisse und rothe quergestreifte Muskulatur, *Sitz. d. Kais. Akad. d. Wiss. Wien*, Bd. XCVIII, 1889. — Zur Lehre von der Structur- und Zuckungsverschiedenheiten der Muskelfasern, *Ibid.*, Bd. CI, 1892. — Ueber protoplasmaarme und protoplasmareiche Muskulatur, *Denkschr. d. Kais. Akad. d. Wiss. Wien*, Bd. LVIII, 1891.
- W. KRAUSE. — *Die Anatomie des Kaninchens*, Leipzig, 1868, II. Aufl. 1884. — Die Nervenendigung in den Muskeln, *Intern. Monatsschr. f. Anat. u. Phys.*, Bd. V, 1888.
- KRONECKER und STILLING. — Die Genesis des Tetanus, *Arch. f. Anat. u. Physiol., Phys. Abth.*, 1878.
- LEHMANN, WERNER, STADTFELD, MANDELBAUM, EISENLAUER und IWAHOF. — Untersuchungen über den Haemoglobingehalt der Muskeln, *Zeitschr. f. Biologie*, Bd. XLV, 1903.
- LELIÈVRE et RETTERER. — Des différences de structure des muscles rouges et blancs du lapin, *C. R. Soc. Biologie*, t. LXVI, 1909.
- LUCAS. — The « all or none » contraction of the amphibian skeletal muscle fibre, *Journ. of Physiol.*, vol. XXXVIII, 1909.
- MAYEDA. — Ueber die Kaliberverhältnisse der quergestreiften Muskelfasern, *Zeitschr. f. Biologie*, Bd. XXVII, 1890.
- E. MEYER. — Ueber rothe und blasse quergestreifte Muskeln, *Arch. f. Anat. u. Phys.*, *Phys. Abth.*, 1873.
- MITROPHANOW. — Ueber die Muskeln von *Cobitis fossilis*, *Protokolle der Sitzungen der zool. Section*, I. H, 1, 1886, Moskau, et *Mitth. d. Kais. Ges. der Freunde der Naturk., Anthropol. u. Ethnogr. an der Moskauer Univ.*, Bd. L. K. 1, 1887.
- MOSSO. — Théorie de la tonicité basée sur la double innervation des muscles striés, *Arch. ital. de Biologie*, 1904, et *Rendic. R. Accad. d. Lincei*, vol. XIII, 1904.
- PAUKUL. — Die Zuckungsformen von Kaninchenmuskeln verschiedener Farbe und Structur, *Arch. f. Anat. u. Physiol., Phys. Abth.*, 1904.
- RANVIER. — Propriétés et structures différentes des muscles rouges et des muscles blancs chez les lapins et chez les raies, *C. R. Acad. Sc.*, t. LXXVII, 1873. — De quelques faits relatifs à l'histologie et à la physiologie des muscles striés, *Arch. de Physiologie*, 1874. — Note sur les muscles de la nageoire dorsale de l'hippocampe, *Ibid.* — *Traité technique d'histologie*, Paris, 1875. — *Leçons d'anatomie générale sur le système musculaire*, Paris, 1880. — Des muscles rouges et des muscles blancs chez les rongeurs, *C. R. Acad. Sc.*, t. CIV, 1887.
- CH. RICHET. — Contribution à la physiologie des centres nerveux et des muscles de l'Ecrevisse, *Arch. de physiologie*, t. VI, 1879.
- ROLLETT. — Anatomische und physiologische Bemerkungen über die Muskeln der Fledermäuse, *Sitz. d. Kais. Akad. d. Wiss. Wien*, Bd. CII, 1889.
- RÖSNER. — Ueber die Erregbarkeit verschiedenartiger quergestreiften Muskeln, *Arch. f. ges. Physiol.*, Bd. LXXXI, 1900.
- SCHAFFER. — Beiträge zur Histologie und Histogenese der quergestreiften Muskelfasern des Menschen und einiger Wirbelthiere, *Sitz. d. Kais. Akad. d. Wiss. Wien*, Bd. CII, 1893.
- SCHIEFFERDECKER. — Beiträge zur Kenntnis der Myotonia congenita, etc., zur Kenntnis der Aktivitätshypertrophie und des normalen Muskelbaues, etc., *Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilk.*, Bd. XXV, H. I, 4, 1903.

- STIRLING. — On red and pale muscles in fishes, *Studies from the physiol. labor. of Owens College Manchester*, Bd. I, 1891.
- WACKWITZ. — Beiträge zur Histologie der Molluskenmuskulatur, speziell der Heteropoden und Pteropoden, *Zoolog. Beiträge*, Bd. III, 1891.
- WEISS. — Recherches sur les muscles de l'embryon, *Journ. de la Physiol. et de la Pathol.*, 1899.

III

**Distinction histophysiologique des muscles d'après
l'ensemble de leurs caractères.**

La distinction histophysiologique des muscles n'a eu pour base jusqu'ici, dans les deux chapitres précédents, que deux seulement des caractères morphologiques des cellules musculaires, mais les deux caractères de beaucoup les plus importants et ceux qui ont certainement les plus étroites relations avec la fonction et le plus grand retentissement sur sa modalité. Mais ces deux caractères histologiques, l'état lisse ou strié, l'abondance plus ou moins grande du sarcoplasme, ne sont pas les seuls dont on ait à tenir compte et qui puissent influencer sur le mode de réaction physiologique. Bien d'autres particularités structurales s'ajoutent à ces deux caractères principaux, pour former autant de combinaisons, dont chacune est une espèce morphologique et sans doute aussi une espèce physiologique de cellule musculaire.

Je me propose, dans ce chapitre, de passer en revue tous les caractères histologiques différentiels des éléments musculaires, en examinant surtout ceux qui n'ont pas encore été exposés, ne faisant plus que mentionner, pour les mettre dans l'ensemble de la signalétique musculaire, ceux de la striation et de la quantité de sarcoplasme. On comprend que cette revue doit être nécessairement sommaire, et que par exemple toutes les variétés de forme des cellules musculaires ne puissent être citées ici. C'est un plan d'étude que nous voulons dresser, plutôt que donner une description complète.

Les caractères des cellules musculaires, dont nous avons à nous occuper, sont les uns extérieurs et morphologiques, les autres structuraux et cytologiques.

I. — CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DIFFÉRENTIELS
DES ÉLÉMENTS MUSCULAIRES.

Les cellules musculaires diffèrent entre elles : par la forme, par la taille et le calibre, par les rapports qu'elles affectent entre elles ainsi qu'avec les éléments étrangers.

1° *Forme des éléments musculaires.*

Nous nous limiterons beaucoup sur la forme des éléments musculaires, dont la description, pour être complète, nécessiterait une foule d'exemples. La forme typique des cellules musculaires est toujours allongée, et la cellule a toujours plus ou moins la forme d'une fibre; l'allongement de la cellule est en rapport avec sa fonction de contraction. Mais cette forme allongée peut être elle-même très variable : elle est d'habitude fusiforme, cylindrique ou prismatique, mais souvent aussi les fibres sont étoilées ou ramifiées à leurs extrémités; enfin chez certains groupes de la série animale, on trouve des types tout à fait spéciaux, comme le type lamellaire.

Les fibres musculaires lisses des Vertébrés sont un bon exemple du type fusiforme. Mais le fuseau est tantôt extrêmement ténu, comme dans le muscle vésical des Batraciens, tantôt plus trapu comme dans la tunique musculaire des vaisseaux. On trouve dans ces deux cas des fibres plus ou moins régulièrement étoilées : trifides ou multifides dans la vessie de Salamandre et ressemblant alors à des cellules conjonctives (voir chap. II, fig. 12); courtes et irrégulièrement ramifiées dans la tunique musculaire des gros vaisseaux des Mammifères.

Les fibres cylindroïdes ou prismatiques sont représentées surtout par les fibres lisses de la paroi du corps chez beaucoup d'Invertébrés et par les fibres striées du squelette des Vertébrés. Les premières sont, par exemple chez les Annélides, les Hirudinées, les Echinorhynques, et chez beaucoup de Mollusques, de longs tubes,

formés d'une écorce fibrillaire contenant un axe sarcoplasmique et nucléé. Les fibres striées des muscles squelettiques des Vertébrés sont le plus souvent des éléments de dimensions gigantesques, multinucléés, de forme prismatique tronquée aux deux bouts. Il existe chez l'Amphioxus et chez les Cyclostomes un élément musculaire strié très particulier, qui représente en quelque sorte un état embryonnaire; les muscles sont en effet formés d'éléments lamelleux et aplatis, ou feuilletts musculaires, empilés les uns à côté des autres.

Les fibres musculaires sont fréquemment ramifiées. Ces fibres



Fig. 1. — Cellules musculaires ramifiées de la paroi d'un vaisseau chez une Annélide *Polyhète* (*Nereis diversicolor*), d'après Retzius.

ramifiées peuvent se trouver disséminées parmi les autres, dont elles ne sont qu'une forme modifiée et une variété accidentelle. Mais elles forment parfois des muscles entiers dont elles caractérisent le type de constitution. Des exemples de formes étoilées et ramifiées ont été signalés plus haut dans les muscles lisses des Vertébrés. Chez les Invertébrés (Annélides, Hirudinées, Mollusques), la ramification des muscles n'est plus rare. Les fibres des Annélides sont plus ou moins ramifiées à leurs extrémités (Schwalbe, 1869, Rhode, 1885); dans les vaisseaux sanguins de ces animaux les cellules musculaires peuvent entourer la paroi par leurs prolongements ramifiés (Retzius, 1891, 1895, 1905) (fig. 1). De même les fibres normalement fusiformes ou cylindriques des Hirudinées sont fréquemment ramifiées et même anastomosées, comme on le sait pour la Sangsue médicinale et comme l'ont montré Pérez et Gendre (1904) pour *Branchellion*, Louis des Arts (1909) pour *Piscicola*, Scriban (1912) chez beaucoup

d'espèces d'Hirudinées (fig. 2). Les fibres des Mollusques sont souvent pénicillées à leurs extrémités, et les pinceaux de filaments anastomosés de façon à former un réseau musculaire; chez *Pterotrachea*, Paneth (1884) signale des cellules de taille colossale, longues et aplaties, offrant à leurs deux extrémités de nombreux prolongements qui se ramifient et se perdent dans le tissu ambiant ou s'unissent aux prolongements issus des cellules

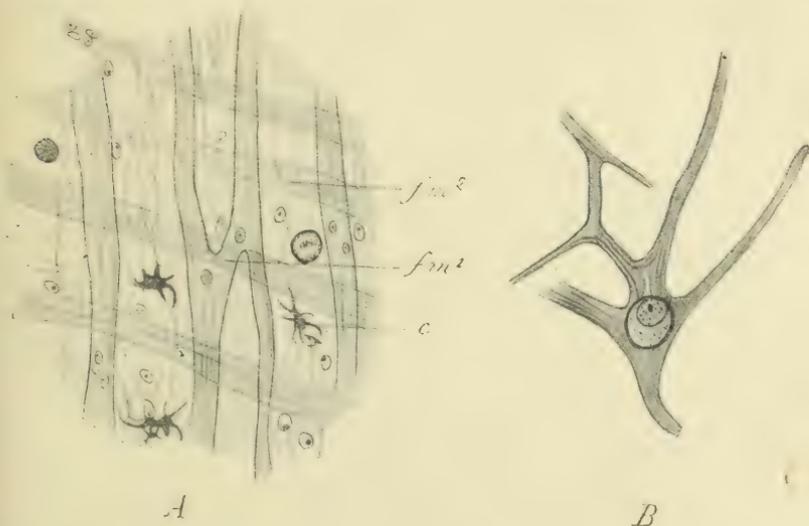


Fig. 2. — Cellules musculaires rameuses et anastomosées chez les Hirudinées d'après Scriban. — A. *Haemiclepsis tessellata*. fm^1 , fm^2 , deux plans de fibres musculaires; en fm^1 , une anastomose; c, cellules conjonctives. — B. *Glossosiphonia complanata*; fibre musculaire rameuse des parois de l'estomac,

musculaires voisines. Chez les Arthropodes, la ramification des fibres et leur anastomose sont fréquentes; Claus la signale chez *Artemia salina*, *Lernanthropus Kroyeri*. Kölliker (1889) figure dans les canaux séricigères de la chenille de *Sericaria salicis* des fibres musculaires terminées à leurs deux extrémités en une sorte de pinceau. Gruvel (1896, 1897) fait, chez les Cirrhipèdes, une catégorie spéciale des fibres musculaires striées arborescentes qui entourent l'œsophage et s'attachent par de nombreux rameaux à son épithélium. Kœhler (1888) considère comme générale, dans le manteau et le pédoncule des Cirrhipèdes, l'existence de fibres musculaires ramifiées à leurs extrémités qui s'insèrent sur l'épithélium tégumen-

taire (fig. 3). Enfin, chez les mêmes animaux, et particulièrement dans le manteau de *Conchioderma*, les auteurs ont décrit des fibres musculaires tendues normalement à la surface du manteau et attachés par leurs deux extrémités très rameuses aux deux faces épithéliales de celui-ci; mais Gruvel considère ces singuliers éléments comme des cellules conjonctives rameuses. Quant aux fibres striées des Vertébrés elles sont fréquemment ramifiées, particulièrement celles qui s'attachent à la peau et aux muqueuses. Les principales localités où ces fibres ont été signalées sont : la langue des Amphibiens, des Reptiles et des Mammifères (Corti, Kölliker,

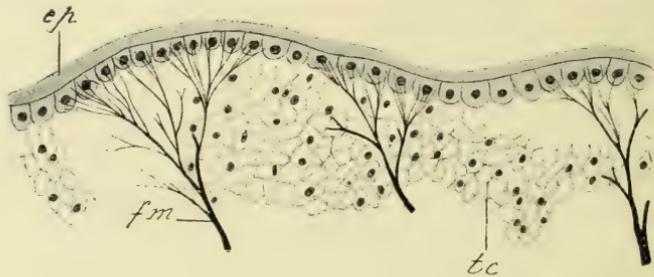


Fig. 3. — Coupe du manteau d'un Cirrhipède, d'après Köhler. *ep*, épiderme; *fm*, fibres musculaires; *tc*, tissu conjonctif.

Salter, Biesiadecki et Herzig 1858, Hoyer, Michael Freifeld-Szabadföldi, Rippman (cités par Thulin, 1908), Szamaylenko, 1903); la muqueuse labiale des Mammifères (Huxley, Podwyszowski, 1887); celle de la trompe d'Eustache du Mouton (obs. pers.); la membrane rétrolinguale de la Grenouille (Ranvier, 1890), le groin du Porc et le museau du Chien (Leydig); et aussi : la musculature du tronc chez le Cheval (Biesiadecki et Herzig, 1858); les muscles de l'œil (Tergast, 1872, Abbate, 1876); certaines fibres disséminées dans les autres muscles du corps des Oiseaux et des Mammifères (Suz. Gage, 1888, 1890). D'après cette dernière, la ramification dichotomique ou en pinceau est l'un des modes ordinaires possibles de la terminaison musculaire; les fibres ne sont du reste jamais ramifiées dès le début, et leur ramification ne se produit que plus tard à la suite de l'allongement inégal des fibrilles musculaires. Biesiadecki et Herzig, Kölliker (1889) ont même décrit dans les muscles profonds de la

langue des fibres terminées en pinceau à leurs deux extrémités.

Pour en finir avec la forme des cellules musculaires, il faut enfin rappeler l'existence des trois types que nous avons établis, en nous fondant sur les rapports du sarcoplasme et des fibrilles, différents selon les cas. Or ces rapports ont une grande influence sur la forme générale de la cellule musculaire. Dans le type axial et ses

dérivés, la figure générale de la cellule est une fibre fusiforme ou prismatique. Dans le type latéral, auquel on peut rattacher les muscles des Nématodes et les cellules épithélio-musculaires des Cœlentérés, la partie fibrillaire n'entoure qu'une portion de la cellule ou même lui est tout à fait latérale; il en résulte des formes très particulières de la cellule musculaire. Enfin dans le type extérieur, le plus singulier de tous, qui est réalisé par les muscles des Platodes et par certains muscles des Cœlentérés tels que ceux de l'om-

brelle des Méduses, on peut dire que l'isolement des fibrilles, rejetées loin du corps cellulaire et disséminées dans les tissus à l'état de rubans musculaires en apparence indépendants, a fait perdre à la cellule musculaire toute forme précise (fig. 4).

Il est superflu d'insister sur l'influence que de telles différences de forme doivent exercer sur la fonction, sans que d'ailleurs cette influence ait été déterminée.

2° Taille et calibre des éléments musculaires.

Si l'on compare entre elles des espèces animales éloignées, où le

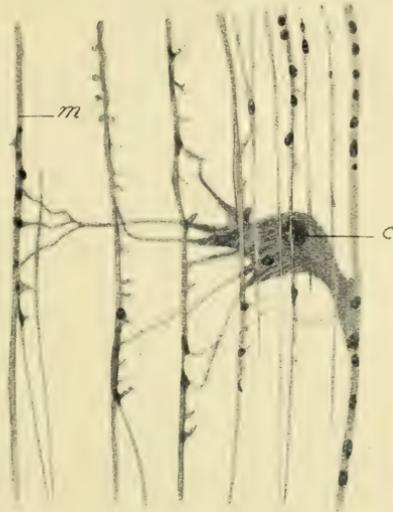


Fig. 4. — Muscles longitudinaux de *Cercariaeum* (type extérieur) d'après Bettendorf. — Le corps cellulaire *c* n'est rattaché aux colonnettes musculaires *m*, individualisées en rubans musculaires, que par des mêmes tractions sarcoplasmiques.

type de l'élément musculaire est très différent, on observe de très grands écarts dans la taille des cellules musculaires. Les fibres de la paroi du corps des Nématodes, les fibres squelettiques des Vertébrés sont de dimensions colossales; les premières ont plusieurs millimètres de longueur; les fibres du muscle couturier atteignent chez l'Homme 12 cm. de long. Certaines cellules musculaires lisses soit des Invertébrés, soit des Vertébrés, ne mesurent que quelques millièmes de millimètre.

Ce ne sont pas les différences de ces cas extrêmes qui sont intéressantes. Ce sont plutôt celles, peu considérables, qui existent cependant entre fibres musculaires de deux espèces animales voisines, de deux muscles différents d'un même animal, d'un même muscle, du même muscle examiné à des époques et dans des circonstances différentes. Ces différences ont été appréciées le plus souvent sur la coupe transversale des muscles et sont évaluées par le diamètre de la section des fibres; ce sont donc des différences de calibre (fig. 5).

A. — Examiné comparativement pour les muscles striés du squelette des Vertébrés, le calibre des fibres, qui varie de 11 à 80 μ caractérise assez bien les divers groupes. Grützner (1884), Rollett (1889), Schwalbe (1890), Schwalbe et Mayeda (1891), Mayeda (1890), Miss Claypole (1897) ont obtenu des résultats intéressants sur ce point. Schwalbe et Mayeda ont constaté que c'est chez les Poissons que les fibres striées atteignent les plus grandes dimensions, et chez les Oiseaux qu'elles sont les plus fines. D'après la formule de Claypole, les fibres musculaires sont d'autant plus grosses qu'on les examine dans des groupes plus inférieurs de la série des Vertébrés. En outre, d'après Schwalbe et Mayeda, les écarts entre les dimensions maxima et minima des fibres sont plus grands chez les Vertébrés inférieurs que chez les Mammifères et surtout les Oiseaux, où le calibre des fibres est le plus uniforme.

Bien plus, entre espèces très voisines, de Mammifères par exemple, il peut y avoir des inégalités notables de calibre, caractéristiques de chaque espèce. Selon Warringsholz (1903), le Porc, le Bœuf, le Cheval et le Mouton forment une série décroissante pour le diamètre des fibres. D'après Lelièvre et Retterer (1909) les

fibres du myocarde, chez les grands animaux comme le Cheval, dont le pouls est lent (36 à 40 pulsations) et dont la tension artérielle est forte, sont plus grosses que celles des petits animaux (Cobayes, Souris), dont le cœur bat vite (120 et 170 pulsations) et dont la tension artérielle est faible.

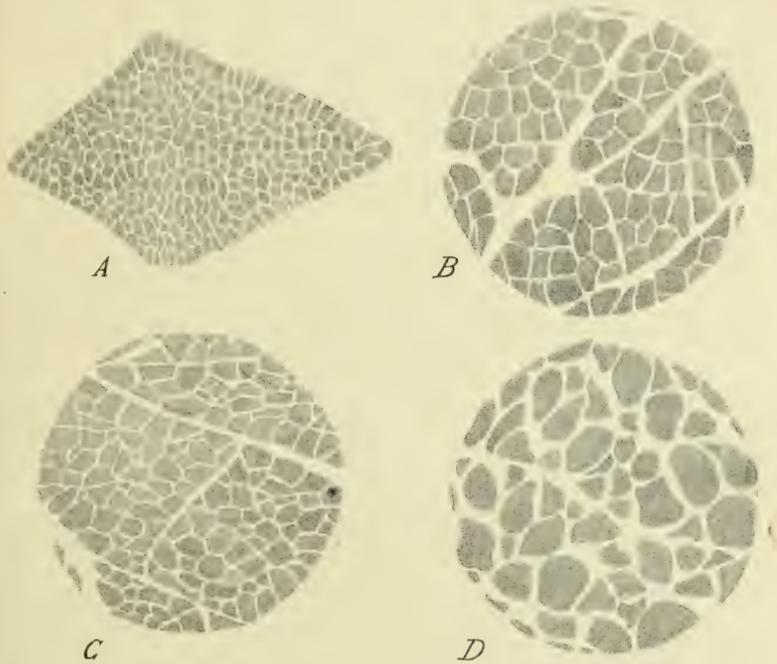


Fig. 5. — Coupes transversales de faisceaux musculaires, montrant le calibre différent des fibres musculaires chez des animaux d'espèce différente, d'après Rollett. — A. Muscle grand pectoral de *Vespertilio murinus*; fibres fines et d'égale grosseur. — B. Muscle rouge du Lapin; fibres beaucoup plus grosses que précédemment, de calibre à peu près égal, séparées par d'épais tractus conjonctifs. — C. Muscle blanc du Lapin; fibres plus grêles on général que dans le muscle rouge, de calibre inégal, séparées par d'assez faibles tractus conjonctifs. — D. Muscle gastrocnémien de Grenouille; fibres épaisses, de calibre très inégal; tissu conjonctif interstitiel très abondant. Très faible gossissement.

B. — Si l'on compare entre eux les différents muscles chez une même espèce, on constate que les muscles les plus primitifs, comme ceux du tronc, possèdent des fibres de calibre très inégal, tandis que dans les muscles hautement différenciés, comme ceux de l'œil, les fibres ont un calibre très fin en même temps que très uniforme (Schwalbe et Mayeda, Baum 1900). On a examiné comparativement, au point de vue du diamètre de leurs fibres, les muscles blancs et

les muscles rouges, dans le but d'ajouter une nouvelle différence à celles qui séparent ces deux espèces physiologiques de muscles, tant par l'aspect extérieur que par la structure. Mais les résultats obtenus n'ont pas été concordants. En général, on a admis, avec Ranvier (1873, 1874, 1880, 1887), que les fibres des muscles rouges étaient de plus petit calibre. Mais Rollett (1889) représente les fibres des muscles blancs du Lapin plus grêles au contraire et de calibre plus inégal que celles des muscles rouges (fig. 5).

Les études comparatives faites par Schwalbe et Mayeda et surtout par Schiefferdecker sur les différents muscles d'un même sujet, sur le même muscle chez des individus différents, sur le même muscle chez l'Homme sain et malade, ont abouti à cette conclusion générale que chaque muscle anatomiquement et physiologiquement distinct se caractérise aussi par le calibre de ses fibres. Schiefferdecker (1905), comparant le muscle palpébral de la paupière supérieure et celui de la paupière inférieure chez l'Homme, leur trouve une structure différente : le muscle supérieur a des fibres plus minces. Divers muscles d'un même sujet étaient spécifiés par la taille de leurs fibres et par d'autres caractères. Mais le calibre ne différencie pas nécessairement les muscles rouges et les muscles blancs (Schiefferdecker, 1903, 1909). Pour que le calibre soit différent, il faut que la fonction des deux muscles ne soit pas la même. Le soléaire et le gastrocnémien du Lapin offrent un bel exemple de cette influence particulière de la fonction sur l'épaisseur des fibres musculaires. Les deux muscles ont en effet, quoique l'un rouge et l'autre blanc, une fonction analogue, sinon identique, car ils sont synergiques. Or l'épaisseur des fibres ainsi que d'autres caractères histologiques sont les mêmes dans les deux muscles, quoique laissant encore reconnaître les différences qui séparent les muscles rouges et les muscles blancs.

D'autre part un même muscle examiné chez plusieurs sujets ne présente pas de différences, si ce muscle peut être regardé comme échappant à l'influence de l'exercice et à l'hypertrophie active, variables selon les individus. Schiefferdecker (1903) a choisi, pour en déceler les variations chez des sujets différents, un muscle qu'il considère comme neutre ou indifférent. Or les courbes obtenues

par l'assemblage des fibres d'épaisseur différente que présentait la section de chaque muscle ont été les mêmes chez les divers sujets.

De ces faits, Schiefferdecker tire les mêmes conclusions que Schwalbe et Mayeda, tout en les précisant. Le muscle normal est constitué par une pluralité tout à fait déterminée de fibres d'épaisseur différente. Si l'on construit une courbe avec les chiffres obtenus, on obtient pour cette courbe une forme caractéristique de chaque muscle. Les courbes d'un autre muscle normal, celles du même muscle mais malade sont différentes. La forme de la courbe reste la même, si même la grandeur totale des fibres, c'est-à-dire la somme des diamètres des fibres composantes diffère, quand on examine le même muscle chez des sujets distincts. Cette structure harmonique du muscle tient peut-être à ce que les fibres cherchent à atteindre lors de leurs accroissement une grandeur qui est caractéristique du muscle considéré ; une partie des fibres dépasse alors la taille moyenne, une autre partie reste en-dessous de cette taille.

C. — On sait depuis longtemps et on a vu (chap. VII) qu'il existe dans un même muscle des fibres le plus souvent différentes non pas seulement par leur structure et leur aspect, mais encore par leur calibre. Les unes riches en sarcoplasme, troubles, ont été en général trouvées de plus petit calibre ; les autres, pauvres en sarcoplasme, claires, sont généralement plus épaisses. Il en est ainsi chez la Grenouille et chez l'Homme, où dans la plupart des muscles les deux sortes de fibres, petites et grosses, coexistent en proportion variable. Mais on vient de voir que, selon Schiefferdecker, cette proportion est absolument fixée pour un muscle donné.

D. — Enfin le calibre des fibres varie selon les époques de la vie et suivant les circonstances.

Il est bien certain que les fibres deviennent plus grosses par les progrès de l'âge. Cet accroissement du diamètre des fibres, dont nous n'avons pas à nous occuper ici, a été suivi par plusieurs auteurs (Schwalbe et Mayeda, Halban (1892), Hauck (1900). D'après Schwalbe et Mayeda et d'après Hauck, les différences de calibre, à peu près nulles chez le nouveau-né, n'apparaissent que dans la suite du développement post-embryonnaire, où l'on voit les fibres

les plus grosses dans les muscles dont le coefficient d'accroissement est le plus élevé. Pour Schiefferdecker, les muscles de l'embryon offrent au contraire entre eux de grandes différences, et chez le nouveau-né ils ne sont parvenus encore que plus ou moins loin dans leur évolution définitive.

L'influence de l'exercice, produisant l'hypertrophie active du muscle, a été étudiée par plusieurs auteurs. Schiefferdecker l'a examinée dans le couturier du Chien. Il a vu que le diamètre des fibres augmente en même temps que le diamètre total du muscle. Il a d'ailleurs constaté entre l'accroissement ordinaire, ontogénique, et l'accroissement accidentel, ou hypertrophique, des différences qu'on retrouvera plus loin. Hauck (1900) a observé aussi que l'inaction diminue le calibre des fibres, qui sont plus petites chez un chien tenu en cage que chez un chien en liberté.

L'état de nutrition des fibres influe beaucoup sur leur grosseur (Schwalbe et Mayeda, Hauck). Ce dernier a indiqué que les mensurations des fibres peuvent être viciées par une cause d'erreur due à la rigidité cadavérique, qui influe fortement sur le calibre. Cependant que la rigidité s'installe, le calibre est plus faible qu'avant et après; ce qui est sans doute la conséquence de la coagulation de la myosine et de l'expression de sérum qui l'accompagne.

Nous ne faisons que signaler, sans entrer dans la question, l'accroissement énorme que subissent les fibres musculaires dans certains états pathologiques; d'après les études classiques de Erb, les fibres striées des muscles de l'Homme dans des cas de dystrophie musculaire peuvent atteindre un diamètre de 200 μ .

Les faits qui viennent d'être exposés, ceux de Schwalbe et Mayeda, de Claypole et une partie de ceux de Schiefferdecker, sont la confirmation d'une double loi histologique générale. D'après l'un des termes de cette loi, la taille des éléments cellulaires, chez un animal et dans un organe donnés, est d'autant moindre que l'organisation est plus parfaite et la fonction plus développée; ici, l'unité de surface d'un muscle à petites fibres doit développer une plus grande force que celle d'un muscle à grosses fibres; chez les Vertébrés, c'est chez les Oiseaux, dont la musculature atteint un si haut degré d'organisation et chez lesquels la puissance musculaire

est si grande, que les fibres musculaires sont les plus fines. Selon l'autre loi, l'uniformité de taille des éléments d'un tissu, d'un organe, est un indice de l'achèvement et du perfectionnement accomplis, tandis que l'inégalité de grosseur est synonyme d'imperfection; c'est pourquoi les muscles des Vertébrés inférieurs, ou bien chez un Vertébré supérieur les muscles ayant un caractère plus primitif et une fonction moins spécialisée, possèdent des fibres de grosseur inégale.

3° *Rapports des éléments musculaires.*

Les éléments musculaires peuvent s'unir entre eux, de façon à former des muscles réticulés. Il y a à envisager aussi en second lieu les rapports variés qu'ils contractent avec divers éléments étrangers (tissu conjonctif, nerfs, vaisseaux, trachées).

A. — *Rapports des éléments musculaires entre eux.*

Réseaux musculaires.

Les réseaux musculaires sont extrêmement répandus. Pour qu'il puisse être question d'un véritable réseau musculaire, d'une forme particulière et nouvelle de tissu musculaire, il faut d'abord que les anastomoses desquelles dépend la formation du réseau soient réelles et ne soient pas de simples juxtapositions; cette condition exclut les réseaux apparents, anatomo-microscopiques et non réellement histologiques, tels que ceux qui résultent dans la vessie des Batraciens de l'accolement des fibres lisses.

Il faut ensuite que les anastomoses réunissent non pas seulement des parties de cellules musculaires mais encore des cellules musculaires entières. Il arrive en effet parfois que des fibrilles ou plus exactement des colonnettes musculaires d'une même cellule s'anastomosent ensemble en un réseau. C'est ainsi que, d'après Apathy (1894), le « muscle interstitiel », qui continue en dedans l'écorce musculaire d'une cellule d'*Ascaris*, est formé par une lame fenêtrée due à la soudure de colonnettes musculaires. D'après Ranvier (1880) et Renaut (1893), les fibrilles (colonnettes) de la masse mus-

culaire thoracique des Insectes sont unies ensemble par des branches anastomotiques transversales ou obliques. Renaut va même jusqu'à supposer qu'il en est ainsi dans les cellules des muscles ordinaires, dont les colonnettes ne seraient pas isolées mais réunies par des anastomoses, très difficiles à voir à cause de la proximité des colonnettes. Ce sont donc bien là des réseaux de substance musculaire, mais non de cellules musculaires; ce ne sont pas de vrais réseaux musculaires.

En troisième lieu, on sait que les fibres musculaires, lisses ou striées, sont fréquemment ramifiées. Si ces ramifications, collatérales ou terminales, d'une fibre viennent à se souder entre elles et de fibre à fibre, un réseau musculaire en résultera. Dans beaucoup de muscles, ces anastomoses sont assez rares, pour pouvoir être considérées comme accidentelles. Ces cas sporadiques ne peuvent passer pour des cas de muscles réticulés vrais.

On peut parler de réseau musculaire quand les anastomoses réelles, de cellule à cellule, sont la règle, à laquelle aucun élément musculaire n'échappe. Le type musculaire primitif disparaît, pour faire place à un type réticulé nouveau; les cellules ou fibres musculaires ont été remplacées par un réseau musculaire. Le réseau a, bien entendu, la constitution générale d'un syncytium, puisque l'on n'y peut tracer de limites cellulaires complètes.

La disposition syncytiale et réticulée existe dans les muscles lisses et dans les muscles striés, dans la musculature du squelette et de la paroi du corps et dans la musculature viscérale.

Avant de donner quelques exemples concrets de réseaux musculaires, soit lisses soit striés, je désire faire connaître de quelle nature générale peuvent être les relations qui s'établissent entre les éléments musculaires pour donner lieu à un syncytium musculaire réticulé.

Pour la musculature lisse, on a soutenu d'abord classiquement que les cellules qui la constituent sont simplement jointives, unies seulement par un ciment intercellulaire, et véritablement indépendantes les unes des autres. On admit ensuite entre elles l'existence de ponts d'union intercellulaires (Fol, 1885, Kultschitzky, 1887) qui fut confirmée ensuite par une foule d'auteurs (Busachi, 1889, Hey-

mans, 1889, Barfurth, 1891, Klecki, 1891, Nicolas, 1892, de Bruyne, 1892, 1895, M. Heidenhain, 1893, Werner, 1894, Drasch, 1894, P. Schultz, 1895, Bohemann, 1895, Garnier, 1897, Apathy, 1897, Mac Callum, 1897, Friepel, 1897, Hœhl, 1899). Le tissu musculaire lisse aurait donc une constitution syncytiale. Cette constatation avait pour la physiologie du muscle lisse une double importance. Grâce en effet à l'existence des ponts intercellulaires, la solidarité anatomique et la synergie physiologique des fibres lisses étaient assurées; certaines expériences d'Engelmann sur l'uretère et de Grützner (1904) recevaient une interprétation facile; comme dans le cas des épithéliums et en général de tous les tissus dont les éléments se reliaient par des ponts intercellulaires, toute excitation de l'un de ces éléments était transmise aux autres, en l'absence même de nerfs, par la voie des ponts intercellulaires. En second lieu, les espaces et les ponts intercellulaires représentaient entre les éléments musculaires un système cloisonné de voies plasmatiques pour la circulation des sucs nutritifs.

Diverses recherches montrèrent que l'apparence de ponts intercellulaires pouvait être produite de deux façons.

En premier lieu, Schaffer, 1899, v. Lenhossék, 1899, Volpino, 1897, M. Heidenhain, 1900, Henneberg attribuèrent la formation des ponts intercellulaires à des artifices de préparation; Heidenhain et Henneberg, étudiant les conditions dans lesquelles ils apparaissent, firent voir que l'illusion de ponts intercellulaires est produite par la rétraction des fibres musculaires.

D'autre part et surtout, toute une série d'historiologistes (dont il sera question plus loin) reconnurent entre les fibres lisses la présence de formations conjonctives, auxquelles ils rapportèrent soit en partie soit en totalité même l'image des ponts intercellulaires. Aussi naturellement l'existence des ponts intercellulaires entre les cellules musculaires lisses est-elle généralement contestée.

Un syncytium musculaire lisse peut d'ailleurs devoir son origine à un autre genre d'anastomoses que celles que réalisent des ponts intercellulaires simplement protoplasmiques. Rouget dès 1863 avait décrit le muscle lisse de la façon suivante. Les fibres musculaires sont unies longitudinalement en des rubans, parce que les

fibrilles demeurant parallèles jusqu'aux extrémités de chaque fibre passent sans discontinuité d'une fibre à l'autre. Des descriptions analogues ont été données par Engelmann (1881), Apathy (1897), Heidenhain (1901, 1911), Benda (1902), Schaper (1902), Verzàr (1907), Mac Gill (1907), Lelièvre et Retterer (1909). La distinction des fibrilles de la cellule musculaire lisse en deux catégories, les fines fibrilles intérieures (*Binnenfibrillen*) et les grosses fibrilles périphériques (*Grenzfibrillen*) a restreint à ces dernières seulement le passage d'une fibre à l'autre; pour la plupart des auteurs les petites fibrilles ne dépasseraient pas les limites de la cellule. Les études histogéniques de Mac Gill (1907) l'ont conduite à se représenter le tissu musculaire lisse comme un véritable syncytium dans lequel les fibrilles franchissent les limites cellulaires. Les observations histologiques de Lelièvre et Retterer (1909) les ont amenés à la même conception. Leur description, très particulière, est essentiellement la suivante. Chaque cellule comprend, outre le noyau et la zone sarco-plasmique périnucléaire, une substance musculaire proprement dite et une substance corticale, celle-ci commune aux cellules voisines. Dans la cellule musculaire se distingue un réseau chromophile, dont les fibrilles sont parallèles à l'axe de la fibre et reliées entre elles par de courts filaments. Ce réseau se continue dans la substance corticale et y forme des cloisons intercellulaires, dont les auteurs décrivent diverses dispositions. Ces cloisons bien qu'intracellulaires ne sont autres que les ponts intercellulaires et les membranes conjonctives des auteurs; elles sont de nature élastique. Donc les fibrilles musculaires de la substance musculaire des fibres lisses se continuent dans les prétendus espaces intercellulaires qu'elles cloisonnent et s'y transforment en lamelles élastiques. La musculature lisse est ainsi un véritable syncytium, dont les éléments sont anastomosés par des fibrilles musculaires, modifiées chimiquement.

Pour la musculature striée, les anastomoses et les réseaux peuvent aussi être considérés comme le résultat de la persistance d'un état syncytial primitif du muscle embryonnaire. Les parties anastomotiques de ces réseaux peuvent être de même nature que les travées même du réseau, c'est-à-dire être formées de la substance muscu-

laire striée non modifiée, comme dans le cœur de beaucoup de Vertébrés. Ou bien au contraire elles sont simplement protoplasmiques. Ou enfin elles sont différenciées en formations tendineuses, ainsi qu'on le voit chez les Arthropodes, ou en ces formations d'un caractère spécial et encore indéterminé qui sont les « bandes intercalaires » du myocarde des Vertébrés supérieurs.

Après avoir envisagé les modes de réunion suivant lesquels les éléments musculaires s'anastomosent en réseau, il faut donner quelques exemples de ces réseaux musculaires vrais. Tout d'abord l'étude de la musculature dans la série animale montre qu'ils y sont très fréquents. Rohde (1904) a beaucoup insisté sur la fréquence des anastomoses entre les cellules de tous les tissus et particulièrement du tissu musculaire et sur la généralité des réseaux musculaires chez les Chétopodes, Hirudinées, Nématodes, Echinorhynques, Crustacés, Insectes, Mollusques, Vertébrés. Les anastomoses et les réseaux syncytiaux seraient, d'après lui, produits par des tractus sarcoplasmiques étendus sans discontinuité entre les éléments cellulaires.

Dans un grand nombre de muscles lisses (Cténophores, Nématodes, Hirudinées, Mollusques, Echinodermes), les fibres échangent par leurs ramifications des anastomoses qui les transforment en réseau.

D'après Schiefferdecker (1903) il y a, dans les muscles normaux du squelette des Mammifères, des anastomoses nombreuses pouvant produire de vrais réseaux, d'aspect analogue au muscle cardiaque; on peut les regarder comme dues à la persistance partielle de l'état syncytial primitif du muscle.

Les anastomoses deviennent tout à fait abondantes et sont même la règle dans beaucoup de muscles viscéraux lisses ou striés et dans le cœur de la plupart des animaux. C'est alors seulement qu'il peut vraiment être question de tissu musculaire réticulé. Il en est ainsi pour les cæcums gastriques de la Sangsue médicinale (Heymans, 1887-1889) (fig. 6), pour la musculature intestinale et ovarienne des Hirudinées (Louis des Arts, 1909), dans les larves des Sangsues (Bergh, 1900), chez un grand nombre d'Hirudinées (Scriban, 1911) (voir fig. 2). Il en est de même pour la musculature du canal éjacu-

lateur des Nématodes (Gilson et Pantel, 1894), les muscles de l'intestin moyen et des organes génitaux des Arthropodes. Dans ce dernier cas les réseaux, bien développés et bien connus dans le tube digestif des Insectes, ont été décrits dans les organes génitaux

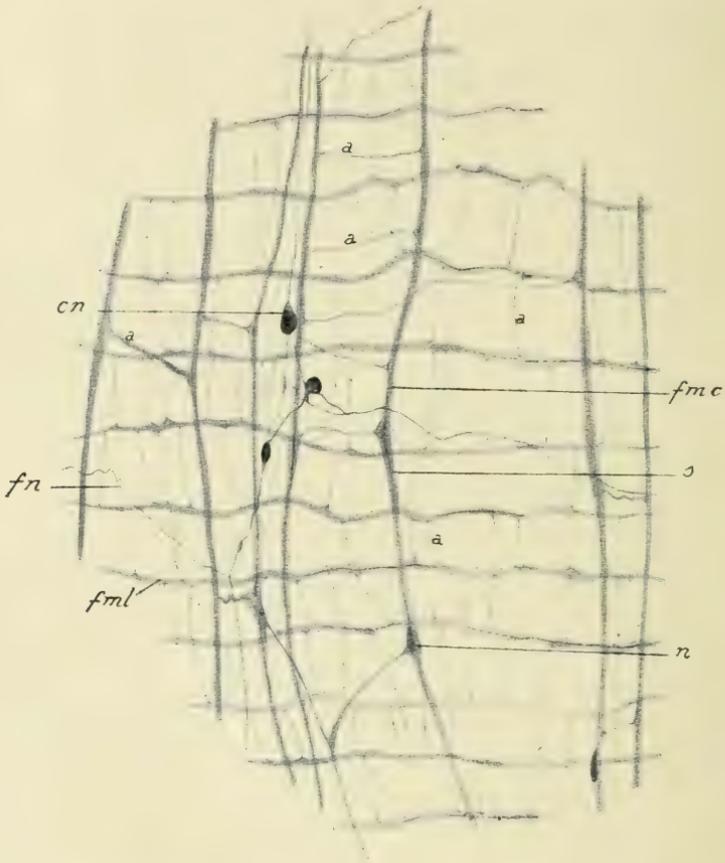


Fig. 6. — Paroi d'un cœcum gastrique de l'*Hirudo medicinalis*, vue de face (méth. au chlorure d'or). — *fml*, *fmc*, fibres musculaires longitudinales et circulaires; *n*, leur noyau; *s*, leur axe sarcoplasmique; *a*, leurs anastomoses; *fn*, fibres nerveuses; *cn*, cellules nerveuses ganglionnaires (faible grossissement).

des Insectes (Pratt, 1899), dans les muscles des appendices cœcaux des Crustacés (Jousset de Bellesme, 1884), dans ceux de l'intestin moyen des Crustacés Edriophthalmes (Huet, 1883, Ide, 1892) et de l'intestin moyen des Insectes (van Gehuchten, 1889). Tantôt l'anas-

tomose en réseau se fait par des prolongements simplement sarcoplasmiques, tantôt par des parties tendineuses, tantôt par de véritables expansions musculaires (van Gehuchten, *Ide*) (fig. 7).

Dans les organes centraux de la circulation, l'anastomose des éléments musculaires et la formation d'un réseau sont de règle. Il en est ainsi pour le cœur des Mollusques (divers auteurs et surtout Marceau 1905), pour celui de l'Écrevisse, le cœur des Tuniciers (Ray-Lankester, 1874), les cœurs lymphatiques des Batraciens

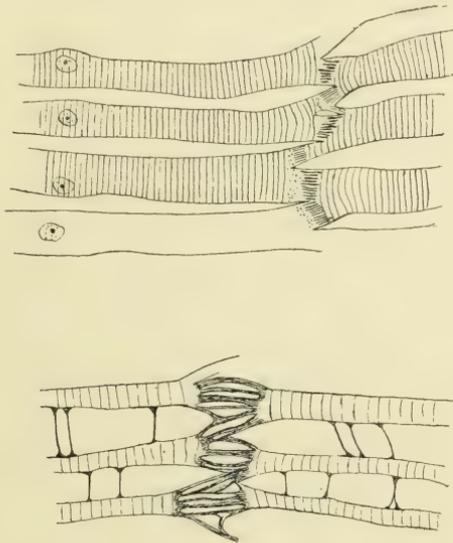


Fig. 7. — Cellules musculaires striées anastomosées de l'intestin de la larve de *Ptychop-tera contaminata*, d'après Van Gehuchten. — En haut, cellules anastomosées par des filets tendineux. En bas, cellules soudées à leurs extrémités par des filaments striés et reliées sur leurs faces latérales par des anastomoses protoplasmiques.

(Ranvier, 1878, 1880), le cœur lymphatique caudal de l'Anguille, enfin et surtout le cœur sanguin des Vertébrés, et dans celui-ci le réseau de Purkinje. Ray-Lankester donne du cœur d'*Appendicularia* une curieuse description : il est formé de deux cellules seulement ; coniques ou pyramidales, situées aux deux extrémités du cœur et se prolongeant par 12-14 fibres ou rameaux, dont quelques-uns striés transversalement, au moyen desquels ces cellules s'unissent ensemble. Dans les cœurs lymphatiques des Batraciens, les fibres sont abondamment ramifiées et présentent de nombreuses

et de véritables anastomoses. Quant au cœur sanguin des Vertébrés, on sait qu'il est un muscle rétifforme type.

Je ne veux pas examiner la question, très controversée, de la nature du réseau musculaire cardiaque, s'il est un syncytium dans lequel il n'y a pas à chercher de cellules musculaires distinctes, ou bien s'il est un réseau de cellules musculaires, si les « pièces intercalaires » sont sans signification morphologique précise ou bien si elles ont la valeur de formations intercellulaires. Je me bornerai à dire que la deuxième opinion, seule admise autrefois, après avoir été tout à fait délaissée pour l'autre, a reconquis dans ces derniers temps quelque faveur. Les interprétations les plus variées ont été proposées pour les pièces intercalaires; elles ont été tour à tour considérées : comme des ponts intercellulaires formés par les fibrilles plus ou moins modifiées à ce niveau (Browicz, 1889-1893, Przewoski, 1893, Mac Callum, 1897, Hoche, 1897, H. Hoyer, 1901), des zones d'accroissement du muscle (Heidenhain 1901, 1911, Dietrich, 1906, Holmgren, 1907), de courts tendons segmentant le muscle cardiaque (Marceau, 1902, 1903, Renaut et Mollard, 1905), des travées élastiques (Retterer et Lelièvre, 1909), des zones de contraction (v. Ebner, 1900, 1902, Hoffmann, 1909, Arnold, 1909, Aimé, 1911). Les bandes intercalaires n'existent pas dans le cœur des Invertébrés; cependant Holmgren (1907) figure chez l'Écrevisse des zones qu'il identifie aux bandes intercalaires des Vertébrés, mais que Heidenhain considère comme différentes. Elles font défaut aussi chez les Vertébrés inférieurs (Marceau, 1902, 1903, Moriya, 1904) et ne se trouvent que chez quelques Oiseaux et chez les Mammifères. Chez ces derniers elles manquent dans le cœur des petits Mammifères (Cobaye, Lapin) et n'existent pas toujours même chez les autres (Homme, Chien, Mouton) (Stamer, 1907, Moriya). Enfin elles apparaissent tardivement dans le développement ontogénique et sont absentes chez l'embryon (Marceau, Stamer).

Il n'est pas besoin d'insister sur l'influence que la disposition réticulée du muscle peut avoir sur les caractères de la fonction musculaire. Bien que cette influence n'ait pas été précisée, on peut par exemple prévoir que l'union des éléments musculaires en un réseau doit rendre toutes les parties du muscle étroitement soli-

daires dans l'acte de la contraction. On peut alors penser que l'interruption du réseau par des bandes intercalaires, telles qu'on les observe dans le cœur de certains Mammifères adultes doit sinon supprimer, du moins restreindre la solidarité des parties du myocarde, et rendre jusqu'à un certain point indépendant dans sa contraction chaque segment du myocarde compris entre deux bandes intercalaires. En effet, bien que ces bandes soient traversées par les fibrilles (Stamer) et par le sarcoplasme (Aimé), et que les deux parties constitutives du muscle prennent part à leur formation, bien que par conséquent celles-ci n'interrompent pas la continuité du muscle, cependant Hoche, Moriya, Holmgren et d'autres observateurs ont trouvé que parfois deux segments successifs séparés par une bande intercalaire peuvent être l'un à l'état de repos, l'autre en état de contraction. Comme les bandes intercalaires n'existent que chez un très petit nombre d'espèces, et que cependant dans toute la série animale, chez tous les Vertébrés notamment, le myocarde se distingue des autres muscles par un ensemble de caractères physiologiques, par le rythme surtout de la contraction, il est certain que les bandes intercalaires ne sont pas le détail de structure auquel puissent être rapportés ces caractères physiologiques et que, comme Marceau l'a dit, elles sont plutôt de simples pièces de perfectionnement du muscle cardiaque.

Si les bandes intercalaires sont, suivant l'interprétation de v. Ebner, de Stamer, d'Aimé, et d'autres, des bandes de contraction, et si les faits observés par Aimé se confirment, le muscle cardiaque perd davantage encore de sa singularité morphologique. Aimé a constaté en effet que dans le muscle omo-hyoïdien de la Tortue il existe constamment des formations qui sont indiscutablement des bandes de contraction, et qui sont tout à fait analogues aux bandes intercalaires du myocarde. Cependant Schiefferdecker (1903), qui a observé dans les muscles striés du squelette des Mammifères la présence de nombreuses anastomoses et de vrais réseaux très analogues d'aspect au réseau myocardique, dit qu'ils se distinguent toujours de ce dernier par l'absence de bandes intercalaires. D'après Aimé, les bandes de contraction du muscle omo-hyoïdien de la Tortue, comme celles du myocarde, se

produisent en un point quelconque et sont sans doute plus ou moins persistantes. Elles ne seraient, à mon avis, qu'un effet et non une cause des réactions physiologiques spécifiques du muscle cardiaque.

B. — *Rapports des éléments musculaires avec les éléments étrangers.*

Les cellules musculaires entrent en rapport avec des nerfs, avec des trachées, avec des éléments du tissu conjonctif.

a) Les relations des cellules musculaires avec les fibres nerveuses assurent l'innervation des muscles et s'établissent par les terminaisons nerveuses motrices et sensitives. Il ne peut être question ici de décrire les formes si variées des terminaisons nerveuses motrices selon les muscles considérés. Qu'il suffise de dire qu'elles diffèrent d'un muscle à un autre : par le nombre des terminaisons sur chaque élément musculaire (plusieurs plaques de terminaison dans les muscles de certains Insectes), par la forme de la terminaison nerveuse (réduite à un simple bouton dans les cellules musculaires lisses, compliquée en une arborisation nerveuse dans les muscles striés, etc.). Si, au lieu de comparer entre eux des muscles très éloignés les uns des autres, on compare des muscles de structure très voisine, on perçoit encore des différences dans le mode histologique d'innervation. D'après Motta-Coco et Distefano (1903) l'appareil nerveux terminal se distingue dans les muscles rouges et dans les muscles blancs par le trajet des nerfs, la disposition de la partie intramusculaire de la terminaison nerveuse.

b) C'est des relations des cellules musculaires avec le tissu conjonctif que dépendent la nutrition de ces cellules d'une part, leur travail effectif d'autre part.

Le tissu conjonctif forme entre les éléments du muscle un tissu interstitiel, autour du muscle entier une enveloppe aponévrotique, aux extrémités du muscle des tendons d'insertion.

Il est superflu d'insister sur l'influence que la disposition des aponévroses et surtout des tendons exerce sur la mécanique musculaire. Nous nous occuperons uniquement du tissu conjonctif

interstitiel, dont nous examinerons brièvement la manière d'être dans les muscles lisses et dans les muscles striés des Vertébrés.

Dans les muscles lisses, le tissu conjonctif est répandu entre les faisceaux musculaires et s'insinue même entre les fibres musculaires. Dans les plus larges interstices, il y a des cellules conjonctives étoilées qui envoient des prolongements jusque dans les intervalles intercellulaires. Ces prolongements forment des dispositifs réticulés et alvéolaires qui entrent en relation directe avec les fibres muscu-

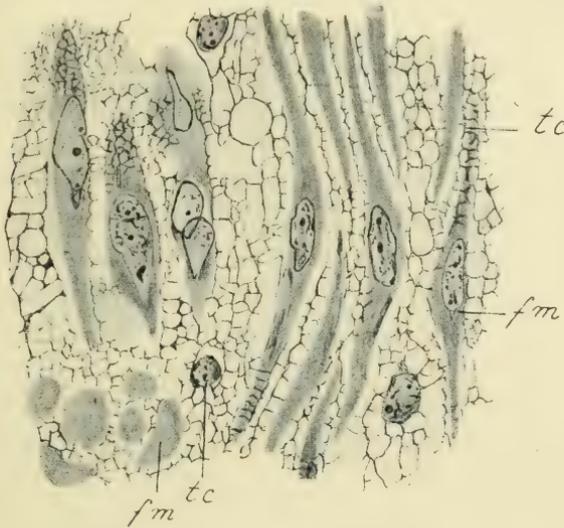


Fig. 8. — *Fibres musculaires lisses et tissu conjonctif interstitiel dans l'œsophage de la Tortue grecque.* — *fm*, fibres musculaires ; *tc*, tissu conjonctif interstitiel.

lares et les entourent étroitement soit de membranelles continues, soit de gaines incomplètes et fenêtrées (fig. 8). Comme ces formations péricellulaires sont étendues de la surface d'une cellule musculaire à une autre, elles en ont imposé pendant longtemps pour de véritables ponts intercellulaires protoplasmiques unissant les cellules musculaires lisses entre elles à la façon des cellules épithéliales. Leur nature conjonctive et leur situation péricellulaire, déjà indiquées par Rouget (1863), Watney (1877), furent établies par les recherches successives de De Bruyne (1892), Werner (1894), Garnier (1897), Schaffer (1899), Hoehl (1899), Heidenhain (1900, 1911), Henneberg (1900), Holmgren (1904).

La nature exacte des tractus conjonctifs intermusculaires n'est pas encore parfaitement déterminée. Pour la plupart des auteurs, ils sont de nature collagène, mais pour certains peuvent aussi être élastiques. D'après Henneberg (1900) le tissu conjonctif interstitiel des muscles lisses de l'intestin est disposé sous la forme de membranes trouées, dont les trous varient comme grandeur et comme disposition. Selon Pick (1900) chaque cellule musculaire de la vessie ou de l'intestin est entourée par un fin réseau de fibres soit conjonctives soit élastiques, selon que la gaine fibreuse générale du muscle (périmysium) est de nature surtout conjonctive ou surtout élastique. Laguesse et Lemoine (1906) et Lemoine (1907) décrivent dans le muscle œsophagien de la Tortue, entre les fibres musculaires, un système d'alvéoles dont les parois formées par de la substance collagène amorphe peuvent être épaissies et renforcées par des fibres collagènes ou élastiques. D'après Holmgren (1904), les membranelles conjonctives longitudinales contiennent des fibres élastiques qui entourent annulairement les fibres musculaires. Le tissu conjonctif des muscles lisses est, d'après Heidenhain (1911), réticulé et fibrillaire entre les faisceaux de fibres; entre les fibres elles-mêmes, il forme des membranelles, les unes longitudinales, les autres transversales.

Les rapports que le tissu conjonctif affecte vis-à-vis des fibres cardiaques peuvent être rapprochés de ceux qu'il présente dans les muscles lisses. On sait en effet que le long des travées cardiaques et entre deux fibres voisines le tissu conjonctif se condense en une membrane simple, qui demeure à égale distance des faces des deux fibres, ou qui peut être dédoublée et dont les feuilletts s'appliquent alors plus ou moins étroitement sur les fibres myocardiques, simulant un sarcolemme. Ces membranes conjonctives ont été décrites par Cajal (1888), Oestreich (1894), Hoche (1897), v. Ebner (1902) et surtout par M. Heidenhain (1901, 1911), par Renaut et Mollard (1905) qui les ont appelées « manchons pellucides » et par K. W. Zimmermann, Irène von Palezewska, Marie Werner (1910) qui les ont nommées « membranes limitantes ». Elles représentent, d'après la plupart de ces auteurs des sarcolemmes imparfaits, plutôt que de faux sarcolemmes; car les

membranes Z s'y insèrent comme sur le sarcolemme véritable.

Les connexions intimes entre le tissu conjonctif interstitiel et les fibres musculaires lisses s'expliquent par l'histogénèse. Il résulte notamment des recherches de Mac Gill (1907) et d'autres auteurs, que les deux tissus naissent en commun d'un tissu mésenchymateux, dont certaines cellules s'allongent et deviennent musculaires, tandis que les autres conservant leur forme étoilée primitive demeurent comme cellules conjonctives interstitielles. Le tissu conjonctif intermusculaire n'envahit donc pas secondairement le muscle, mais se forme *in situ*. Aux dépens de ces cellules se développent d'abord des fibrilles collagènes disposées en un réticulum d'abord lâche, qui devient compact chez l'adulte et peut même former des membranes plus ou moins continues, mais toujours fenêtrées, à travers les trous desquelles de vrais ponts intercellulaires peuvent relier les cellules musculaires. Plus tard seulement apparaissent les fibres élastiques; mais on ne peut souvent décider si ces fibres appartiennent au tissu conjonctif ou si elles sont des différenciations superficielles du protoplasme des cellules musculaires. Ces fibres élastiques occupent en effet la situation périphérique des grosses fibrilles de la cellule musculaire, c'est-à-dire des *Grenz fibrillen*. Or il n'est pas prouvé que celles-ci soient contractiles. Pour Benda (1902) et Forsmark (1904), elles sont même de nature élastique ou ont tout au moins une fonction élastique sur laquelle nous reviendrons; elles constituent, d'après ces auteurs, une sorte de tissu de soutien du muscle lisse, une « myoglie » et sont par opposition aux *Binnen fibrillen* des *Myogliafibrillen*.

Les relations du tissu conjonctif avec le muscle lisse, dont il vient d'être question, ont été observées chez les Vertébrés. Mais elles se retrouvent avec le même caractère essentiel dans la musculature lisse des Invertébrés. Elles apparaissent avec une grande clarté mais avec des caractères un peu spéciaux dans les cas où, comme dans la gelée des Ctenophores, les éléments cellulaires sont très disséminés. On aperçoit alors, parmi les fibres musculaires, des cellules conjonctives de même origine qu'elles, qui jettent sur les fibres musculaires des prolongements filiformes, par lesquelles elles les relient les unes aux autres (fig. 9).

Dans le muscle strié, le tissu conjonctif interstitiel est aussi très répandu. Parmi les descriptions qui en ont été données, celle de Schiefferdecker (1904, 1909) mérite tout particulièrement de retenir l'attention, à cause de la signification physiologique que l'auteur lui a attribuée. D'après Schiefferdecker, le tissu interstitiel de divers muscles de l'Homme est plus ou moins riche en fibres élastiques. Selon leur abondance, ces fibres sont ou bien situées dans les septa interfasciculaires ou bien entre les fibres

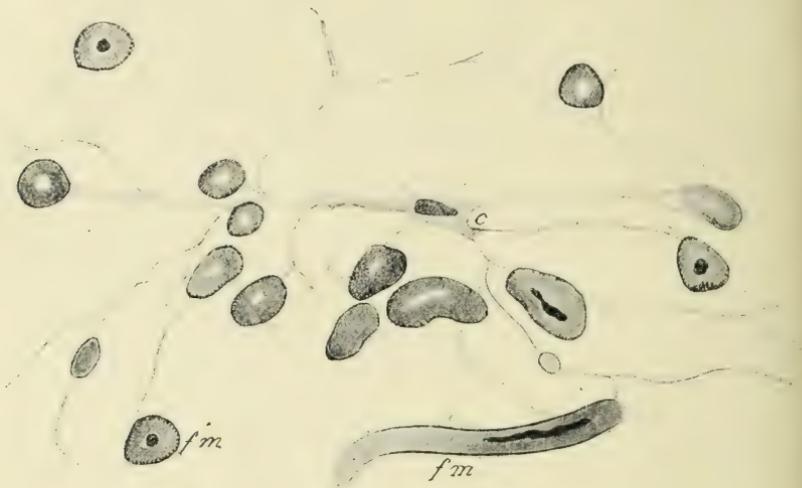


Fig. 9. — *Gelée de Beroë ovatus*, avec fibres musculaires et cellules conjonctives. — *fm*, fibres musculaires; *c*, cellule conjonctive, émettant de nombreux et fins prolongements anastomosés en réseau, auquel les fibres musculaires sont comme suspendues (compar. SAMASSA, 1892).

musculaires elles-mêmes. Elles ont une direction longitudinale, parallèle à celle du muscle; unies par des branches anastomotiques obliques ou transversales elles entourent plus ou moins étroitement les fibres musculaires. La richesse du tissu conjonctif des muscles striés en fibres élastiques a été confirmée par Kahn (1904).

Nous ne nous sommes occupé jusqu'ici que du tissu conjonctif interstitiel des muscles. Il faudrait décrire aussi celui qui occupe leurs extrémités et sert à leur insertion, c'est-à-dire celui des tendons. Il faudrait même passer en même temps en revue les modes d'insertion si variés des muscles des Invertébrés à l'exosquelette, par des tendons chitineux.

Il ne sera question ici, et encore très brièvement, que des tendons conjonctifs. Ceux-ci sont formés par du tissu conjonctif collagène dur, dans lequel il entre une proportion plus ou moins forte de fibres élastiques, qui peuvent même devenir prédominantes dans certains tendons (Martinotti, 1899, Smirnow, 1899). Il en est ainsi pour les tendons des muscles lisses des Mammifères, pour ceux du myocarde, du muscle ciliaire des Oiseaux et pour un grand nombre de muscles striés ordinaires. Dans ces derniers, quand les muscles ne s'attachent ni à l'os ni au cartilage, mais s'insèrent sur des parties de soutien plus molles, les tendons sont presque purement élastiques. Schiefferdecker (1904) et Kahn (1904) ont beaucoup insisté sur l'abondance des fibres élastiques dans le tendon, et Schiefferdecker en a fait ressortir l'importance physiologique. D'après les observations de Kahn, si le tendon proprement dit est lui-même pauvre en éléments élastiques, ceux-ci sont très développés dans la partie du muscle voisine de l'insertion. Il y a là, notamment dans certains muscles, de puissantes formations élastiques, contenues dans le tissu conjonctif intermusculaire; elles peuvent réunir les fibres musculaires entre elles et leur servir aussi de tendon. De telles dispositions se trouvent par exemple dans la partie tout inférieure du rectum, dans la peau périnéale, à la face cutanée des lèvres, dans la langue de la Grenouille, partout en somme où les fibres musculaires sont ramifiées du côté de la surface d'insertion.

La question, si controversée, de la connexion exacte du muscle strié avec le tendon, de chaque fibre musculaire avec son tendon propre, n'a qu'un intérêt morphologique. Il suffira de rappeler que deux manières de voir principales ont été soutenues, dont l'une seule doit nous intéresser, à cause de sa portée physiologique. C'est celle d'après laquelle le tissu conjonctif du tendon n'est que la continuation du tissu conjonctif interstitiel du muscle (fig. 10). Aussi Schiefferdecker (1903, 1904, 1909), qui est le principal défenseur de cette opinion et auquel s'est rallié Kahn (1904) est-il arrivé à la conclusion suivante. Il y a dans chaque muscle deux parties à distinguer : une partie musculaire et une bande conjonctivo-élastique continue avec le tendon, une *pars muscularis* et une *pars elastica* (fig. 10). La première est comme enchassée dans la seconde.

Dans les muscles lisses, les fibres musculaires ne paraissent pas s'insérer, dans la plupart des cas, par des tendons propres et autonomes. Habituellement les faisceaux de fibres musculaires lisses sont simplement entourés à leur extrémité par un lacis de fibres

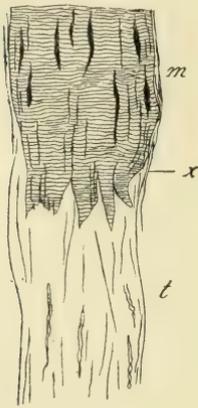


Fig. 10. — *Fibre musculaire et son tendon, dans le gastrocnémien de la Grenouille.* d'après Schiefferdecker et Kossel. — *m*, substance musculaire se terminant à son extrémité dentelée par des colonnettes différemment longues; *t*, tendon, continu en *x* avec le sarcolemme et avec le pérmysium. Cette figure peut servir de schéma à la conception générale de Schiefferdecker; *m*, représente la *pars muscularis*; *t*, avec le pérmysium (tissu conjonctif inter-titiel) et le sarcolemme, représente la *pars elastica*.

élastiques, qui constituent à ces muscles lisses de véritables tendons physiologiques (Treitz (1853), Balzer (1884), Martinotti (1899), Smirnow (1899), conformément à cette formule de Treitz, que partout où les fibres lisses se fixent, elles ont des tendons élastiques. Cependant, dans certains cas, les fibres musculaires lisses peuvent se terminer isolément par des tendons leur appartenant en propre. D'après Kahn (1903), les faisceaux musculaires pilo-moteurs, dans la queue du Spermophile, s'attachent au follicule pileux par des tendons élastiques; les fibres musculaires isolées se terminent elles-mêmes dans le tissu conjonctif par des tendons élastiques propres.

Il faut ajouter, sur la question des tendons, que si d'habitude ils terminent les fibres musculaires qu'ils attachent à un organe résistant, ils peuvent aussi réunir ensemble des fibres musculaires en s'interposant sur leur trajet. Il en résulte alors des muscles polygastriques très particuliers, dont la physiologie doit être très spéciale

aussi. On connaît de pareils muscles à tendons chitineux et à tendons fibreux. Des muscles polygastriques à tendons chitineux ont été décrits par van Gehuchten (1889) dans l'intestin moyen de la larve de *Ptychoptera* et par Ide (1892) dans le tube digestif des Edriophthalmes; ces tendons peuvent être considérés soit comme de véritables tendons intermédiaires à deux fibres musculaires, c'est-à-dire comme intercellulaires, soit comme des régions modifiées d'une même cellule musculaire et par conséquent intracellulaires

(fig. 7). Un exemple de muscles polygastriques à tendons fibreux est fourni par les muscles polygastriques de la queue du têtard de Grenouille (Ranvier); ils se composent, comme leur nom l'indique, de ventres musculaires séparés par des segments tendineux, au niveau desquels la substance musculaire s'arrête simplement et est remplacée par la substance tendineuse (fig. 11).

De cette étude rapide des rapports du tissu musculaire avec le tissu conjonctif il faut à présent dégager les conséquences physiologiques qui nous intéressent. Le tissu conjonctif remplit dans le muscle la double fonction d'organe nutritif et d'organe de soutien et d'insertion.

Le tissu conjonctif joue dans les muscles comme dans les autres organes un rôle nutritif certain. Les réseaux conjonctif intercellulaires des muscles lisses créent entre les fibres musculaires un système d'alvéoles, d'espaces plasmatiques, dans lesquels circulent les sucs nutritifs. Henneberg (1900) observe que la fenestration du tissu conjonctif interstitiel a sans doute pour but la circulation plus facile du plasma nourricier. Dans les

alvéoles de ce tissu peuvent être contenus des corps qui ne sont sans doute que des dépôts provenant de la nutrition des cellules musculaires; c'est ce que j'ai constaté dans le muscle lisse de la vessie du Brochet (fig. 12) (Prenant, 1902).

D'autre part, on connaît le rôle important que Holmgren (1907) et son élève Thulin (1908) ont fait jouer aux cellules conjonctives dans la nutrition et même le fonctionnement du muscle. Conformément à la théorie générale de Holmgren, ces cellules ont ici la

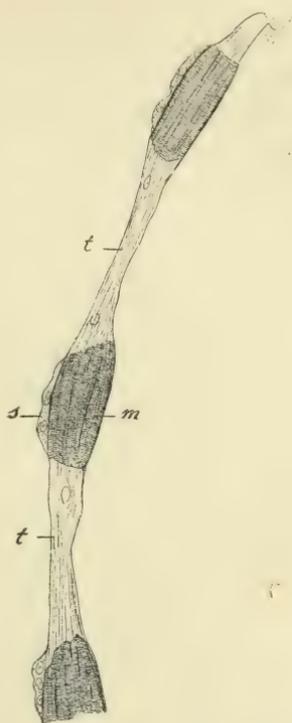


Fig 11. — Muscle polygastrique de la queue du têtard de Grenouille d'après Ranvier. — *m*, ventres musculaires; *s*, leur sarcoplasme avec les noyaux; *t*, tendons.

signification physiologique de cellules trophospongiales, c'est-à-dire d'éléments étrangers, qui pénètrent dans les fibres musculaires, auxquelles elles apportent les matériaux nécessaires à leur nutrition et même à leur fonctionnement. Thulin les a appelées « sarcosomocytes » parce qu'il a trouvé en elles les mêmes grains que ceux qui existent dans les fibres musculaires sous le nom de sarcosomes et les a vues céder ces grains aux fibres musculaires. Nous nous sommes occupé (chap. IV) des trophosponges des cellules musculaires, sur lesquels nous n'avons plus à revenir.

Mais le tissu conjonctif, soit interstitiel soit tendineux, remplit

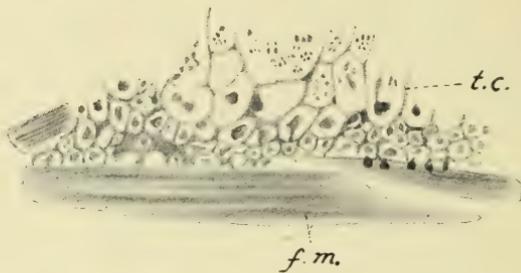


Fig. 12. — Portion du muscle lisse de la vessie du Brochet. — *t. c.*, tissu conjonctif, dont les mailles contenaient des corps particuliers, fortement colorables; *fm*, fibres musculaires.

un autre rôle, dont Schiefferdecker (1903, 1904, 1909) et Kahn (1904) ont fait ressortir l'importance. D'après Schiefferdecker, on peut distinguer dans chaque muscle, dans chaque fibre musculaire, deux parties; une *pars muscularis* formée par la substance musculaire elle-même; une *pars elastica*, constituée par le tissu conjonctif interstitiel (périnysium), le sarcolemme et le tendon, et riche en fibres élastiques. Chacune de ces parties constituantes a sa fonction propre. Quand le muscle, après la contraction, revient au repos, ce retour est assuré rapidement par les fibres élastiques de sa *pars elastica*; cette action de la bande élastique viendrait renforcer celle de la membrane Z, qui agit d'après Schiefferdecker de la même façon. Dans certains muscles, comme divers muscles du Lapin, comme les muscles de l'œil, la fonction de la partie élastique devient très importante. Pour Schiefferdecker et Kahn, quand un muscle de l'œil entre en activité, son muscle antagoniste lui résiste non par sa

partie musculaire mais par sa partie élastique. Il y aurait ainsi, dit Schiefferdecker, une véritable symbiose entre le muscle et son tissu conjonctif. Dans chaque muscle, la distribution, l'importance, la structure du tissu conjonctivo-élastique, de la *pars elastica*, seraient absolument spécifiques.

C. — Les rapports des fibres musculaires avec les trachées ont été déjà examinés (chap. IV). Pour Holmgren, les trachées ne sont qu'un cas particulier des appareils trophospongiaux. Au point de vue physiologique, la pénétration des trachées dans les fibres musculaires a, bien entendu, un but nutritif et fonctionnel.

II. — CARACTÈRES CYTOLOGIQUES DIFFÉRENTIELS DES ÉLÉMENTS MUSCULAIRES.

1° *Sarcoplasme.*

Les variations du sarcoplasme ont fait déjà l'objet du chapitre précédent, dont il n'y a plus qu'à rappeler les principaux résultats. De même qu'il y a des muscles lisses et striés, des fibres musculaires lisses et striées, de même on peut tout aussi bien opposer des muscles, des fibres, les unes riches, les autres pauvres au sarcoplasme. Les écarts entre ces deux sortes de fibres peuvent être énormes ou faibles. Même dans ce dernier cas, les différences peuvent encore permettre de distinguer nettement, par exemple sur la coupe transversale des muscles, les deux variétés sarcoplasmiques de fibres. C'est qu'en effet l'importance de la substance musculaire fibrillaire par rapport au sarcoplasme variant, la disposition topographique respective de l'une et de l'autre varie aussi. La coupe transversale d'une fibre musculaire striée riche en sarcoplasme offre l'image du « champ colonnaire » (*Säulchenfelderung*); celle d'une fibre musculaire pauvre en sarcoplasme présente le « champ fibrillaire » (*Fibrillenfelderung*). Autrement dit, dans le premier cas les fibrilles sont groupées en grand nombre en colonnettes épaisses, séparées par de larges bandes de sarcoplasme; dans le second, elles sont réunies en fascicules minces ou même isolées entre des trabécules fines de sarcoplasme. Par conséquent,

la question des variations quantitatives du sarcoplasme, qui déterminent la grosseur des colonnettes, revient à celle de l'épaisseur de celles-ci, et sera examinée plus loin à propos des fibrilles. De plus la forme des colonnettes est influencée par la disposition du sarcoplasme. Habituellement, le sarcoplasme forme des mailles arrondies ou polygonales, de grandeur inégale, dont les colonnettes épousent la configuration. C'est la disposition connue comme *Säulchenfelderung*, qui se rencontre dans les fibres musculaires squelettiques de la plupart des Vertébrés, et aussi, d'après Retzius (1881) et d'autres auteurs, dans les fibres de certains Insectes. Mais dans un grand nombre de cas les colonnettes et le sarcoplasme, au lieu de cette disposition uniforme et diffuse, affectent des rapports beaucoup plus précis et les colonnettes une forme bien plus régulière. Celles-ci sont alors des lames dirigées radiairement, que la coupe transversale montre sous la forme de bâtonnets ou de bandes rangées les unes à côté des autres. C'est la disposition connue sous le nom de *Reihenfelderung*. Elle comporte d'ailleurs elle-même un certain nombre de variantes. Dans le muscle cardiaque de l'Homme et d'autres Vertébrés on a remarqué, depuis Kölliker (1889), que les colonnettes musculaires sont orientées plus ou moins régulièrement autour de l'axe sarcoplasmique central. Il en est de même dans les muscles des pattes de la plupart des Arthropodes (*Dytiscus*, *Musca*, *Staphylinus*, *Lithobius*) mais non (v. Limbeck, 1885) de *Carabus*, *Oryctes* et autres, dans les muscles des ailes de certains Insectes, dans les muscles de quelques Poissons (Emery, 1882, van Gehuchten, 1888, Kölliker, 1888). Dans ces diverses fibres musculaires, les colonnettes se disposent radiairement les unes à côté des autres, en formant des zones annulaires complètes, au nombre de 1, 2 ou 3, qui entourent la fibre totalement. Avec ces étuis cylindriques de substance musculaire alternent des bandes de sarcoplasme, que des tractus sarcoplasmiques radiés (*Kittplatten* de v. Limbeck) relie entre elles ainsi qu'à la masse sarcoplasmique axiale (fig. 13). On pourrait croire que la disposition radiée des colonnettes et des tractus sarcoplasmiques est due à la présence de l'axe sarcoplasmique; il n'en est pas nécessairement ainsi, car dans la musculature du tronc des Tritons, la structure radiée existe en l'absence de

cet axe (Heidenhain, 1899). Enfin, dans les muscles de beaucoup de Poissons, notamment dans ceux de la ligne latérale (Emery, 1882, van Gehuchten, 1888, Kölliker, 1888, Vialleton, 1902) dans les muscles dorsaux, anaux et branchiaux de l'Hippocampe (Ranvier, 1874, Rollett, 1888) les colonnettes lamelleuses se groupent de façon très élégante en rubans courbes et sinueux, plongés dans une masse commune de sarcoplasme. Il peut même arriver dans ces muscles et aussi dans certains muscles de l'Écrevisse et de quelques Coléoptères, que ces rubans se rejoignent sur la coupe par leurs deux extrémités et se soudent en anneaux fermés, c'est-à-dire en réalité en cylindres creux.

Pour compléter les variations apportées par le sarcoplasme dans la constitution des fibres musculaires, il ne faut pas oublier

que cette substance comporte des différenciations et fabrique des produits qui ont été étudiés aux chapitres III et IV. Ces différenciations, ce sont les membranes fondamentales avec leurs diverses manières d'être. Ces produits, ce sont, à partir des mitochondries, la graisse, le glycogène, le pigment musculaire, etc. On comprend que les variations qualitatives et structurales du sarcoplasme puissent donner lieu à une foule de variétés histo-physiologiques de cellules musculaires.

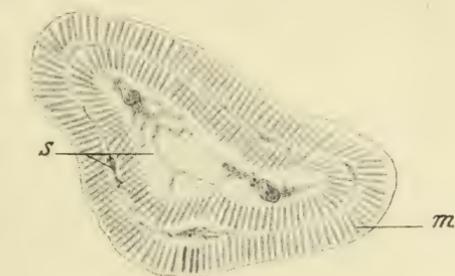


Fig. 13. — *Fibre musculaire d'une Mouche (Calliphora vomitoria) en coupe transversale.* — La substance musculaire *m* est divisée en deux bandes annulaires, dans chacune desquelles les colonnettes ont la forme de lamelles radiées. Le sarcoplasme *s* forme une masse axiale logeant deux noyaux et une zone interposée aux deux bandes musculaires.

2° Noyaux.

On sait que les fibres musculaires diffèrent beaucoup les unes des autres par le nombre, la situation, la taille et la forme de leurs noyaux.

Quant à la forme des noyaux, elle est tantôt arrondie ou ellipti-

que, tantôt comme dans les fibres lisses des Vertébrés plus ou moins allongée. On a décrit des formes spirales du noyau, que je laisserai de côté ici, parce que leur relation avec le fonctionnement de la cellule musculaire n'apparaît pas clairement.

La taille des noyaux varie aussi, et selon le nombre des noyaux. Dans certaines cellules musculaires, il n'existe qu'un seul noyau très volumineux; d'autres éléments musculaires possèdent de nombreux petits noyaux.

Le nombre des noyaux est variable aussi et dans des limites très étendues, puisque les fibres musculaires striées des Vertébrés renferment des centaines et des milliers de noyaux.

Nous reviendrons sur ces différents points un peu plus loin à propos d'un travail fondamental de Schiefferdecker. Il n'y a donc plus qu'une dernière question à envisager, celle de la situation des noyaux.

Cette situation est très différente selon les muscles.

Tantôt les noyaux occupent dans la fibre une position centrale; entourés d'une masse sarcoplasmique le plus souvent abondante, ils en forment l'axe. C'est ce qu'on observe dans les fibres musculaires du type axial proprement dit, notamment dans les fibres lisses des Vertébrés et de beaucoup d'Invertébrés, dans les fibres cardiaques, dans les fibres striées des Arthropodes en général (fig. 13). Dans d'autres cas, tout en ayant une situation profonde, ils ne sont plus limités à l'axe de l'élément musculaire, mais disséminés dans sa masse, comme dans les muscles des Poissons, de la Grenouille, du Triton, dans les muscles rouges (demi-tendineux et soléaire) du Lapin (Ranvier, 1873, 1875, Stirling, 1882) (fig. 14, A, C). Tantôt enfin, comme dans la plupart des muscles des Mammifères et dans ceux de quelques Insectes (Retzius, 1882, Ciaccio, 1887, Enderlein, 1900) ils occupent une situation superficielle et sont immédiatement sous-jacents à l'enveloppe de la fibre musculaire (fig. 14, B). Dans nombre de cas même, la substance musculaire occupant l'axe de la fibre, une gaine sarcoplasmique épaisse, riche en noyaux, entoure l'axe musculaire; il en est ainsi pour les muscles des têtards des Amphibiens, les fibres musculaires des Crustacés Edriophthalmes (Kœhler, 1887), les fibres des muscles moteurs de la nageoire de l'Hippocampe (Ranvier, 1874, Rollett, 1888).

Si l'on compare les fibres musculaires de l'adulte à celles de l'embryon, on constate que la situation des noyaux n'est pas toujours la même et que par conséquent la position des noyaux chez l'adulte est fréquemment secondaire. Il en est ainsi pour les fibres musculaires striées du squelette des Vertébrés, dont les noyaux sont chez l'adulte, soit superficiels, soit plus ou moins profonds, mais jamais axiaux. Ils occupent au contraire chez l'embryon une situation centrale et sont alignés en série longitudinale à l'intérieur de l'axe sarcoplasmique de la fibre embryonnaire. On admet que,

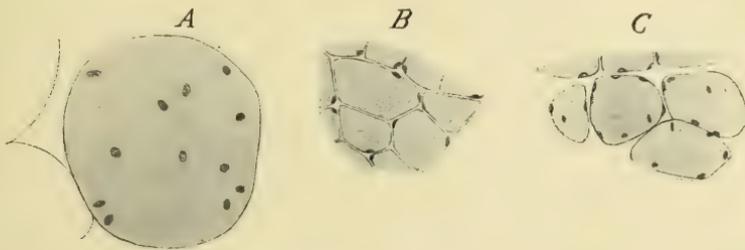


Fig. 14. — Coupes transversales de diverses fibres musculaires montrant la situation différente des noyaux (d'après Ranvier). — A. Couturier de la Grenouille — B. Grand adducteur du Lapin (muscle blanc). — C. Demi-tendineux du Lapin (muscle rouge).

repoussés par le développement de la masse musculaire fibrillaire, ils émigrent ensuite vers la périphérie de la fibre. Thoma (1909) pense qu'à l'état normal aussi bien que pathologique, les séries nucléaires qui se forment sont dues moins à la multiplication amitotique des noyaux déjà existants qu'à leur déplacement, causé par des états anormaux de tension des fibrilles. On comprend que l'accroissement numérique ou la disparition des fibrilles donnent lieu à des migrations nucléaires. D'après Schiefferdecker (1909), le déplacement des noyaux, dans les fibres embryonnaires devenant adultes, doit être attribué au déplacement du sarcoplasme; suivant une loi biologique générale bien connue, les noyaux se placent là où il y a du protoplasme. Le déplacement du sarcoplasme à son tour est causé par l'excitation produite par la néoformation des noyaux. D'après le même auteur, la situation des noyaux est encore réglée dans une certaine mesure par celle des capillaires sanguins; on trouve les noyaux accumulés de préférence au voisi-

nage des capillaires, parce que ce sont les noyaux que le courant nutritif doit d'abord rencontrer; de là la supériorité physiologique des fibres à noyaux superficiels sur les autres. Les extrémités tendineuses des muscles sont plus riches en noyaux, surtout en noyaux intérieurs, que les autres parties, parce que les échanges nutritifs sont sans doute plus actifs dans ces régions.

De tout ce qui précède on peut penser que la position différente des noyaux, dans les muscles striés squelettiques des Mammifères, correspondrait à un état plus ou moins parfait des fibres musculaires, demeurées en un stade variable de leur différenciation évolutive. Les fibres à noyaux axiaux seraient les moins parfaites, parce que la situation axiale du sarcoplasme et des noyaux est l'état primitif dans le développement des fibres musculaires. Les fibres à noyaux périphériques réaliseraient l'état le plus différencié, qui est effectivement le plus tardif dans le développement embryonnaire. Celles dont les noyaux sont disséminés dans l'épaisseur de la fibre représenteraient un stade intermédiaire. Par là, la position des noyaux aurait une valeur spécifique, et caractériserait non pas certes des espèces animales mais du moins des espèces de fibres musculaires. Les muscles blancs auraient seuls des noyaux superficiels; les noyaux seraient profonds dans les muscles rouges. Ces différences, que Ranvier a cherché à établir, n'ont pas été trouvées absolues. Rollett a montré que la valeur du caractère tiré de la situation des noyaux était exagérée. Car chez les Gallinacés, le Pigeon, les noyaux occupent une situation quelconque, soit superficielle, soit intérieure. De même chez certains Insectes (Hydrophile, Dytique), les noyaux ont une situation centrale et périphérique à la fois (Ciaccio, 1887). Quant à la distinction des muscles rouges et blancs des Mammifères que Ranvier avait voulu fonder surtout sur la situation différente des noyaux, elle a été très contestée. Paukul (1904) ne trouve pas de noyaux intérieurs dans les muscles rouges; la seule différence qu'il constate entre muscles blancs et rouges est que dans les premiers ils sont disséminés, tandis que dans les seconds ils sont disposés en séries longitudinales plus ou moins nettes.

Dans une série imposante de recherches, remarquables par la

précision de la méthode employée et par l'énorme quantité des faits accumulés, Schiefferdecker (1902, 1903, 1904, 1905, 1909) s'est appliqué à établir les différences morphologiques diverses qui permettent de distinguer dans une même espèce, l'Homme ou un autre Mammifère, les muscles en apparence de constitution semblable, et de caractériser un même muscle dans deux espèces voisines et même chez le même individu. Il a employé une méthode, toute de patience, statistique et graphique, a dressé des tableaux et tracé des courbes de numération et de mensuration. Il a comparé de cette façon les muscles à différents points de vue, a examiné successivement et séparément le calibre des fibres musculaires, l'abondance du sarcoplasme relativement à la masse fibrillaire, et enfin les noyaux.

Ce sont les noyaux, à peu près négligés avant lui, qui lui ont fourni le critérium le plus sûr pour la distinction des muscles. Aussi a-t-il conclu à l'importance des noyaux pour le type et la fonction du muscle. Il a envisagé séparément, dans les noyaux, leur forme et leur longueur, leur nombre et leur volume et par suite la masse nucléaire absolue, aussi bien que la masse nucléaire relative au reste de la fibre. La masse nucléaire absolue résulte du nombre nucléaire absolu et de la grandeur nucléaire absolue; ces deux éléments influencent, de façon variable, selon les muscles et selon les individus, la valeur de la masse nucléaire absolue. Celle-ci est, bien entendu, fonction des trois dimensions du noyau, de la largeur et de l'épaisseur ou diamètre du noyau, appréciée par la grandeur de la coupe transversale, et de la longueur de l'axe nucléaire; ce dernier facteur est dans beaucoup de cas le plus variable et fournit le meilleur discriminant. Plus importante encore que la masse nucléaire absolue est la masse nucléaire relative par rapport à la masse fibrillaire. On doit en faire un caractère distinctif de premier ordre, servant à établir des groupements principaux de muscles, à l'intérieur desquels la longueur, le diamètre, le volume, le nombre des noyaux permettent d'établir des subdivisions.

C'est sur ces principes que Schiefferdecker a entrepris l'étude comparative de muscles différents, par exemple des muscles rouges

et blancs de l'adulte, des muscles de l'embryon et des muscles adultes, des muscles entraînés ou non par l'exercice, des muscles sains ou pathologiquement altérés.

La comparaison des muscles rouges et des muscles blancs chez le Lapin et les Carnivores montre que les différences essentielles qui séparent ces deux sortes de muscles résident dans les dispositions des noyaux ; car auprès de celles-là, les autres ne sont qu'accessoires. Il peut cependant n'y avoir, quant aux noyaux et aux autres caractères distinctifs de muscles rouges et de muscles blancs, aucune différence entre des muscles tels que le soléaire et le gastrocnémien du Lapin, qui fonctionnent synergiquement, parce que le fonctionnement identique a influé de la même façon sur le muscle rouge et sur le muscle blanc. Des muscles tels que le muscle palpébral supérieur de l'Homme et le palpébral inférieur peuvent au contraire différer entre eux, parce que leur fonction n'est pas la même. La masse nucléaire relative est plus élevée dans le muscle palpébral supérieur que dans l'inférieur. Elle diffère beaucoup entre les muscles rouges et les muscles blancs, atteint 2,15 à 2,83 p. 100 dans les premiers et ne dépasse pas 0,32 à 0,9 p. 100 dans les seconds. Le volume nucléaire est aussi beaucoup plus grand dans les rouges, où il a des valeurs de 95, 111, 128, que dans les blancs où il n'est que de 65 à 86. On peut étendre ces comparaisons aux divers muscles de l'Homme et on constate alors par exemple que, pour la masse nucléaire relative, le muscle droit supérieur de l'Homme est comparable à un muscle rouge, tandis que le deltoïde, le grand dentelé, le grand pectoral sont analogues à des muscles blancs.

Les muscles de l'embryon et du nouveau-né montrent, entre le diamètre de la fibre et le diamètre du noyau, des rapports typiques qui seront plus tard détruits chez l'adulte par des variations individuelles. Il y a bien entre les deux diamètres un rapport à peu près fixe ; cependant le noyau peut diminuer, pendant le développement, tandis que la fibre augmente. La masse nucléaire absolue est d'ailleurs supérieure (7 p. 100) chez l'embryon à ce qu'elle est chez l'adulte (4 à 5 p. 100).

L'hypertrophie d'activité, étudiée sur le couturier du Chien,

produit une augmentation du sarcoplasme et de la masse nucléaire relative plus forte que celle des fibrilles, à la différence de l'accroissement ontogénique, dans lequel la proportion entre les divers constituants de la fibre ne varie pas. Quand par l'entraînement un muscle passe de l'état ordinaire à celui de muscle exercé, les dispositions des noyaux changent tellement que les fibres deviennent tout à fait différentes.

Lors de toute transformation physiologique ou pathologique d'un muscle, on sait qu'il se fait une active multiplication amitotique des noyaux. Par là sont créés des centres d'échanges nutritifs plus nombreux et l'importance de ces échanges s'exagère. La transformation une fois effectuée, il peut y avoir un nombre de noyaux beaucoup plus grand qu'anparavant. Mais aussi, dans d'autres cas, comme à la suite de l'hypertrophie d'activité, il peut y avoir disparition partielle des noyaux; si ceux-ci sont moins nombreux mais plus gros, comme ils le sont dans les muscles entraînés, il y a ralentissement des échanges et le travail musculaire est rendu plus économique.

3° *Sarcolemme.*

La gaine propre de la fibre musculaire, le sarcolemme, n'a pas encore reçu de signification morphologique précise. Sans présenter concurremment les diverses opinions émises à ce sujet, nous dirons seulement que l'interprétation la plus acceptable consiste à le considérer comme une sorte de feuillet de substance conjonctive, condensé autour de la fibre à la façon d'une membrane basale. Cette manière de voir a l'avantage de rendre le mieux compte des différences qui séparent les diverses fibres au point de vue du sarcolemme. Trois cas peuvent en effet être réalisés. Ou bien, comme dans les fibres musculaires striées des Arthropodes et des Vertébrés, il existe un véritable sarcolemme, sous la forme d'une membrane propre, qui se moule exactement sur la fibre musculaire. Ou bien, comme dans le myocarde des Vertébrés, il n'y a pour représenter le sarcolemme qu'une lame simple ou dédoublée en deux feuillets, située dans l'intervalle de deux travées muscu-

lares; c'est là un faux sarcolemme, ou plutôt un sarcolemme imparfait, mais un sarcolemme tout de même, puisque les membranes Z s'insèrent sur cette lame ou sur ces deux feuillettes comme elles le font sur les gaines sarcolemmatiques vraies. Ou bien enfin, ainsi que c'est le cas pour les fibres lisses des Vertébrés, tout sarcolemme est absent, mais on pourrait dire qu'alors, de façon plus imparfaite encore que dans le muscle cardiaque, il est représenté par ces formations conjonctives et notamment par ces membranelles longitudinales qui s'interposent entre deux fibres lisses voisines.

Il est facile d'imaginer l'influence que la présence d'un véritable sarcolemme peut avoir sur le mode de contraction d'un muscle. Elle individualise les fibres et assure leur contraction indépendante. C'est de cette façon que Lucas (1909) explique les « contractions submaximales » des muscles, c'est-à-dire celles dont la résultante est inférieure au maximum prévu; certaines fibres isolées dans leur gaine sarcolemmatique pourraient demeurer au repos.

4° *Fibrilles.*

Les fibres musculaires peuvent différer beaucoup entre elles au point de vue des fibrilles, quant à la structure de ces fibrilles, à leur disposition, à leur épaisseur et à leur masse totale.

Au point de vue de la structure, il y a tout d'abord à distinguer les fibrilles homogènes ou lisses et les fibrilles hétérogènes ou striées, et parmi celles-ci les deux types de striation simple ou complexe, ainsi que les striations particulières telles que la striation hélicoïdale, simple et double oblique. Nous n'avons pas à revenir sur ces caractères de structure non plus que sur leur portée physiologique, puisque le chapitre VI tout entier a été consacré à cette question.

Il faut toutefois signaler ici certaines fibres striées très particulières, dont l'intérêt histophysiologique est grand, parce qu'elles sont en rapport avec des mouvements tout à fait particuliers. Thulin, en étudiant la langue des Batraciens, celle du Caméléon et la luvette de l'Homme, a trouvé dans la musculature de ces organes

deux sortes de fibres musculaires : des fibres ordinaires et des fibres spéciales (fig. 15). Celles-ci se distinguent par un certain nombre de caractères, leur calibre considérable d'abord, leurs noyaux, la striation plus fine, la présence d'un septum conjonctif qui règne tout le long de la fibre et s'enfonce dans sa substance, et surtout le trajet des fibrilles. Au lieu d'être longitudinales, comme tous les muscles ordinaires, ces fibres ont une direction spirale, ou même (comme chez le Caméléon), sont les unes longitudinales, les autres obliques ou transversales. L'auteur s'est assuré que ces formes très spéciales n'étaient pas dues à des phénomènes de contraction, mais étaient parfaitement naturelles. Ces fibres spirales caractérisent des organes dont la faculté d'extension et la rapidité de projection sont extraordinaires, et c'est certainement à elles que ces propriétés doivent être rapportées. Thulin indique que J. Nusbaum a fait sur la vessie natatoire des Téléostéens l'observation d'éléments analogues.

Dans le cas de fibrilles striées, la largeur plus ou moins grande des bandes, c'est-à-dire la grossièreté ou la délicatesse de la striation, et, dans le cas de fibrilles du type complexe, la hauteur variable des cases musculaires comprises entre deux membranes Z créent des variétés de muscles qu'il est intéressant de connaître. On parle couramment de striation fine ou grossière. On sait que la hauteur des cases varie dans de larges limites, et on a générale-

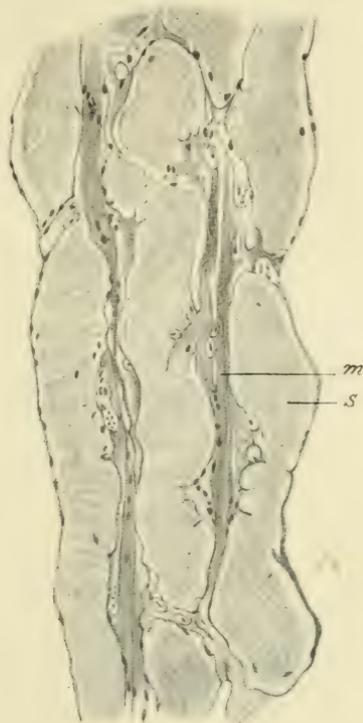


Fig. 15. — *Muscle hyoglosse* de *Bufo vulgaris*, d'après Thulin. — *m*, fibres musculaires ordinaires; *s*, fibres musculaires spirales.

ment mis ce caractère en rapport avec la contraction plus ou moins rapide des cellules musculaires. Mais Nasse (1882) est d'avis qu'on ne doit pas comparer entre eux les muscles de divers animaux à ce point de vue, mais seulement les éléments d'un même muscle. Il croit que, se renfermant dans ces limites, on peut démontrer qu'à la diminution de hauteur des cases musculaires correspond la rapidité de la contraction. Warringsholz (1903), examinant comparativement divers muscles du Porc, du Cheval, du Bœuf et du Mouton, n'a pas trouvé de différences sensibles dans la hauteur des cases musculaires. On a généralement dit que la striation était différente dans les muscles rouges et dans les muscles blancs des Mammifères, plus fine dans ceux-ci que dans ceux-là. Mais Schiefferdecker et d'autres auteurs ont nié cette différence.

L'épaisseur des fibrilles ou plutôt des colonnettes musculaires varie beaucoup. Elle est évidemment commandée par la disposition du sarcoplasme. A des colonnettes épaisses répond un sarcoplasme abondant, et sur la coupe transversale l'image du champ colonnaire (*Säulchenfelderung*). Les colonnettes mêmes se trouvent dans les fibres à sarcoplasme peu abondant et dont la section transversale donne l'image du champ fibrillaire (*Fibrillenfelderung*). Ce ne sont pas là, d'après Schiefferdecker, d'ailleurs des caractères distinctifs absolus; car un même muscle ou même une même fibre en divers endroits peut présenter suivant son état fonctionnel des colonnettes épaisses ou minces et offrir les deux aspects de la coupe transversale; l'arrangement des fibrilles n'est donc sans doute pas immuable. Cette réserve faite, on a généralement admis que les colonnettes musculaires étaient d'autant plus minces que le muscle était plus actif.

Selon Renaut (1893), les fibrilles (colonnettes) sont deux fois plus épaisses dans les muscles rouges que dans les muscles blancs.

D'après Paukul (1904), les muscles rouges ont des colonnettes plus grossières, disposées en un champ colonnaire; dans les muscles blancs les colonnettes sont plus minces et la coupe de la fibre offre le champ fibrillaire. Lelièvre et Retterrer (1909) ont étudié comparativement le calibre des colonnettes dans les muscles de la pince et de la queue de l'Écrevisse, dans les muscles blancs et les muscles

rouges, dans le muscle cardiaque des petits et des grands Mammifères. Ils aboutissent à cette conclusion générale, que la nature, la force et la durée de la contraction musculaire dépendent de la structure du muscle et notamment du calibre des colonnettes. Plus les contractions sont rapides et promptes, plus les colonnettes musculaires sont délicates. Elles sont moitié moins épaisses dans le cœur du Cobaye que dans celui du Cheval, dont les battements sont trois ou quatre fois moins fréquents; elles sont cinq ou six fois moins épaisses dans le grand adducteur que dans le crural du Lapin qui se raccourcit deux ou trois fois moins que le grand adducteur et élève un poids trois fois moins haut; elles sont trois fois plus minces dans les muscles de la queue que dans ceux de la pince de l'Écrevisse dont les contractions sont bien plus lentes; elles sont deux fois plus fines dans les muscles des ailes que dans ceux des pattes de Chauves-Souris, qui effectuent les premiers un travail dynamique, les seconds un travail statique.

Les muscles thoraciques des Insectes représentent un cas un peu spécial, en apparence du moins. On sait que, chez beaucoup d'Insectes, ces muscles se décomposent en fibrilles, ce pourquoi on les a appelés « muscles fibrillaires » sans que ces fibrilles paraissent contenues dans des fibres, d'où leur autre nom de « muscles atypiques ». Il est aujourd'hui reconnu que les muscles en question sont, comme les autres, des faisceaux de fibres musculaires, et il est à peu près généralement reconnu que les prétendues fibrilles sont en réalité des colonnettes, d'un diamètre moyen de 4μ (voir chap. I). Le calibre, en somme très fin, de ces colonnettes est ici en rapport comme partout avec le travail énorme que fournissent ces muscles.

La question de l'épaisseur des fibrilles mène directement à celle de la valeur de la masse fibrillaire totale dans une fibre musculaire. Ce sujet a été examiné aussi par Schiefferdecker (1903). Il établit que la masse totale des fibrilles est dans une fibre musculaire en rapport avec la masse totale du sarcoplasme. Dans les muscles de l'Homme et du Chien, la masse fibrillaire est relativement faible, de un quart à un sixième de la masse totale de la fibre; dans les muscles des Insectes elle peut s'élever aux trois quarts.

Il est donc inexact de soutenir, avec les auteurs classiques, que la masse fibrillaire forme de beaucoup la majeure partie des muscles de l'Homme et des animaux supérieurs. Du reste, s'il varie selon les muscles, le rapport de masse entre le sarcoplasme et les fibrilles peut être très variable aussi dans le même muscle examiné chez des Hommes différents. Il sera peut-être possible d'établir la signification des fibrilles et du sarcoplasme et leur rôle respectif dans la contraction, en déterminant le rapport des deux constituants dans des muscles dont l'activité est caractéristique. En somme, d'après Schiefferdecker, le rapport de la masse fibrillaire au sarcoplasme varie selon les espèces, selon les individus et suivant les muscles considérés. Toutefois il n'est pas possible de s'en servir pour distinguer en bloc les muscles rouges et les muscles blancs; car, contrairement à l'opinion classique, Schiefferdecker le tient pour à peu près semblable dans les deux cas.

CONCLUSION.

De la description qui précède il résulte que les fibres musculaires et les muscles présentent des caractères très différents tant par leur forme extérieure que par leur structure. Le nombre des caractères morphologiques qui peuvent différencier deux fibres ou deux organes musculaires est très grand. Par conséquent la combinaison diverse de ces nombreux caractères peut donner lieu à un très grand nombre de types ou de variétés musculaires. On trouve donc, par l'étude morphologique des éléments musculaires, une collection suffisante de types morphologiques pour qu'elle puisse faire pendant aux types physiologiques que révèle l'étude de la contraction musculaire. Malheureusement la correspondance des deux catégories, morphologique et physiologique, est loin d'être établie dans le détail, et le rapport de la structure à la fonction ne peut le plus souvent être précisé.

La diversité des caractères morphologiques constatés, la variation qu'éprouvent séparément ces caractères quand on les compare d'une espèce animale à une autre, d'un individu à un autre, d'un

muscle à un autre, permettent à chaque muscle, à chaque fibre musculaire peut-être même, d'avoir sa constitution spécifique, sa structure fonctionnelle qui lui est propre. C'est là la conclusion générale, tout à fait remarquable, à laquelle les importantes recherches statistiques de Schiefferdecker l'ont conduit. La comparaison, même superficielle, de la musculature générale ou de muscles homologues chez des espèces différentes plus ou moins éloignées, peut montrer à tout observateur des différences spécifiques énormes, tant morphologiques que physiologiques. Entre individus de même espèce, entre hommes par exemple, il y a aussi, d'après Schiefferdecker, des différences, et l'étude minutieuse qu'il a faite des noyaux musculaires lui a permis de parler pittoresquement d'hommes à petits et à grands noyaux. Il faut cependant savoir que la variation individuelle ne porte pas sur tous les muscles. Car les uns, qu'on peut considérer comme neutres ou indifférents, échappent à l'influence de l'exercice, tandis que les autres, différemment entraînés et soumis à une hypertrophie d'activité inégale, peuvent varier beaucoup. C'est ainsi qu'ayant étudié comparative-ment chez plusieurs sujets un muscle, le droit supérieur de l'œil, qui peut être regardé comme indifférent, Schiefferdecker a trouvé que les courbes obtenues pour le calibre des fibres et pour l'état des noyaux ont été les mêmes chez ces sujets. Mais si l'on compare entre eux les autres muscles, susceptibles d'entraînement, on trouve des différences individuelles notables. Enfin la comparaison des divers muscles d'un même sujet apprend que ces muscles sont spécifiques et diffèrent les uns des autres par leur structure comme par leur fonction.

Par l'étude histo-physiologique des muscles, la spécificité de l'organisation en rapport avec la modalité de la fonction apparaît pour trois ordres de relations. Cette étude l'établit pour la relation d'organes entre eux, puisque les différents muscles sont spécifiques. Elle la montre, fortement marquée, pour les diverses espèces animales. Enfin la spécificité musculaire ressort encore de la comparaison d'individus de même espèce. Il y a, et on pouvait s'attendre à ce qu'il y eût, une histologie musculaire personnelle, chez l'homme par exemple, et bien certainement aussi chez des animaux diffé-

remment entraînés. Si deux individus, en état de santé tous deux, sont très semblables l'un à l'autre par leurs organes de nutrition, la caractéristique personnelle s'affirme dans les organes des fonctions de relation, dans le développement et la structure du système nerveux, dans la constitution des organes de la génération (qui est aussi une fonction de relation) et enfin dans l'état de l'appareil locomoteur et particulièrement du système musculaire.

Index bibliographique.

- ABBATE. — Sulle ramificazioni ed anastomosi di alcuni fibre muscolare nei muscoli sfinteri, nei muscoli a ventaglio ed in quelli a movimento rapido in alcuni mammiferi, *Osserv. medico di Palermo*, 1876.
- AIMÉ. — Bandes intercalaires et bandes de contraction dans les muscles omo-hyoïdiens de la tortue, *Bibliogr. Anatom.*, 1911.
- APATHY. — Das leitende Element in den Muskelfasern von Ascaris, *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. XLIII, 1894. — Das leitende Element des Nervensystems, etc., *Mitth. a. d. zool. Station Neapel*, Bd. XII, 1897.
- ARNOLD. — Zur Morphologie des Glykogens des Herzmuskels nebst Bemerkungen über dessen Struktur, *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. LXXIII, 1909.
- BALZER. — Recherches techniques sur le tissu élastique. Appareils élastiques de la peau. Rapports du tissu musculaire et du tissu élastique, *Arch. de Physiologie*, t. XIV, 1884.
- BARFURTH. — Ueber Zellbrücken glatter Muskelfasern, *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. XXXVIII, 1891.
- BARPI. — Contributo allo studio dell' elemento muscolare nell' intestino del cane, *Clinica veter.*, Anno 32, 1909, n° 6.
- BAUM. — Beiträge zur Kenntnis der Muskelspindeln, *Anat. Hefte*, H. 42, 43, 1900.
- BENDA. — Ueber den feineren Bau der glatten Muskelfasern des Menschen, *Verh. d. Anat. Gesellschaft*, 1902.
- BERGH. — Beiträge zur vergleichenden Histologie II. Ueber den Bau der Gefässe bei den Anneliden, II^e Mitth., *Anat. Hefte*, H. 49, 1900.
- BIESIADECKI und HERZIG. — Die verschiedenen Formen der quergestreiften Muskelfasern, *Sitz. d. Kais. Akad. d. Wiss. Wien*, Bd. XXXIII, 1858.
- BOHEMANN. — Intercellularbrücken und Spalträume der glatten Muskulatur, *Anat. Anzeiger*, Bd. X, 1895.
- BROWICZ. — Ueber das Verhalten der Kittsubstanz der Muskelbalken des Herzens in pathologischen Zuständen, *Wiener Klin. Wochenschrift*, 1889. — Ueber die Bedeutung der Veränderungen der Kittsubstanz der Muskelbalken der Herzmuskels, *Arch. f. pathol. Anat.*, Bd. CXXXIV, 1893.
- DE BRUYNE. — Contribution à l'étude de l'union intime des fibres musculaires lisses, *Arch. de Biologie*, t. XII, 1892. — Berichtigung zu H. Bohemanns vorläufiger Mittheilung über Intercellularbrücken und Spalträume der glatten Muskulatur, *Anat. Anzeiger*, Bd. X, 1895.
- BUSACHI. — Ueber die Neubildung von glattem Muskelgewebe u.s.w, *Beitr. z. pathol. Anat.*, Bd. IV, 1889.
- R. y CAJAL. — Textura de la fibra muscular del corazón, *Gazeta médica catal. Barcelona*, t. XI, 1888.
- CIACCIO. — Della anatomia minuta de quei muscoli che nell'insetti muovono le ali, *Mem. d. R. Accad. d. Sc. di Bologna*, Sér. IV, t. VIII, 1887.
- MISS CLAYPOLE. — Notes on comparative histology of blood and muscle, *Trans. of Americ. micr. Society*, vol. XVIII, 1897.

- CORTI (cité par Kölliker, 1889).
- DIETRICH. — Die Querlinien des Herzmuskels, *Verh. d. Deutschen pathol. Ges.*, 1906.
- DRASCH. — Der Bau der Giftdrüsen des gefleckten Salamanders, *Arch. f. Anat. u. Physiol., Anat. Abth.*, 1894.
- V. EBNER. — Ueber Kittlinien der Herzmuskelfasern, *Sitz. d. Kais. Akad. d. Wiss. Wien*, Bd. CIX, 1900. — *Kölliker's Handbuch der Gewebelehre des Menschen*, VI^e Aufl., Bd. III, 1902. — Ueber die natürlichen Enden der Herzmuskelfasern, *Verh. d. morph.-physiol. Ges. in Wien*, 1902.
- EMERY. — Sopra la struttura delle fibre muscolari striate di qualche vertebrate, *Memor. d. R. Accad. d. Sc. di Bologna*, 1882 et *Arch. ital. de Biologie*, t. II, 1884. — Intorno alla muscolatura lissa e striata della Nephthys scolopendroides, *Mitth. a. d. zool. St. Neapel*, Bd. VII, 1887.
- ENDERLEIN. — Beitrag zur Kenntnis des Baues der quergestreiften Muskeln bei den Insekten, *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. LV, 1900.
- ENGELMANN. — Ueber den faserigen Bau der kontraktiven Substanzen mit besonderer Berücksichtigung der glatten und doppelt schräggestreiften Muskelfasern, *Arch. f. ges. Physiol.*, Bd. XXVI, 1881.
- FOL. — L'anatomie microscopique du Dentale, *C. R. Acad. Sciences*, t. C, 1885.
- FORSMARK. — Zur Kenntnis der Irmuskulatur des Menschen, etc., *Mitth. aus der Augenklunik des Carolinischen Med.-chir. Institutes zu Stockholm*, H. 7, 1904. (Cité d'après Heidenhain, 1911.)
- SUS. GAGE. — Form, endings and relations of striated muscular fibres in the muscles of minute animals, etc., *The Microscope*, t. VIII, 1888. — The intramuscular endings of fibres in the skeletal muscles, *Proc. of the Amer. Soc. of Microscopists*, 13^e Meet. 1890.
- GARNIER. — Sur l'apparence de ponts intercellulaires produits entre les fibres musculaires lisses par la présence d'un réseau conjonctif, *Journ. de l'Anat. et de la Physiol.*, t. XXXIII, 1897.
- GILSON et PANTEL. — Sur quelques cellules musculaires de l'Ascaris, *Anat. Anzeiger*, Bd. IX, 1894.
- GRUVEL. — Sur quelques points de l'histologie des muscles des Cirrhipèdes, *C. R. Acad. Sciences*, t. CXXIII, 1896. — Histologie de l'appareil musculaire des Cirrhipèdes, *Bibliogr. anatomique*, 1897.
- GRÜTZNER. — Zur Anatomie und Physiologie der quergestreiften Muskeln, *Recueil zoologique suisse*, t. I, 1884. — Die glatten Muskeln, *Ergebnisse der Physiologie*, Jahrg. III, 1904.
- HALBAN. — Die Dicke der quergestreiften Muskelfasern und ihre Bedeutung, *Anat. Hefte*, H. 9, 1892.
- HAUCK. — Untersuchungen zur normalen and pathologischen Histologie der quergestreiften Muskulatur, *Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilk.*, Bd. XVII, et *Dissert. Erlangen*, 1900.
- M. HEIDENHAIN. — Struktur der kontraktiven Materie. I. u. II. Abschn., *Ergebn. d. Anat. u. Entw.*, Bd. VIII, 1898 et Bd. X, 1900. — Ueber die Struktur des menschlichen Herzmuskels, *Anat. Anzeiger*, Bd. XX, 1901. — Plasma und Zelle, II^e Lief., *Handbuch der Anatomie des Menschen*, von K. von Bardeleben, 1911.
- HENNEBERG. — Das Bindegewebe in der glatten Muskulatur und die sogenannten Interzellularbrücken, *Anat. Hefte*, H. 54, 1900.
- HEYMANS. — Ueber die Nervenendigung in der glatten Muskelfaser beim Blutegel, *Verh. d. Anat. Gesellschaft*, 1887-88 et *Anat. Anzeiger*, Bd. III, 1888. — Exposé de l'état actuel de nos connaissances et observations personnelles sur la terminaison des nerfs dans les muscles lisses de la sangsue, Bruxelles, 1889.
- HOCHÉ. — Recherches sur la structure des fibres musculaires cardiaques, *Bibliogr. anatom.*, 1897.
- HOEHL. — Ueber das Verhältnis des Bindegewebes zur Muskulatur, *Anat. Anzeiger*, Bd. XIV, 1899.
- HOFFMANN. — Ein Beitrag zur Kenntnis der sogenannten Kittlinien der Herzmuskelfasern, *Diss. Leipzig*, 1909.

- HOLMGREN. — Zur Kenntnis der zylindrischen Epithelzellen, *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. LXV, 1904. — Ueber die Trophospongien der quergestreiften Muskelfasern nebst Bemerkungen über den allgemeinen Bau dieser Fasern, *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. LXXI, 1907.
- H. HOYER JUN. — Ueber die Continuität der contractilen Fibrillen in den Herzmuskelzellen, *Bull. intern. de l'Acad. des Sciences de Cracovie*, 1901.
- HOYER. — Mikroskopische Untersuchungen über die Zunge des Frosches, *Arch. f. Anat. u. Physiol.*, vol. XIX, 1859.
- HUET. — Nouvelles recherches sur les Crustacés Isopodes. *Journ. Anat. et Physiol.*, vol. XIX, 1883.
- HUXLEY (cité par Kölliker, 1889).
- IDE. — Le tube digestif des Crustacés édriophthalmes, *La Cellule*, t. VIII, 1892.
- JOUSSET DE BELLESME. — Sur les anastomoses des fibres musculaires striées chez les Invertébrés, *C. R. Acad. Sciences*, t. XCV, 1884.
- KAHN. — Ein Beitrag zur Lehre von den Pilomotoren, *Arch. f. Anat. u. Physiol., Phys. Abth.*, 1903. — Ueber die Bedeutung des elastischen Gewebes als Sehnen quergestreiften Muskeln, *Centr. f. Physiol.*, Bd. XVII, 1904.
- KLECKI. — Experimentelle Untersuchungen über die Zellbrücken in der Darmmuskulatur der Raubtiere, *Dissert. Dorpat*, 1891.
- KOEHLER. — Sur la structure des fibres musculaires chez les Crustacés édriophthalmes, *C. R. Acad. Sciences*, t. CIV, 1887. — Recherches sur la structure des fibres musculaires chez les Edriophthalmes (Isopodes et Amphipodes), *Journ. de l'Anat. et de la Physiol.*, 1887. — Recherches sur la structure du pédoncule des Cirrhipèdes, *Revue Biolog. du Nord de la France*, t. I, 1888. — Quelques remarques à propos d'un travail récent sur les Cirrhipèdes, *Ibid.*, t. III, 1891.
- KÖLLIKER. — Zur Kenntnis der quergestreiften Muskelfasern, *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. XLVII, 1888. — *Handbuch der Gewebelehre des Menschen*, 6^{te} Aufl., Bd. I, 1889. — Demonstration mikroskopischer Präparate, *Sitz. d. phys.-med. Gesellsch. Würzburg*, 1889.
- KULTSCHITZKY. — Ueber die Art der Verbindung der glatten Muskelzellen miteinander, *Biolog. Centralblatt*, Bd. VII, 1888.
- LAGUESSE et LEMOINE. — Sur la charpente conjonctive du muscle, *C. R. Soc. Biologie*, t. LXI, 1906.
- LELIÈVRE et RETTERER. — Structure du tissu musculaire lisse, *C. R. Soc. Biologie*, t. LXVI, n^{os} 6 et 8, 1909. — Structure des muscles lisses des Oiseaux, *Ibid.*, n^o 41. — Les muscles lisses des Vertébrés et les conditions qui font varier leur structure, *C. R. Assoc. d. Anatomistes*, 1909. — Des différences de structure des muscles rouges et blancs du lapin, *C. R. Soc. Biologie*, t. LXVI, 1909. — Structure du myocarde des mammifères, *Ibid.* — Structure de la fibre musculaire du squelette des Vertébrés, *Ibid.*
- LEMOINE. — *Sur la charpente conjonctive du muscle lisse*, th. de doct. Lille, 1907.
- v. LENHOSSÉK. — Das Mikrocentrum der glatten Muskeln, *Anat. Anzeiger*, Bd. XVI, 1899.
- LEYDIG (cité par Kölliker, 1889).
- v. LIMBECK. — Ueber morphologische Verschiedenheiten quergestreiften Muskelfasern, *Prager Med. Wochenschrift*, 1885. — Zur Kenntnis des Baues der Insektenmuskeln, *Sitz. d. K. Akad. d. Wiss. Wien*, Bd. XCI, 1885.
- LOUIS DES ARTS. — Ueber die Muskulatur der Hirudineen, *Jenaische Zeitschr. f. Naturw.*, Bd. XLIV, 1909.
- LUCAS. — The « all or none » contraction of the amphibian skeletal muscle fibre, *Journ. of Physiol.*, vol. XXXVIII, 1909.
- MAC CALLUM. — On the histology and histogenesis of the heart muscle cell, *Anat. Anzeiger*, Bd. XIII, 1897.
- MAC GILL. — The histogenesis of smooth muscle in the alimentary canal and respiratory tract of the pig, *Intern. Monatsschr. f. Anat. u. Physiol.*, Bd. XXIV, 1907. — The syncytial structure of smooth muscle, *Proc. Assoc. Amer. Anat. et Anat. Record*, 1907. — Fibroglia fibrils in the intestinal wall of Necturus and their relation to myofibrils, *Intern. Monatsschr. f. Anat.*, Bd. XXV, 1908.

- MARCEAU. — Recherches sur le développement et sur les fonctions des traits scalariformes, zones des bâtonnets, ponts intercellulaires ou pièces intercalaires des fibres cardiaques des Mammifères, *C. R. Soc. de Biologie*, 1902. — Note sur la structure du cœur chez les Vertébrés inférieurs, *Ibid.* — Note sur la structure des fibres musculaires cardiaques chez les Oiseaux, *Ibid.* — *Recherches sur l'histologie et le développement comparés des fibres de Purkinje et des fibres cardiaques*, thèse de Nancy, 1902 et *Bibliogr. anatom.*, t. X, 1902. — Recherches sur les bandes transversales scalariformes striées des fibres cardiaques. *Mém. de la Soc. d'hist. natur. du Doubs*, 1903 et *C. r. Acad. Sciences*, 1903. — *Recherches sur la structure et le développement comparés des fibres cardiaques dans la série des Vertébrés*, thèse doct. ès sc., Paris, 1903. — Recherches sur la structure du cœur chez les Mollusques, suivies d'une étude spéciale des cœurs branchiaux et de leurs appendices glandulaires, *Arch. d'Anat. micr.*, t. VII, 1903.
- MARTINOTTI. — Sur la réaction des fibres élastiques avec l'emploi du nitrate d'argent et sur les rapports entre le tissu élastique et le tissu musculaire. *Anat. Anzeiger*, Bd. XVI, 1899.
- MAYEDA. — Ueber die Kaliberverhältnisse der quergestreiften Muskelfasern, *Zeitschr. f. Biologie*, Bd. XXVII, 1890.
- MICHAEL FREIFELD-SZABADFÖLDI. — Beiträge zur Histologie der Zungenschleimhaut, *Arch. f. path. Anat.*, Bd. XXXVIII (cité par Thulin).
- MORIYA. — Ueber die Muskulatur des Herzens, *Anat. Anzeiger*, Bd. XXIV, 1904.
- MOTTA COCO e DISTEFANO. — Contributo allo studio delle terminazioni nervose nei muscoli bianchi, *Anat. Anzeiger*, Bd. XXII, 1903.
- NICOLAS. — Note sur les ponts intercellulaires des fibres musculaires lisses, *Bull. de la Soc. des Sciences de Nancy*, 1892.
- OESTREICH. — Die Fragmentation myocardii (myocardite segmentaire), *Arch. f. path. Anat.*, Bd. CXXXV, 1894.
- IRENE V. PALECZWSKA. — Ueber die Struktur der menschlichen Herzmuskelfasern, *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. LXXV, 1910.
- PANETH. — Beiträge zur Histologie der Pteropoden und Heteropoden. *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. XXIV, 1884.
- PAUKUL. — Die Zuckungsform von Kaninchenmuskeln verschiedener Farbe and Struktur, *Anat. f. Anat. u. Physiol., Phys. Abth.*, 1904.
- PÉREZ et GENDRE. — Sur les fibres musculaires du Branchellion. *C. R. Soc. Biologie*, t. LVII, 1904.
- PICK. — Zur Kenntnis vom Aufbau der Uterussubstanz, *Berlin. med. Ges.* 1900 et *Allg. med. Centralzeitung*, 1900.
- PODWYSOZSKI JUN. — Ueber die Beziehungen der quergestreiften Muskeln zum Papillarkörper der Lippenhaut, *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. XXX, 1887.
- PRENANT. — Sur des corps particuliers situés dans le tissu conjonctif d'un muscle lisse, *C. R. Société Biologie*, t. LIV, 1902. — Notes cytologiques, VI. Formations particulières dans le tissu conjonctif interstitiel du monde viscéral du Brochet, *Arch. d'anat. micr.*, t. V, 1902.
- PRZEWOSKY. — Du mode de réunion des cellules myocardiaques de l'Homme adulte, *Arch. des Sc. biologiques de Saint-Petersbourg*, t. II, 1893.
- RANVIER. — Propriétés et structures différentes des muscles rouges et des muscles blancs, chez les Lapins et les Raies, *C. R. Acad. Sciences*, t. LXXVII, 1873. — De quelques faits relatifs à l'histologie et à la physiologie des muscles striés, *Arch. de Physiologie*, 1874. — Note sur les muscles de la nageoire dorsale de l'Hippocampe, *Ibid.* — *Traité technique d'histologie*, Paris, 1875. — *Les cœurs lymphatiques*. Leçons faites au Collège de France, *Journ. de micrographie*, 1878. — *Leçons d'anatomie générale sur le système musculaire*, Paris, 1888. — Des muscles rouges et des muscles blancs chez les rongeurs, *C. R. Acad. Sciences*, vol. CIV, 1887. — Des éléments musculaires et des éléments élastiques de la membrane rétrolinguale de la Grenouille, *C. R. Acad. Sciences*, vol. CX et *Journ. de Micrographie*, 1890.

- RAY LANKESTER. — On the heart of appendicularia furcata and the development of its muscular fibres, *Quart. Journ. of micr. Science*, 1874.
- RENAUT. — *Traité d'histologie pratique*, t. I, Paris, 1893.
- RENAUT et MOLLARD. — Le Myocarde, *Revue génér. d'Histologie*, t. I, 1905.
- RETZIUS. — Zur Kenntnis der quergestreiften Muskelfasern, *Biol. Untersuchungen*, 1881. — Ueber Nervenendigungen zu den Parapodienborsten und über die Muskelzellen der Gefäßwände bei den polychaeten Anneliden, *Verh. d. Biolog. Vereins Stockholm*, Bd. III, 1891. — Verzweigte quergestreifte Muskelfasern, *Biolog. Untersuchungen*, Bd. VII, 1895. — Ueber Muskelzellen an den Blutgefäßen der Polychaeten, *Ibid.*, Bd. XII, 1905.
- RIPPMAN. — Ueber das Vorkommen von Theilungen in der Zunge der Wirbelthiere und des Menschen, *Zeitschr. f. rat. Medic.*, 3^e B., Bd. XIV (cité par Thulin, 1908).
- ROHDE. — Die Muskulatur der Chaetopoden, *Zoolog. Beiträge*, Bd. I, 1885. — Untersuchungen über den Bau der Zelle. IV. Zum histologischen Wert der Zelle, *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. LXXVIII, 1904.
- ROLLETT. — Ueber die Flossenmuskeln des Seepferdchens (*Hippocampus Antiquorum*) und über Muskelstruktur im Allgemeinen, *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. XXXII, 1888. — Anatomische und physiologische Bemerkungen über die Muskeln der Fledermäuse, *Sitz. d. Kais. Akad. d. Wiss. Wien*, Bd. XCVIII, 1889.
- ROUGET. — Mémoire sur les tissus contractiles et la contractilité, *Journ. de la Physiol.*, t. VI, 1863.
- SALTER (cité par KÖLLIKER, 1889).
- SCHAFFER. — Zur Kenntnis der glatten Muskelzellen, insbesondere ihrer Verbindung, *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. LXVI, 1899.
- SCHAPER. — Ueber kontraktile Fibrillen in den glatten Muskelfasern des Mesenteriums der Urodelen, *Anat. Anzeiger*, Bd. XXII, 1902.
- SCHIEFFERDECKER. — Eine neue Methode der Muskeluntersuchung, *Sitz. d. Niederrhein. Ges. Naturf. u. Heilk.*, 14 Juli 1902. — Weitere Ergebnisse meiner Untersuchungen an Muskeln, *Ibid.*, 26 Okt. et 16 Nov. 1903. — Ueber eine Eigenthümlichkeit im Baue der Augenmuskeln, *Ibid.*, 18 Jan. 1904. — Ueber die Lidmuskulatur des Menschen, *Ibid.*, 23 okt. 1905. — Beiträge zur Kenntnis der Myotonia congenita etc., zur Kenntnis der Aktivitätshypertrophie und des normalen Muskelbaues, etc., *Deutsche Zeitschr. für Nervenheilk.*, Bd. XXV, H. 1-4, 1983. — *Muskeln und Muskelkerne*, 317 p., Leipzig, 1909.
- SCRIBAN. — Contributions à l'anatomie et à l'histologie des Hirudinees, *Annales scientifiques de l'Univ. Jassy*, 1910.
- P. SCHULTZ. — Die glatte Muskulatur der Wirbelthiere, *Arch. f. Anat. u. Physiol.*, *Physiol. Abth.*, 1895.
- SCHWALBE. — Ueber den feineren Bau der Muskelfasern wirbelloser Thiere, *Arch. f. mikr. Anat.* Bd. V, 1869. — Ueber die Kaliberverhältnisse der quergestreiften Muskelfasern der Wirbelthiere, *Deutsche med. Wochenschrift*, n^o 35, 1890.
- SCHWALBE et MAYEDA. — Ueber die Kaliberverhältnisse der quergestreiften Muskelfasern des Menschen, *Zeitschr. f. Biologie*, Bd. XXVII, 1891.
- SMIRNOW. — Ueber die Beziehungen zwischen dem Muskel- und elastischen Gewebe bei den Wirbeltieren, *Anat. Anzeiger*, Bd. XV, 1899.
- STAMER. — Untersuchungen über die Fragmentation und Segmentation des Herzmuskels, *Beitr. z. pathol. Anat.*, Bd. XLII, 1907.
- STIRLING. — On red and pale muscles in fishes, *Studies from the physiol. labor. of Owens College Manchester*, t. I, 1891.
- SZAMAYLENKO (ELIZ.). — Muskulatur, Innervation und Mechanismus der Schleuderzunge bei *Selerperes fuscus*, *Inaug. Diss.*, Freiburg i. Br., 1903.
- TERGAST. — Ueber das Verhältnis von Nerve und Muskel, *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. IX, 1872.
- THOMA. — Ueber die netzförmige Anordnung der quergestreiften Muskelfasern, *Arch. f. path. Anat.* Bd. CXLI, 1908.
- THULIN. — Studien über den Zusammenhang granulärer, interstitieller Zellen mit den Muskelfasern, *Anat. Anzeiger*, Bd. XXXIII, 1908. — Muskelfasern mit spiralar angeordneten Säulchen, *Ibid.*

- TRIEPEL. — Zu den Zellbrücken in der glatten Muskulatur, *Anat. Anzeiger*, Bd. XIII, 1897.
- VAN GEHUCHTEN. — Étude sur la structure intime de la cellule musculaire striée chez les Vertébrés, *La Cellule*, t. IV, 1888. — Cellules musculaires striées et anastomosées, *Verh. d. Anat. Gesellschaft*, 1889.
- VERZAR. — Ueber die Anordnung der glatten Muskelzellen im Amnion des Hühnchens, *Intern. Monatsschr. f. Anat.*, Bd. XXIV, 1907.
- VIALLETON. — Sur le développement des muscles rouges chez quelques Téléostéens, *C. R. Assoc. Anatomistes*, 1902.
- VOLPINO. — Sulla struttura del tessuto muscolare liscio. *Ath. d. R. Accad. di Sc. di Torino*, t. XXXIV, 1899 et *Arch. p. l. Sc. mediche*, t. XXIII, 1899.
- WARRINGSHOLZ. — Beitrag zur vergleichenden Histologie der quergestreiften Muskelfaser des Pferdes, Rindes, Schafes und Schweines und Beobachtungen der Nebenscheibe und Mittelscheibe beim Pferd und Schwein, *Arch. f. wiss. u. prakt. Tierheilk.*, Bd. XXIX, 1903.
- WATNEY. — The minute anatomy of the alimentary canal, *Philosoph. Transactions*, vol. LXXVI, 1877.
- WERNER. — Zur Histologie der glatten Muskulatur, *Dissert. Dorpat*, 1894.
- MARIE WERNER. — Besteht die Herzmuskulatur der Säugethiere aus allerseits scharfbegrenzten Zellen oder nicht, *Arch. f. mikr. Anat.* Bd. LXXV, 1910.
- K. W. ZIMMERMANN. — Ueber den Bau der Herzmuskulatur, *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. LXXV, 1910.

BIBLIOGRAPHIE

Inheritance of acquired Characters, par EUG. RIGNANO, trad. en anglais, par BASIL C. H. HARVEY, Chicago, 1911.

Harvey vient de faire paraître la traduction du livre de Eug. Rignano sur *l'Hérédité des caractères acquis*. Le chapitre I traite de l'ontogénie qui n'est qu'une récapitulation des processus phylogénétiques. Le deuxième chapitre est consacré à l'action formative et aux facteurs ou excitants du développement. Au chapitre III sont exposés les phénomènes du développement central et l'hypothèse de la structure de la substance germinative. Les faits contraires à une simple épigénèse, à la préformation d'un germe homogène, ainsi que des germes, préformés font l'objet du quatrième chapitre. Enfin les chapitres V, VI, VII et VIII sont consacrés à l'importante question de l'hérédité des caractères acquis.

Comme l'essence de la vie continue à nous échapper, il est important de savoir en quoi les phénomènes des êtres vivants diffèrent des phénomènes purement physico-chimiques. C'est là le problème qu'examine Rignano et son traducteur anglais.

ÉD. RETTERER.

ERRATA. — I. Fermer le guillemet après le mot anthropomorphique (6^e ligne de la page 203 du n^o 2 du *Journal d'Anatomie*, 1912). — II. *Ibid.*, p. 212, à la 5^e ligne avant la fin de la page, une coquille s'est glissée dans le texte : les auteurs n'avaient nulle intention de faire *l'építaphe* des œuvres de Weidenreich ; ils proposaient seulement de les faire précéder de *l'épigraphe* bien connue de Montaigne.

Le propriétaire-gérant : FÉLIX ALCAN.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

REVUE DE MÉDECINE & REVUE DE CHIRURGIE

La *Revue de Médecine* et la *Revue de Chirurgie* paraissent tous les mois : chaque livraison de la *Revue de Médecine* contient 5 à 6 feuilles grand in-8; chaque livraison de la *Revue de Chirurgie* contient de 11 à 12 feuilles grand in-8.

S'ADRESSER POUR LA RÉDACTION :

Revue de Médecine : à M. le P^r Landouzy, 15, rue de l'Université, Paris (7^e), ou à M. le P^r Lépine, 1, place Gailleton, Lyon.

Revue de Chirurgie : à M. le P^r E. Quénu, École de Médecine, Paris (6^e).

POUR L'ADMINISTRATION :

A la Librairie Félix Alcan, 108, boulevard Saint-Germain, Paris (6^e).

PRIX D'ABONNEMENT :

| Pour la Revue de Médecine | | Pour la Revue de Chirurgie | |
|----------------------------------|--------|----------------------------------|--------|
| Un an, Paris | 20 fr. | Un an, Paris | 30 fr. |
| — Départements et étranger . . . | 23 fr. | — Départements et étranger . . . | 33 fr. |
| La livraison, 2 fr. | | La livraison, 3 fr. | |

Les deux *Revues* réunies, un an, Paris, 45 fr.; départements et étranger, 50 fr.

Les abonnements partent du 1^{er} janvier.

Les quatre années de la *Revue mensuelle de Médecine et de Chirurgie* (1877, 1878, 1879 et 1880) se vendent chacune séparément 20 fr.; la livraison, 2 fr.

Les trente premières années (1881 à 1910) de la *Revue de Médecine* se vendent le même prix. Les dix-huit premières années (1881 à 1898) de la *Revue de Chirurgie*, 20 fr.; les autres années, 30 fr.

TRAITÉ INTERNATIONAL

DE

PSYCHOLOGIE PATHOLOGIQUE

Publié sous la direction du D^r A. MARIE, de Villejuif.

TOME TROISIÈME

PSYCHOPATHOLOGIE APPLIQUÉE

PAR MM. LES

P^r Bagenoff, Bianchi, Sikorsky, G. Dumas, Havelock-Ellis,
D^rs Cullerre, A. Marie, Dexler, P^r Salomonsen.

Un vol. grand in-8, de viii-1086 pages, avec 384 gravures dans le texte. 25 fr.

Précédemment parus : TOME PREMIER. — PSYCHOPATHOLOGIE GÉNÉRALE
(Méthodes générales d'examen et de diagnostic des cas d'aliénations mentales)

Par MM. les Professeurs GRASSET, DEL GRECO, P. MARIE, P. MINGAZINI, MARINESCO, LUGARO,
L. LAVASTINE, MEDEA, CLOUSTON, DIDE, BECHTEREW, CARRARA FERRARI, MARRO.

Un vol. grand in-8, de xx-1028 pages, avec 353 gravures dans le texte. 25 fr.

TOME DEUXIÈME : PSYCHOPATHOLOGIE CLINIQUE

Par MM. les Professeurs BAGENOFF, BECHTEREW, D^rs BOURILHET, CAPGRAS, COLIN, DENY, HESNARD,
LHERMITTE, MAGNAN, A. MARIE, P^rs PICK, PILCZ, RÉGIS, D^rs RICHE, ROUBINOVITCH,
SÉRIEUX, SOLLIER, P^r ZIEHEN.

Un vol. grand in-8, de xxiii-1000 pages, avec 341 gravures dans le texte. 25 fr.

LIBRAIRIE FÉLIX ALCAN

Manuel d'Histologie Pathologique

PAR

V. CORNIL

et

L. RANVIER

Professeur à la Faculté de médecine,
Membre de l'Académie de médecine,
Médecin de l'Hôtel-Dieu.

Professeur au Collège de France,
Membre de l'Institut,
Membre de l'Académie de médecine.

AVEC LA COLLABORATION DE

A. BRAULT

M. LETULLE

Membre de l'Académie de médecine,
Médecin de l'hôpital Lariboisière,
Chef des travaux pratiques d'anatomie pathologique à la Faculté de médecine.

Professeur agrégé à la Faculté
de médecine,
Membre de l'Académie de médecine,
Médecin de l'hôpital Boucicaut.

TROISIÈME ÉDITION ENTIÈREMENT REFOUNDUE

Vient de paraître :

Tome IV et dernier, par MM. G. MILLIAN, L. DECLoux, L. RIBADEAU, DUMAS, CRITZMANN, A. BRAULT, Th. LEGRY, KLIPPEL, LEFAS, A. COURCOUX, N. HALLÉ. — *Poumon. — Bouche. — Pharynx. — Œsophage. — Estomac. — Côlon. — Rectum. — Foie. — Pancréas. — Rein. — Appareil urinaire.* 2 forts volumes grand in-8, avec 438 gravures en noir et en couleurs dans le texte. **45 fr.**

Précédemment parus :

Tome I, par MM. CORNIL, RANVIER, BRAULT, Fernand BEZANÇON, professeur agrégé à la Faculté de médecine, médecin des hôpitaux; Maurice CAZIN, chef de laboratoire à la Faculté de médecine. — *Généralités sur l'histologie normale. — Cellules et tissus normaux. — Généralités sur l'histologie pathologique. — Altérations des cellules et des tissus. — Des inflammations. — Des tumeurs. — Notions élémentaires sur les bactéries. — Lésions des os et des tissus cartilagineux. — Anatomie pathologique des articulations. — Des altérations du tissu conjonctif. — Lésions des membranes séreuses.* — 1 fort volume grand in-8, avec 369 gravures en noir et en couleurs. **25 fr.**

Tome II, par MM. G. DURANTE, chef de laboratoire à la Maternité; J. JOLLY, H. DOMINICI, GOMBAULT, médecin des hôpitaux et CL. PHILIPPE, chef de laboratoire à la Salpêtrière. — *Muscles. — Sang et hématopoïèse. — Cerveau. — Moelle. — Nerfs.* — 1 fort volume grand in-8, avec 202 gravures en noir et en couleurs. **25 fr.**

Tome III, par MM. GOMBAULT, NAGEOTTE et A. RICHE, médecins de Bioêtre; G. DURANTE; R. MARIE, médecin des hôpitaux; Fernand BEZANÇON, Th. LEGRY, professeurs agrégés à la Faculté de médecine, médecins des hôpitaux. — *Système nerveux central (Cerveau et moelle épinière). — Nerfs. — Cœur et vaisseaux. — Rate. — Ganglion lymphatique. — Larynx.* — 1 fort vol. gr. in-8, av. 352 grav. en noir et en couleurs. **35 fr.**

Coulommiers. — Imprimerie PAUL BRODARD.

7514

JOURNAL
DE
L'ANATOMIE
ET DE
LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

Fondé par **CHARLES ROBIN (1864-1885)**

CONTINUÉ PAR

GEORGES POUCHET (1885-1894) et **MATHIAS DUVAL (1894-1907)**

PUBLIÉ PAR MM.

E. RETTERER

Professeur agrégé à la Faculté de médecine
de Paris.

F. TOURNEUX

Professeur à la Faculté de médecine
de Toulouse.

AVEC LE CONCOURS DE MM.

A. BRANCA

Professeur agrégé
à la Faculté de médecine
de Paris.

G. LOISEL

Directeur
du Laboratoire d'Embryologie générale
à l'École des Hautes Études.

A. SOULIÉ

Professeur agrégé
à la Faculté de médecine
de Toulouse.

XLVIII^e ANNÉE, 1912. — N^o 4. — JUILLET-AOUT

LIBRAIRIE FÉLIX ALCAN

108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, PARIS

A

TABLE DES MATIÈRES DU N° 4

| | |
|--|-----|
| P. DESCOMPS et G. DE LALAUBIE. — Les veines mésentériques (<i>avec 16 figures</i>) [PLANCHES II à V]..... | 337 |
| F. X. LESBRE et R. PÉCHEROT. — Étude d'un bœuf rhinodyme avec considérations générales sur les monstres du même genre (<i>avec 13 figures</i>)..... | 377 |
| L. TRIBONDEAU. — Monstre double allodyme humain (<i>avec 7 figures</i>)..... | 404 |
| BIBLIOGRAPHIE. — Kursus der normalen Histologie, par <i>Rudolph Krause</i> . — Précis d'Ana- tomie et de Dissection, par <i>H. Rouvière</i> | 435 |

Le *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* paraît tous les deux mois :

CONDITIONS DE LA SOUSCRIPTION

| | |
|--|---------|
| Un numéro. | 6 fr. » |
| Un an, pour Paris. | 30 » |
| — pour les départements et l'étranger. | 33 » |

CHAQUE LIVRAISON CONTIENT :

- 1° Des *travaux originaux* sur les divers sujets que comporte son titre, accompagnés de planches hors texte en noir et en couleurs, et de gravures dans le texte;
- 2° Des *analyses et comptes rendus* de travaux présentés aux Sociétés savantes françaises et étrangères.

IL A EN OUTRE POUR OBJET :

La *tératologie*, la *chimie organique*, l'*hygiène*, la *toxicologie* et la *médecine légale* dans leurs rapports avec l'anatomie et la physiologie;
Les applications de l'anatomie et de la physiologie à la *pratique de la médecine*, de la *chirurgie* et de l'*obstétrique*.

Les ouvrages à analyser, et tout ce qui concerne la rédaction, devront être adressés *franco* à la LIBRAIRIE FÉLIX ALCAN, 108, boulevard Saint-Germain, Paris (6°).

MANUEL PRATIQUE DE KINÉSITHÉRAPIE

PAR

L. DUREY, R. HIRSGHBERG, R. LEROY, R. MESNARD, G. ROSENTHAIL,
H. STAPFER, F. WETTERWALD, E. ZANDER J^{OR}

Viennent de paraître :

FASCICULE I

F. Wetterwald.

Le rôle thérapeutique du mouvement. Notions générales.

E. Zander J^{OR}.

Maladies de la circulation.

1 vol. in-8, avec 75 figures. 3 fr.

FASCICULE II

H. Stapfer.

Gynécologie.

1 vol. in-8, avec 12 figures. 3 fr.

LES VEINES MÉSENTÉRIQUES

Par Pierre **DESCOMPS** et G. de **LALAU**BIE

(*Travail de l'Amphithéâtre d'anatomie des hôpitaux.*)

(PLANCHES II, III, IV, V.)

Sur 33 sujets adultes, pris en série, nous avons entièrement préparé, disséqué, dessiné et enfin étudié le territoire des veines petite et grande méésentériques, depuis les rameaux d'origine jusqu'à la confluence des gros troncs formant la veine porte.

Nous nous proposons d'indiquer les divers types observés, en fixant les pourcentages obtenus pour chacun d'eux.

Des schémas intercalés dans le texte montreront, pour chaque segment intestinal, la disposition la plus fréquente retenue comme disposition-type; quatre grandes planches hors texte, dessinées d'après nature, indiqueront la topographie générale, tant des branches que des gros troncs veineux.

I. BRANCHES

Nous n'avons pas étudié les divers réseaux d'origine viscéraux; nous avons commencé les dissections à partir du bord intestinal proximal, lorsque les vaisseaux veineux sont nettement appréciables et tendent déjà à s'organiser, sur presque tous les points, en arcades anastomotiques.

Nous avons classé les rameaux veineux en prenant pour base, comme on le fait pour les artères satellites, les systèmes d'arcades anastomotiques étagés depuis la périphérie jusqu'aux gros troncs, et ainsi nous avons été conduits à distinguer des arcades de 5^e, 4^e, 3^e, 2^e, 1^{er} ordre. Nous nommons arcades de 1^{er} ordre, les arcades dont les deux branches constituantes vont aboutir au tronc

de la petite ou de la grande mésentérique; arcades de 2^e ordre, celles dont les deux branches constituantes aboutissent sur les arcades de 1^{er} ordre et ainsi de suite pour les arcades de 3^e, 4^e et 5^e ordre.

Les arcades de 3^e, 4^e et 5^e ordre n'existent d'ailleurs que dans les segments intestinaux où les mésos sont larges et flottants, disposition qui permet aux rameaux veineux originels de se subdiviser et de s'anastomoser plusieurs fois, en formant ainsi de multiples arcades, avant d'émettre les grosses branches qui vont se déverser dans les troncs collecteurs.

Ces grands réseaux veineux anastomotiques se développent, sans doute, en raison des déplacements continuels que subissent les segments intestinaux à mésos longs et mobiles, des plicatures qui en résultent dans ces mésos, et par conséquent des difficultés circulatoires qui en sont la conséquence. Ainsi s'explique le développement de ces nombreuses anastomoses vasculaires, qui offrent toutes facilités à la circulation et spécialement à la difficile circulation en retour. C'est pourquoi on rencontre de préférence ces anastomoses dans tout le segment jéjuno-iléal, où le mésentère présente sa plus grande largeur et où, par conséquent, les rameaux originels se trouvent très éloignés du tronc collecteur. Dans la région des côlons, où le méso est court, elles sont rares ou inexistantes et nous n'avons rencontré une arcade de 3^e ordre qu'une seule fois dans tout le territoire de la veine petite mésentérique. Cette dernière veine occupe d'ailleurs une situation très proche du bord intestinal et elle ne présente une série d'arcades que lorsque le méso-côlon forme une nappe d'une certaine étendue; en ce cas c'est toujours dans la région ilio-pelvienne que le méso est le plus large et que les arcades veineuses sont le plus nombreuses.

VEINES DU GROS INTESTIN

La veine petite mésentérique étant toujours la continuation du tronc de la veine hémorroïdale supérieure, nous avons laissé de côté le segment rectal, pour ne nous occuper, en premier lieu, que

du côlon ilio-pelvien. Nous avons considéré que la veine petite mésentérique ne s'individualise vraiment et ne justifie son nom qu'à partir du moment où elle va sortir du bassin et recevoir ses premiers apports coliques.

VEINES DU CÔLON ILIO-PELVIEN.

Arcades de 3^e ordre.

Nous n'avons rencontré une arcade de 3^e ordre qu'une seule fois (3 p. 100).

Arcades de 2^e ordre.

Les arcades de 2^e ordre sont assez nombreuses, nous avons rencontré :

| | | |
|-----------------------|---------|--------------|
| Une seule arcade..... | 46 fois | (48 p. 100). |
| Pas d'arcade..... | 40 — | (30 —). |

En ce cas, les petites veinules d'origine qui embrassent les deux faces intestinales vont se jeter directement, sans s'anastomoser, dans les grosses arcades de 1^{er} ordre.

| | | |
|---------------------|--------|-------------|
| Deux arcades..... | 3 fois | (9 p. 100). |
| Trois arcades..... | 2 — | (6 —). |
| Quatre arcades..... | 1 — | (3 —). |
| Neuf arcades..... | 1 — | (3 —). |

Ce sont des arcades larges, peu élevées, mais parfois d'assez fort calibre comme nous le verrons à propos des arcades de 1^{er} ordre.

Arcades de 1^{er} ordre et branches de confluence dans le gros tronc collecteur.

Les arcades de 1^{er} ordre existent toujours, même dans les cas où le tronc de la veine petite mésentérique décrivant une vaste courbe à concavité droite vient longer le bord intestinal; elles sont

parfois réduites à une arcade unique, mais le plus souvent elles sont multiples ; voici les chiffres que nous avons relevés :

| | | |
|-----------------------|---------|--------------|
| Deux arcades..... | 14 fois | (42 p. 100). |
| Une seule arcade..... | 9 — | (27 —). |
| Trois arcades..... | 6 — | (18 —). |
| Quatre arcades..... | 4 — | (12 —). |

Quand l'arcade est unique, en général elle est surmontée d'arcades de 2^e ordre assez volumineuses : ce sont parfois des boucles appendues à l'extrémité des branches constituant de l'arcade de 1^{er} ordre. Quand les arcades de 2^e ordre font défaut ou sont grêles, les cordes des arcades de 1^{er} ordre sont sous-tendues par des rameaux qui vont se jeter dans les branches constituant de l'arcade de 1^{er} ordre, formant par cloisonnement des sortes d'arcades secondaires dans l'arcade primitive.

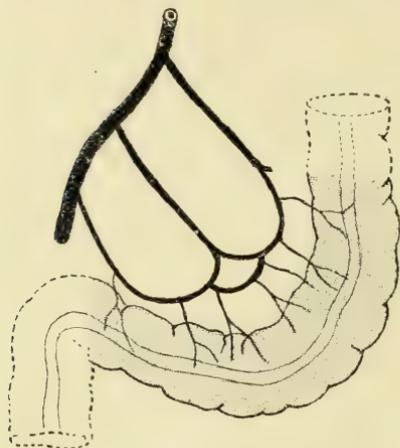


Fig. 1. — Les veines du côlon ilio-pelvien.

Ces arcades de 1^{er} ordre, occupant un court segment d'intestin, sont formées de piliers de petites dimensions ; elles sont parfois sensiblement égales, comme calibre, aux arcades de 2^e ordre dont elles dérivent. Plus hautes que larges, elles s'étagent graduellement sur l'intestin, se montrant d'autant plus longues qu'elles se trouvent plus haut situées sur le segment.

En résumé : la circulation veineuse du côlon ilio-pelvien se fait vers la petite mésentérique par 2 à 5 veines, veines du côlon ilio-pelvien, dites encore, comme les artères satellites, sigmoïdiennes (côlon sigmoïde). Le type le plus fréquent (42 p. 100) montre l'existence de trois veines qui peuvent donc être nommées : veine sigmoïdienne supérieure, veine sigmoïdienne moyenne et veine sigmoïdienne inférieure (fig. 1).

VEINES DU CÔLON LOMBAIRE GAUCHE.

Arcades de 2^e ordre.

Comme le côlon ilio-pelvien, le côlon lombaire gauche est souvent dépourvu d'arcades de 2^e ordre, les veinules d'origine se jetant directement dans les arcades de 1^{er} ordre sans former entre elles d'anses anastomotiques.

Nous avons observé :

| | | |
|-----------------------|---------|--------------|
| Une seule arcade..... | 11 fois | (33 p. 100). |
| Pas d'arcades..... | 10 — | (30 —). |
| Deux arcades..... | 7 — | (21 —). |
| Trois arcades..... | 3 — | (9 —). |
| Quatre arcades..... | 1 — | (3 —). |
| Six arcades..... | 1 — | (3 —). |

Semblables comme calibre à celles de même ordre décrites précédemment sur le côlon ilio-pelvien, elles présentent cependant, en général, un plus grand écartement entre leurs piliers.

*Arcades de 1^{er} ordre et branches de confluence
dans le gros tronc collecteur.*

Les arcades de 1^{er} ordre, constantes, sont le plus souvent doubles; voici notre relevé :

| | | |
|-----------------------|---------|--------------|
| Deux arcades..... | 22 fois | (66 p. 100). |
| Une seule arcade..... | 8 — | (24 —). |
| Quatre arcades..... | 2 — | (6 —). |
| Trois arcades..... | 1 — | (3 —). |

Elles sont parfois, comme les arcades de 1^{er} ordre du segment ilio-pelvien, sous-tendues et cloisonnées par des rameaux intérieurs. Ces arcades sont d'ailleurs plus étendues que les précédentes de même ordre, et formées de piliers de plus gros calibre, ce qui tient

à la différence de longueur du segment intestinal dont elles drainent le sang.

En résumé : la circulation de retour du côlon lombaire gauche se fait vers la petite mésentérique par 2 à 4 veines, veines du côlon lombaire gauche : le type habituel le plus fréquent (66 p. 100) nous

montrant qu'on rencontre 2 veines, qui peuvent donc être appelées : veine côlo-lombaire gauche supérieure et veine côlo-lombaire gauche inférieure (fig. 2).

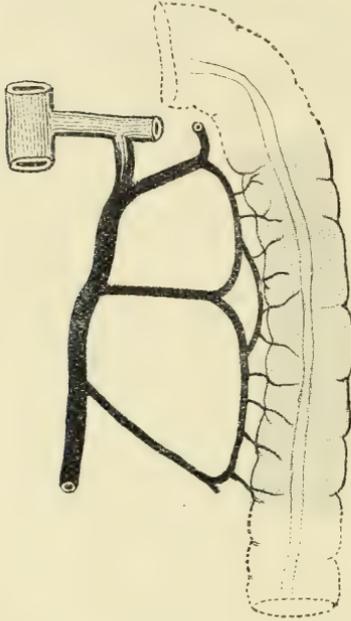


Fig. 2. — Les veines du côlon lombaire gauche.

VEINES DES ANGLES COLIQUES ET DU CÔLON TRANSVERSE.

Le côlon transverse, ou parfois l'angle colique gauche, se trouvant au niveau de jonction des deux circulations mésentériques, nous avons étudié séparément chaque territoire, considérant qu'il était nécessaire de fragmenter le transverse pour bien distinguer le territoire de chaque tronc mésentérique.

Pour établir ce qui revenait à chaque territoire, étant donné que cette fragmentation de l'irrigation du transverse ne peut être qu'artificielle et, par conséquent, arbitraire, voici comment nous avons procédé : La jonction entre les veines petite et grande mésentériques est, le plus souvent, constituée par une grosse arcade embrassant, depuis l'angle colique gauche, une assez vaste portion du côlon transverse. Nous avons pris le milieu de cette arcade, jugeant que c'est approximativement au centre anatomique que s'établissent deux courants sanguins, orientés l'un à gauche vers la petite mésentérique, l'autre à droite vers la grande. Nous avons ainsi pu déterminer la longueur du segment intestinal

appartenant au territoire de chacune des deux veines mésentériques.

Dans la numération des arcades nous avons tenu compte de cette division et notre pourcentage est établi par demi-arcade, puisque ce n'est que la moitié de l'arcade totale qui appartient en propre à un tronc mésentérique, l'arcade entière appartenant aux deux troncs par ses piliers extrêmes.

De nos moyennes il ressort, que le côlon transverse dans sa plus grande longueur appartient au territoire de la veine grande mésentérique et qu'un quart tout au plus, le quart gauche, dépend de la veine petite mésentérique. L'angle cœlique gauche peut même appartenir parfois à la grande mésentérique.

ANGLE CŒLIQUE GAUCHE ET SEGMENT GAUCHE DU CÔLON TRANSVERSE
DÉPENDANT DU TERRITOIRE DE LA VEINE PETITE MÉSENTÉRIQUE.

Angle cœlique gauche.

L'angle cœlique gauche dépend de la veine petite mésentérique 31 fois (93 p. 400), deux fois seulement (6 p. 100) il dépend de la grande.

Les veines de l'angle cœlique gauche sont tributaires le plus souvent (93 p. 400) de la veine lombaire cœlo-gauche supérieure.

*Segment gauche du côlon transverse appartenant
à la veine petite mésentérique.*

La veine petite mésentérique draine :

| | |
|------------------------------------|----------------------|
| Le quart seulement du transverse.. | 17 fois (51 p. 400). |
| La moitié..... | 4 — (12 —). |
| Les trois quarts..... | 3 — (9 —). |

Le nombre d'arcades observées est le suivant :

Arcades de 2^e ordre.

| | | |
|-----------------------|---------|--------------|
| Une seule arcade..... | 14 fois | (42 p. 100). |
| Pas d'arcade..... | 8 — | (24 —). |
| Trois arcades..... | 5 — | (15 —). |
| Deux arcades..... | 4 — | (12 —). |
| Quatre arcades..... | 1 — | (3 —). |
| Cinq arcades..... | 1 — | (3 —). |

*Arcades de 1^{er} ordre et branches de confluence
dans le gros tronc collecteur.*

| | | |
|--------------------------|---------|--------------|
| Une demi-arcade..... | 29 fois | (87 p. 100). |
| Une arcade et demie..... | 4 — | (12 p. 100). |

SEGMENT DROIT DU CÔLON TRANSVERSE DÉPENDANT
DE LA VEINE GRANDE MÉSENTÉRIQUE ET ANGLE CÔLIQUE DROIT.*Segment droit du côlon transverse dépendant de la
veine grande mésentérique*

Le côlon transverse, comme nous l'avons fait remarquer à propos de la veine petite mésentérique, est, dans sa plus grande portion, tributaire de la veine grande mésentérique; voici le relevé des longueurs irriguées par la veine grande mésentérique, avec leur ordre de fréquence.

| | | |
|----------------------------------|---------|--------------|
| Les trois quarts du transverse.. | 17 fois | (51 p. 100). |
| Le transverse entier..... | 9 — | (27 —). |
| La moitié..... | 4 — | (12 —). |
| Le quart..... | 3 — | (9 —). |

Le nombre d'arcades observées est le suivant :

Arcades de 3^e ordre.

| | | |
|-----------------------|--------|-------------|
| Une seule arcade..... | 3 fois | (9 p. 100). |
|-----------------------|--------|-------------|

Arcades de 2^e ordre.

| | | |
|-----------------------|---------|--------------|
| Une seule arcade..... | 10 fois | (30 p. 100). |
| Deux arcades..... | 9 — | (27 —). |
| Trois arcades..... | 6 — | (18 —). |
| Pas d'arcades..... | 4 — | (12 —). |
| Quatre arcades..... | 3 — | (9 —). |
| Six arcades..... | 1 — | (3 —). |

*Arcades de 1^{er} ordre et branches de confluence
dans le gros tronc collecteur.*

| | | |
|----------------------------|---------|--------------|
| Une arcade et demie..... | 15 fois | (45 p. 100). |
| Une demi-arcade..... | 41 — | (33 —). |
| Deux arcades et demie..... | 7 — | (21 —). |

Les arcades, surtout celles de 2^e ordre, sont plus nombreuses que dans le segment tributaire de la veine petite mésentérique; elles présentent une morphologie particulière. Alors que les arcades du segment tributaire de la veine petite mésentérique sont, en général, grêles et de faible écartement, celles de ce segment sont le plus souvent grosses et larges : elles réunissent entre elles les arcades de 1^{er} ordre qui présentent un certain écartement, continuant en quelque sorte la corde de ces arcades et sont d'un calibre sensiblement égal au leur. Elles sont parfois surmontées d'arcades de 3^e ordre, qui sont absolument identiques aux arcades de 2^e ordre de l'autre segment du transverse, tant par leur forme et leur grosseur que par leur situation par rapport au bord intestinal.

Les arcades de 1^{er} ordre affectent à peu près le même type que celles de l'autre segment, tout en étant, peut-être, un peu plus volumineuses.

Ces arcades de 1^{er} ordre sont hautes, formées de branches relativement grêles et très rarement cloisonnées.

Angle cœlique droit.

L'angle cœlique droit appartient toujours au territoire de la veine grande mésentérique, 33 fois (99 p. 100).

Les veines de l'angle cœlique droit ont une disposition très complexe, en raison des variations étendues du confluent veineux, dont les racines convergent à la partie supérieure et droite du tronc de la veine grande mésentérique, au niveau de l'échancrure sous-isthmique de la tête du pancréas, dans l'extrémité droite du méso-côlon transverse ou à son voisinage immédiat et qui drainent des territoires très divers de cette région : partie inférieure et droite

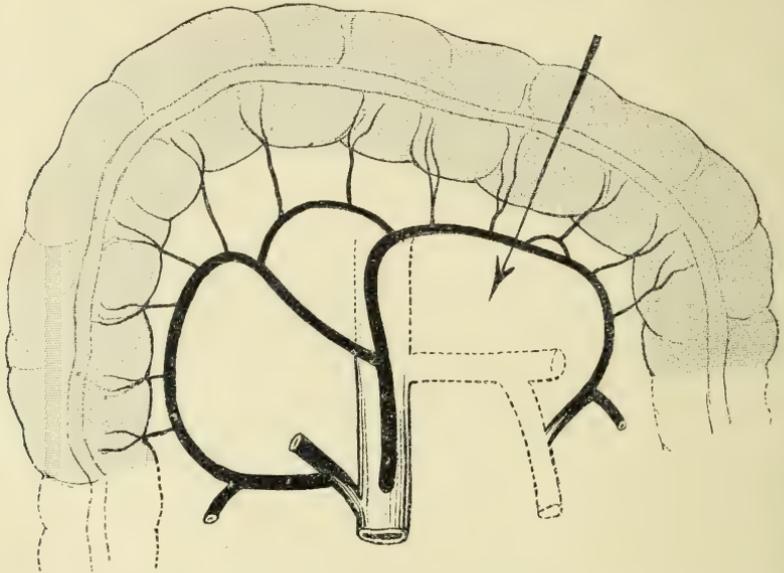


Fig. 3. — Les veines du côlon transverse et des angles cœliques. (La flèche indique la limite des deux circulations mésentériques.)

de l'estomac, lame antérieure et partie droite du grand épiploon, face antérieure du duodéno-pancréas, enfin côlon lombaire droit et portion droite du côlon transverse, avec, à leur jonction, l'angle cœlique droit.

Les veines de l'angle cœlique droit sont le plus souvent (51 p. 100) tributaires d'un gros tronc commun à trois veines :

1° veine gastro-épiploïque droite, dont la pancréatico-duodénale inférieure et antérieure n'est le plus fréquemment qu'une collatérale;

2° veine drainant en haut le côlon lombaire droit (pilier supérieur de son arcade);

3^e veine drainant à droite le côlon transverse (pilier d'arcade extrême droit).

Le gros tronc peut, au total, être appelé tronc gastro-omental-pancréatico-duodéno-côlique, ou plus simplement, en ne tenant compte que des rameaux principaux, tronc gastro-côlique. Or, les veines de l'angle côlique droit rejoignent les branches côliques de ce tronc à leur jonction; mais comme le mode de confluence de ces branches côliques est variable, il est nécessaire de distinguer plusieurs cas. Nous indiquerons ces variations de confluence en étudiant la veine gastro-épiploïque droite.

En résumé : la circulation veineuse du côlon transverse et des angles côliques se résume en 4 à 3 veines, veines du côlon transverse; le type habituel le plus fréquent (48 p. 100) montrant une veine unique, veine du côlon transverse ou veine côlique moyenne. Dans un assez grand nombre de cas (30 p. 100) le côlon transverse n'a pas de veine propre et a pour voies efférentes les veines des angles côliques droit et gauche (fig. 3).

VEINES DU CÔLON LOMBAIRE DROIT.

Arcades de 2^e ordre.

Les arcades de 2^e ordre sont rares et dans près de la moitié des cas nous n'en avons pas observé.

Il existe :

| | | |
|-----------------------|---------|--------------|
| Pas d'arcade..... | 16 fois | (48 p. 100). |
| Une seule arcade..... | 13 — | (39 —). |
| Deux arcades..... | 2 — | (6 —). |
| Trois arcades..... | 2 — | (6 —). |

Quand on rencontre une arcade, elle est presque toujours située dans la région colo-cæcale; c'est une arcade grêle, assez vaste, qui se jette d'un côté dans la grosse arcade de premier ordre qui embrasse le côlon lombaire droit, de l'autre dans une branche d'origine de la grosse veine de l'angle iléo-cæcal qui draine le sang

de la portion initiale du côlon lombaire droit, de la terminaison de de l'iléon du cæcum et de l'appendice et que nous appellerons, pour cette raison, veine de l'angle iléo-cæcal ou, pour mieux préciser, veine iléo-côlo-cæco-appendiculaire. Cette arcade existe généralement quand l'arcade de 1^{er} ordre se trouve située assez loin

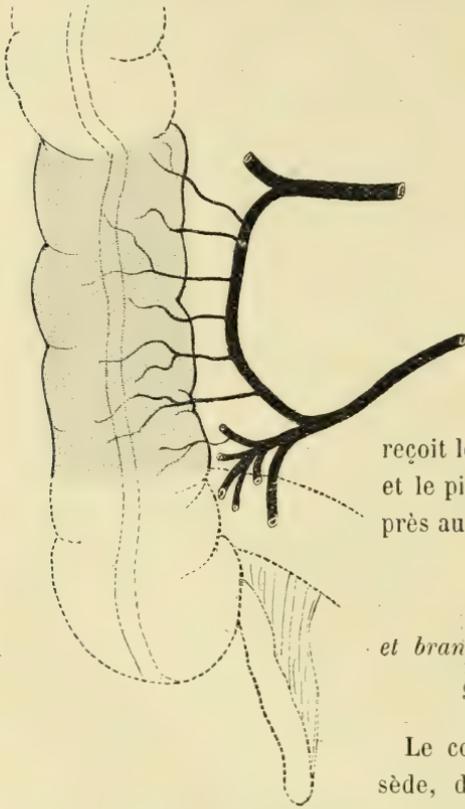


Fig. 4. — Les veines du côlon lombaire droit.

du bord intestinal, son pilier inférieur abordant la grosse veine iléo-côlo-cæco-appendiculaire dans son milieu et non plus dès sa formation. Dans ce cas, cette arcade de 2^e ordre a généralement une homologue dans le segment terminal de l'iléon, car le plus souvent la veine iléo-côlo-cæco-appendiculaire reçoit le pilier de l'arcade lombaire et le pilier de l'arcade iléale à peu près au même point.

*Arcades de 1^{er} ordre
et branches de confluence dans le
gros tronc collecteur.*

Le colon lombaire droit ne possède, dans la majorité des cas, qu'une seule grande arcade qui l'embrasse sur toute son étendue.

32 fois (96 p. 100) nous avons relevé cette arcade

1 fois seulement (3 p. 100) nous en avons constaté deux.

Cette grande arcade est parfois cloisonnée par un rameau allant se jeter dans le tronc de la grosse veine iléo-côlo-cæco-appendiculaire; ce sont les cas où l'arcade se jette tout à fait à l'origine de cette grosse veine et où, par contre, on n'observe pas d'arcades de 2^e ordre.

En résumé : le côlon lombaire droit, d'une manière à peu près constante (96 p. 100), n'a pas de veine propre allant au tronc de la grande mésentérique. A ses extrémités sa circulation de retour va rejoindre la circulation de retour des segments voisins (fig. 4).

VEINES DU CÆCUM ET DE L'APPENDICE.

Dans cette région on n'observe pas des arcades, mais des branches isolées qui, par leur réunion, concourent à la formation de la grosse veine iléo-côlo-cæco-appendiculaire.

Voici le nombre de branches que nous avons observées, étant compris dans ce nombre un des piliers de 1^{er} ou de 2^e ordre, quand il en existe, des arcades iléales et côlo-lombaires droites.

| | | |
|----------------------|---------|--------------|
| Six branches..... | 15 fois | (45 p. 100). |
| Cinq branches..... | 12 — | (36 —). |
| Quatre branches..... | 4 — | (12 —). |
| Sept branches..... | 2 — | (6 —). |

D'une façon générale on peut dire que la vascularisation veineuse de cette portion de l'intestin est toujours la même; en effet, avec l'arcade lombaire dont nous avons déjà parlé et l'arcade iléale, dont il sera question plus loin d'une manière plus complète, on rencontre constamment une veine cæcale antérieure et une veine cæcale postérieure. Il y a au moins quatre gros rameaux constants qui se réunissent pour former la veine iléo-côlo-cæco-appendiculaire. Quand on en rencontre un plus grand nombre, c'est : ou bien parce que la veine appendiculaire, généralement réunie à la veine cæcale postérieure, possède un tronc propre, ou bien parce qu'il existe ces petites branches grêles, dont nous avons mentionné l'existence à propos des arcades de 2^e ordre du segment lombaire droit et de la terminaison de l'iléon, et qui par un de leurs piliers dépendent de la veine iléo-côlo-cæco-appendiculaire.

La vascularisation tant artérielle que veineuse de cette portion d'intestin affecte du reste un type spécial : plus d'arcades, plus d'anastomoses des vaisseaux entre eux, mais de multiples petits

rameaux en éventail, tant sur la face antérieure du cæcum que sur sa face postérieure, qui après des trajets sinueux se collectent pour former deux gros troncs.

La veine appendiculaire dans la grande majorité des cas n'est

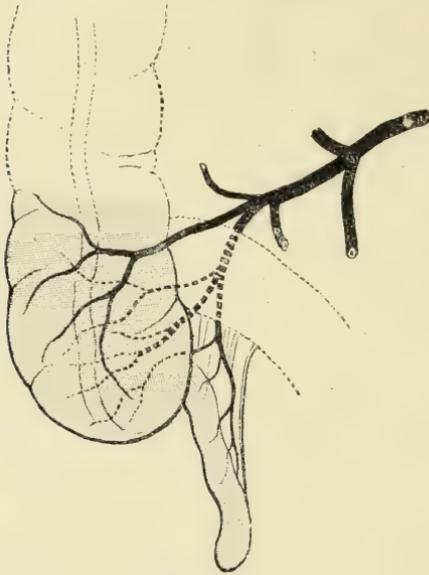


Fig. 5. — *Les veines du cæcum et de l'appendice.*

qu'une branche collatérale de la veine cæcale postérieure; et dans les cas rares où, par un tronc propre, elle se jette dans la grosse veine iléo-côlo-cæcale déjà formée, on ne peut pas lui assigner un territoire uniquement appendiculaire, car le plus souvent elle est grossie à la base de l'appendice par des nombreuses petites veinules issues du cæcum.

En résumé : le cæcum et l'appendice ont une circulation veineuse qui se résout, d'une manière constante, en

une grosse veine cæco-appendiculaire que l'apport, également constant, de la circulation cœlique et de la circulation iléale permet de dénommer veine iléo-côlo-cæco-appendiculaire (fig. 5).

VEINES DE L'INTESTIN GRÈLE

Pour l'étude de la vascularisation veineuse de l'intestin grêle nous avons divisé le jéjuno-iléon en deux segments; l'un à droite très réduit, ne comportant, à partir de l'angle iléo-cæcal, que les tout derniers centimètres de l'iléon, nous dirons l'iléon terminal; l'autre, à gauche, très vaste, comprenant tout le reste de l'intestin grêle jusqu'à l'angle duodéno-jéjunal, nous dirons le jéjuno-iléon. Nous avons pris pour limite de ces deux segments le point déclive

de l'arcade veineuse iléo-cæco-mésentérique formée, comme l'arcade artérielle satellite et homonyme, d'une part à droite par le rameau iléal de la veine iléo-côlo-cæco-appendiculaire, d'autre part à gauche par l'origine du tronc de la veine grande mésentérique. Ce point correspond, après étalement régulier, au point déclive même de l'intestin grêle et de mésentère et, en considérant les choses au point de vue embryologique, à peu près au sommet de l'anse ombilicale primitive et par conséquent au niveau du diverticule de Meckel et des vaisseaux omphalo-mésentériques.

VEINES DE L'ILÉON TERMINAL.

Ce premier segment ne comprend donc que la portion d'arcade qui longe la terminaison de l'iléon sur une longueur d'environ 20 à 25 centimètres. Étant donné que cette portion d'arcade, que nous avons déjà appelé arcade iléo-cæco-mésentérique, est la continuation, par anastomose, du tronc mésentérique, nous avons considéré, comme arcades de 1^{er} ordre toutes les arcades dont les deux branches constituantes vont se déverser dans sa corde.

Voici le nombre d'arcades que nous avons relevé.

Arcades de 3^e ordre.

| | | |
|-----------------------|--------|-------------|
| Une seule arcade..... | 2 fois | (6 p. 100). |
| Deux arcades..... | 1 — | (3 —). |
| Trois arcades..... | 1 — | (3 —). |
| Cinq arcades..... | 1 — | (3 —). |

Arcades de 2^e ordre.

| | | |
|---------------------|--------|--------------|
| Deux arcades..... | 4 fois | (12 p. 100). |
| Trois arcades..... | 4 — | (12 —). |
| Une arcade..... | 3 — | (9 —). |
| Quatre arcades..... | 2 — | (6 —). |
| Six arcades..... | 2 — | (6 —). |
| Neuf arcades..... | 1 — | (3 —). |
| Dix arcades..... | 1 — | (3 —). |

*Arcades de 1^{er} ordre et branches de confluence
dans le gros tronç collecteur.*

| | | |
|---------------------|--------|--------------|
| Trois arcades..... | 7 fois | (21 p. 100). |
| Quatre arcades..... | 6 — | (18 —). |
| Six arcades..... | 5 — | (15 —). |
| Pas d'arcade..... | 4 — | (12 —). |

Les petites veinules d'origine se collectent dans ce cas en de

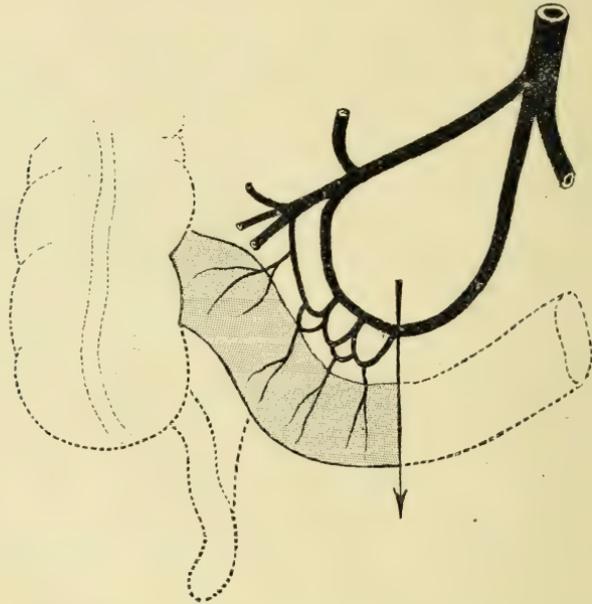


Fig. 6. — *Les veines de l'iléon terminal.* (La flèche indique la limite de l'iléon terminal au point déclive de l'intestin grêle et de l'anse vasculaire.)

nombreux rameaux qui vont se déverser dans l'arcade sans s'anastomoser.

| | | |
|-------------------|--------|-------------|
| Une arcade..... | 3 fois | (9 p. 100). |
| Deux arcades..... | 3 — | (9 —). |
| Cinq arcades..... | 3 — | (9 —). |
| Sept arcades..... | 2 — | (6 —). |

Les arcades, à quelque ordre qu'elles appartiennent, sont en général formées sur le même modèle. Ce sont des arcades grêles,

courtes, de petit calibre, tassées les unes contre les autres en chaînes assez irrégulières. Une seule, quand elle existe, fait exception; c'est l'arcade située à la jonction de l'iléon et du cæcum et dont un des piliers dépend de la veine iléo-côlo-cæco-appendiculaire. C'est une grosse et large arcade, de calibre parfois égal au calibre de l'arcade iléo-cæcale qui la supporte et dont elle occupe près d'un tiers de la longueur, n'ayant aucune similitude avec les autres arcades de cette région, si ce n'est avec son homologue du segment côlo-lombaire droit déjà décrite.

L'arcade iléo-cæco-mésentérique est parfois (4 fois, 12 p. 100) cloisonnée par un rameau, unique ou branché en Y, qui partant à peu près du point déclive de l'arcade va se déverser au milieu de la veine iléo-côlo-cæco-appendiculaire.

VEINES DU JÉJUNO-ILÉON.

Comme ce segment d'intestin, étendu du point déclive de l'iléon à l'angle duodéno-jéjunal, est très vaste et comprend une grande quantité d'arcades de tous ordres, dont le nombre varie à peu près pour chaque sujet, nous avons pensé qu'il serait fastidieux et sans intérêt d'établir un pourcentage pour chaque type et nous avons jugé que le mieux était de prendre la moyenne pour chaque ordre d'arcades, en indiquant le chiffre minimum et le chiffre maximum d'arcades observées. Nous n'établirons un pourcentage que pour les arcades de 1^{er} ordre qui offrent un intérêt spécial.

Nous avons rencontré dans ce segment intestinal des arcades de 1^{er}, de 2^e, de 3^e, de 4^e et de 5^e ordre. Celles de 1^{er}, de 2^e et de 3^e ordre sont constantes, mais en quantité plus ou moins grande, celles de 4^e ordre existent dans près de la moitié des cas, celles de 5^e ordre sont exceptionnelles.

Arcades de 5^e ordre.

Une seule arcade 1 fois (3 p. 100). Il s'agissait d'un fait exceptionnel; nous ne tiendrons donc pas compte de cette arcade dans les descriptions qui vont suivre.

Arcades de 4^e ordre.

| | |
|---------------------|------|
| Nombre minimum..... | 4 |
| Nombre maximum..... | 6 |
| Moyenne..... | 3,06 |

Ces arcades existent 15 fois (45 p. 400); toutes celles qui vont suivre sont constantes.

Arcades de 3^e ordre.

| | |
|---------------------|------|
| Nombre minimum..... | 3 |
| Nombre maximum..... | 30 |
| Moyenne..... | 12,5 |

Arcades de 2^e ordre.

| | |
|---------------------|------|
| Nombre minimum..... | 7 |
| Nombre maximum..... | 45 |
| Moyenne..... | 28,8 |

Arcades de 1^{er} ordre.

| | |
|---------------------|------|
| Nombre minimum..... | 5 |
| Nombre maximum..... | 13 |
| Moyenne..... | 9,03 |

Pour l'étude de ces arcades, il y a lieu de remarquer qu'elles présentent, aussi bien celles de 4^e et de 3^e ordre que celles de 2^e et de 1^{er}, une morphologie toute spéciale suivant le segment du jéjuno-iléon sur lequel elles sont situées. Pour chaque ordre d'arcades nous étudierons donc la disposition segment par segment, en commençant au point déclive de l'iléon, pour remonter le long de l'iléon et du jéjunum jusqu'à l'angle duodéno-jéjunal.

Nous pouvons distinguer schématiquement dans cette longue portion de l'intestin grêle trois segments; un segment inférieur iléal, un segment moyen jéjuno-iléal et, enfin, un segment supérieur jéjunal. D'une façon générale nous remarquerons que, pour

les divers ordres d'arcades, c'est surtout le segment jéjunal qui affecte un type bien spécial et qui s'individualise. Ses arcades diffèrent complètement des arcades des autres segments, en particulier ses arcades de 2^e, 3^e et 4^e ordre, qui ne surmontent pas seulement la corde de l'arcade, qui les supporte, mais également tout le pilier supérieur de l'arcade étant donné la crosse que décrit l'intestin grêle à ce niveau, c'est-à-dire l'angle duodéno-jéjunal.

Avant de donner une description de ces arcades, nous croyons utile d'indiquer sur quoi nous nous sommes basés pour effectuer cette division en segments et de montrer que cette segmentation n'est pas purement imaginaire et faite seulement pour la commodité et la clarté de l'exposition, mais répond vraiment à des raisons anatomiques.

Si l'on considère le tronc de la veine grande mésentérique, depuis son origine basse jusqu'à sa terminaison, c'est-à-dire jusqu'à son union en haut avec la veine petite mésentérique ou avec le tronc spléno-mésentérique, on est frappé de la disproportion complète qui existe entre ses rameaux collatéraux. Ce sont tout d'abord en bas des rameaux grêles en quantité variable jusqu'à un gros rameau, de calibre identique à celui du tronc principal originel, avec lequel il s'unit en formant un angle aigu ouvert en bas, en somme un V renversé. Au-dessus de ce rameau on aperçoit d'autres gros rameaux, d'autant plus nombreux, qu'il y a plus d'arcades et dont le plus volumineux est généralement le dernier le plus élevé. Ce type que nous décrivons, sans être constant, car il y a beaucoup de variations du détail, est très fréquent, nous l'avons rencontré 19 fois, soit 57 p. 100. Dans ces cas le tronc mésentérique semble en quelque sorte naître du sommet de l'angle du V renversé et avoir une origine double par deux rameaux sensiblement égaux. Or le segment iléal que nous isolons est compris entre les branches du V et c'est à ce niveau que nous rencontrons constamment de longues arcades grêles bien caractéristiques. Dans les cas où le segment iléal n'est pas compris nettement entre les branches du V, le tronc mésentérique ayant une unique branche d'origine et des rameaux collatéraux l'abondant sous des incidences variables, mais sans former le V

typique, la différence de grosseur de ces rameaux permet encore de délimiter le segment iléal qui n'a que des rameaux relativement grêles.

Pour les deux autres segments, la délimitation est moins précise, mais elle existe; d'une façon générale l'on peut dire que quand il y a plusieurs arcades, le segment moyen jéjuno-iléal les comporte presque toutes, le segment supérieur jéjunal n'en ayant le plus souvent qu'une seule, volumineuse, située loin du bord intestinal et surmontée de grosses arcades de 2^e et de 3^e ordre. Quelquefois du reste les arcades de 1^{er} ordre sont peu nombreuses dans la partie haute du deuxième segment, et même dans certains cas la grande arcade du premier segment empiète largement sur le deuxième segment.

Sur ces bases, voici quelles sont nos observations :

Arcades de 4^e ordre.

Les arcades de 4^e ordre, peu nombreuses, sont de petites arcades de faible écartement, généralement réunies en série quand il y en a plusieurs. On les rencontre exceptionnellement au niveau du segment inférieur iléal, dans les cas rares où les arcades de 1^{er} ordre sont courtes et par conséquent loin du bord intestinal. On les rencontre de préférence dans la portion haute du segment moyen jéjuno-iléal, ou encore dans le segment supérieur jéjunal au niveau de l'angle duodéno-jéjunal, région où elles présentent, ainsi d'ailleurs que les trois ordres d'arcades qui leur succèdent, un calibre spécial et des dimensions spéciales.

Arcades de 3^e ordre.

Les arcades de 3^e ordre sont à peu près uniformément répandues sur toute cette portion du tractus intestinal; longues et grêles dans le segment inférieur iléal; courtes mais plus grosses dans le segment moyen jéjuno-iléal où elles se montrent plus nombreuses; larges et trapues dans le segment supérieur jéjunal. En général, dans ce dernier segment elles sont formées de gros piliers, réunies par groupe de 6 ou 8 et répondent à la crosse duodéno-jéjunale.

Elles font très rarement défaut dans cette portion haute de l'intestin grêle, où le plus souvent l'arcade de 1^{er} ordre se trouve située loin du bord intestinal.

Arcades de 2^e ordre.

Ce sont les plus nombreuses ainsi que le montrent nos moyennes. Répandues à peu près uniformément sur toute cette portion du tractus intestinal grêle, elles présentent les mêmes caractères que les arcades de 3^e ordre qui les surmontent : d'abord en bas longues et grêles, puis plus courtes et plus larges et enfin en haut volumineuses et de fort calibre. Comme le plus souvent, ainsi que nous venons de le dire, le pilier supérieur de l'arcade du 1^{er} ordre qui irrigue le segment supérieur jéjunal se trouve situé loin du bord intestinal, étant donnée la disposition du jéjunum en ce point, ce sont les arcades de 2^e ordre qui occupent, par rapport au bord intestinal, la situation que les arcades de 1^{er} ordre occupent par rapport à ce bord dans les autres segments; elles jouent donc en quelque sorte le rôle d'arcades de 1^{er} ordre dont elles ont la situation et le calibre.

*Arcades de 1^{er} ordre et branches de confluence
dans le gros tronc collecteur.*

Le segment inférieur iléal nous présente des arcades très longues, tassées les unes contre les autres et formées de piliers très grêles; elles sont généralement nombreuses et forment la grande majorité des arcades de 1^{er} ordre.

Voici le nombre d'arcades que nous avons relevé :

| | | |
|---------------------|---------|--------------|
| Cinq arcades..... | 40 fois | (30 p. 100). |
| Sept arcades..... | 5 — | (15 —). |
| Huit arcades..... | 5 — | (15 —). |
| Neuf arcades..... | 4 — | (12 —). |
| Trois arcades..... | 4 — | (12 —). |
| Quatre arcades..... | 3 — | (9 —). |
| Six arcades..... | 1 — | (3 —). |
| Dix arcades..... | 1 — | (3 —). |

Le segment moyen jéjuno-iléal comporte généralement une ou deux grosses arcades.

Voici le nombre d'arcades observées :

| | | |
|---------------------|---------|--------------|
| Deux arcades..... | 13 fois | (39 p. 100). |
| Une arcade..... | 11 — | (33 —). |
| Trois arcades..... | 4 — | (12 —). |
| Quatre arcades..... | 1 — | (3 —). |
| Cinq arcades..... | 1 — | (3 —). |

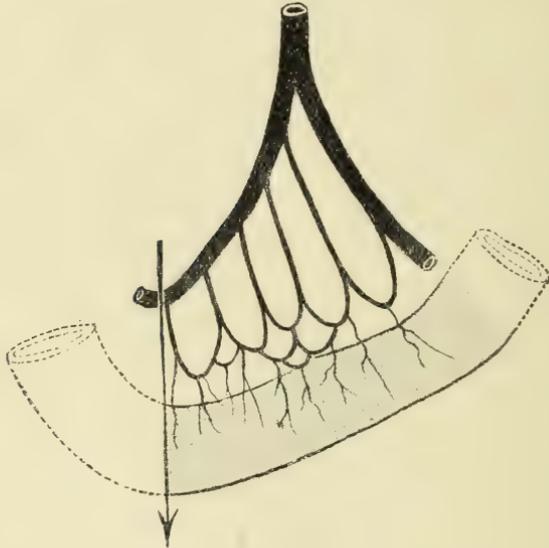


Fig. 7. — *Les veines du jéjuno-iléon (segment inférieur iléal).*

Enfin (3 fois 9 p. 100, il n'y a qu'une seule arcade pour les deux segments moyen et supérieur; nous en reparlerons à propos du segment jéjunal.

Ce sont des arcades de fort calibre, larges, exceptionnellement cloisonnées, embrassant une vaste portion d'intestin qu'elles côtoient. Généralement leurs piliers sont ordonnés suivant une graduation ascendante et sont d'autant plus gros qu'ils se jettent plus haut dans le tronc méésentérique; ce n'est pas toutefois un fait constant et parfois un pilier grêle succède à un pilier de gros calibre; on observe ce dernier type principalement pour l'arcade inférieure, la branche gauche du V étant assez volumineuse, plus

volumineuse que les collatérales immédiatement susjacentes du tronc mésentérique.

Le segment supérieur jéjunal ne comporte presque exclusivement qu'une seule grosse arcade.

Nous avons, en effet, trouvé :

| | | |
|-----------------------|---------|--------------|
| Une seule arcade..... | 24 fois | (72 p. 100). |
| Deux arcades..... | 6 — | (18 —). |

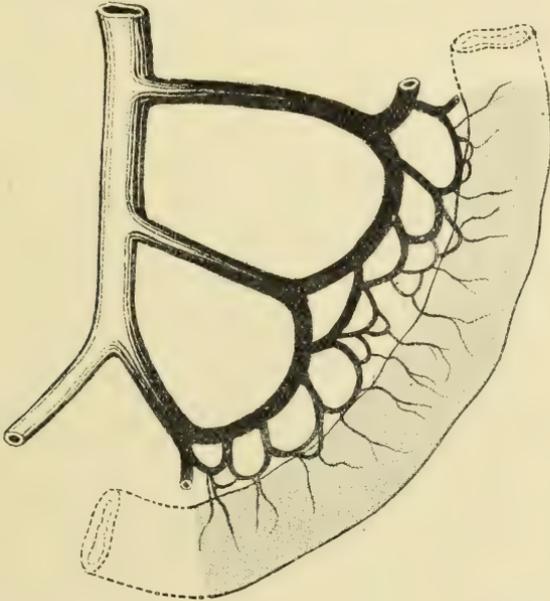


Fig. 8. — Les veines du jéjuno-iléon (segment moyen jéjuno-iléal).

Enfin (3 fois 9 p. 100) une seule arcade pour les deux segments moyen et supérieur.

L'arcade unique semble être la règle, grande arcade avec un type bien caractéristique. Dans les cas rares où l'arcade est double, cette dualité provient d'un rameau peu important qui fait, avec le gros pilier de l'arcade habituelle d'une part et le tronc mésentérique d'autre part, une arcade de petit calibre qui a la valeur d'une arcade de 2^e ordre; nous décrirons d'ailleurs, plus loin, les 6 types que nous avons observés.

L'arcade unique du segment jéjunal est une arcade de fort

calibre, haute mais peu large, très fréquemment cloisonnée et formée, en général, d'un pilier supérieur de très gros calibre. Située loin du bord intestinal, n'en sous-tendant qu'un petit segment, elle est toujours surmontée de grosses arcades de 2^e ou de 3^e ordre. Son cloisonnement est très fréquent : 16 fois (48 p. 100). Le plus souvent c'est par un rameau branché en Y sur la corde de l'arcade et qui va se déverser dans son pilier inférieur ; parfois c'est par un rameau unique qui se bifurque en T pour aborder les deux piliers : d'autres fois, enfin, c'est par un rameau transversal qui unit les deux piliers.

Pour les arcades doubles voici les types divers que nous avons observés :

Deux fois c'est un rameau de calibre moyen, qui, continuant les arcades de 2^e ordre sur le pilier supérieur de la grosse arcade de 1^{er} ordre, va se déverser dans le tronc mésentérique un peu au-dessus de ce pilier au lieu de s'unir à lui. Deux autres fois c'est encore un rameau, qui, continuant les arcades de 2^e ordre va se déverser dans le tronc mésentérique au milieu de l'arcade après avoir sous-croisé son pilier supérieur. Une fois, le gros pilier supérieur n'existe pas, il est remplacé par deux branches peu volumineuses, très rapprochées l'une de l'autre ; la branche inférieure va former l'arcade selon son type habituel avec un rameau sous-jacent et la branche supérieure s'unit à elle pour former une longue arcade qui n'est pas autre chose, somme toute, qu'une arcade de 2^e ordre comme celles qui surmontent ordinairement l'arcade de 1^{er} ordre. Une fois enfin, de l'extrémité de l'arcade habituelle part un petit rameau qui va se déverser dans le tronc spléno-mésentérique, au point de jonction de ces deux vaisseaux, formant une sorte de trifurcation du tronc. Dans tous les cas où il existe deux arcades, c'est l'arcade inférieure qui conserve le type de l'arcade de 1^{er} ordre du segment jéjunal ; l'arcade qui la surmonte, bien qu'abordant directement le tronc mésentérique par un de ses piliers, doit donc être plutôt considérée comme une arcade de 2^e ordre d'un type un peu spécial.

Trois fois nous n'avons rencontré qu'une seule arcade pour les deux segments supérieur et moyen : c'était une vaste arcade ayant

la forme d'un D, non cloisonnée et formée de volumineux piliers. Le pilier supérieur était un peu plus gros que normalement et se trouvait assez bas situé sur le tronc mésentérique, ce qui plaçait l'arcade à une distance anormale de l'angle duodéno-jéjunal. Quant au pilier inférieur il était formé par la branche gauche du confluent veineux en V renversé du segment iléal. Cette grosse et large arcade était surmontée de nombreuses et volumineuses arcades de 2^e et de 3^e ordre, en particulier en regard de l'angle duodéno-jéjunal.

En résumé : les veines de l'intestin grêle qui occupent la racine du mésentère et sont des affluents directs du bord gauche convexe du tronc de la veine grande mésentérique, ou de sa terminaison par anastomose avec la veine iléo-côlo-cæco-appendiculaire, comprennent :

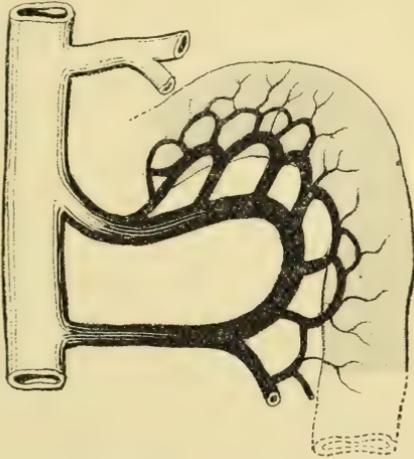


Fig. 9. — Les veines du jéjuno-iléon (segment supérieur jéjunal).

- 1^o Six à huit veines petites, veines inférieures du mésentère ou veines iléales.
- 2^o Deux à quatre veines de dimensions moyennes, veines moyennes du mésentère ou veines jéjuno-iléales.
- 3^o Une — rarement deux — veine volumineuse, veine supérieure du mésentère ou veine jéjunale (fig. 6, 7, 8, 9).

VEINES DU DUODÉNUM, DU PANCRÉAS, DE L'ESTOMAC ET DU GRAND ÉPIPLOON

Aux principaux affluents veineux du tronc de la veine grande mésentérique, que nous avons décrits en même temps que les arcades de 1^{er} ordre dont ils forment les piliers, il y a lieu d'ajouter un groupe important de veines qui se déversent toujours, directement

ou non, dans la veine grande mésentérique à sa partie supérieure, soit réunies aux rameaux du transverse et du côlon lombaire droit, soit par un tronc commun, soit par des troncs propres : nous voulons parler de la grosse veine gastro-épiplœique droite, de la notable veine pancréatico-duodénale inférieure et antérieure et de la petite veine pancréatico-duodénale inférieure et postérieure. Nous signalerons seulement divers petits rameaux courts pancréatiques ou duodénaux qui, en nombre variable, viennent se déverser dans le segment le plus élevé du tronc de la veine grande mésentérique; ce sont le plus souvent des rameaux insignifiants qui n'offrent aucun intérêt descriptif.

VEINE GASTRO-ÉPIPLŒIQUE DROITE.

La grosse veine gastro-épiplœique droite, après son trajet intra-épiplœique dont nous ne nous occuperons pas ici, rejoint à son extrémité droite le méso-côlon transverse. Sur la face antérieure de la tête du pancréas auquel elle est accolée, elle descend, oblique à gauche, et par une courbe de court rayon qui dessine environ les trois quarts d'une circonférence, vient se jeter dans le bord droit de la veine grande mésentérique, au niveau où celle-ci reçoit ses dernières branches collatérales supérieures droites; généralement même elle s'unit à ces collatérales au-dessous de l'isthme et à gauche de la tête du pancréas, presque au contact de la glande pancréatique.

Voici les types divers de confluence que nous avons rencontrés :

La veine gastro-épiplœique droite possède un tronc commun avec un pilier d'arcade du transverse et un pilier d'arcade du côlon lombaire droit, 17 fois (51 p. 100).

Elle a un tronc propre se jetant dans la grande mésentérique, 13 fois (39 p. 100).

Elle a un tronc commun avec le pilier de l'arcade cœlo-lombaire droite, 3 fois (9 p. 100).

On peut remarquer la fréquence de confluence de la veine gastro-épiplœique avec le pilier d'arcade supérieur du côlon lombaire droit.

VEINE PANCRÉATICO-DUODÉNALE INFÉRIEURE ET ANTÉRIEURE.

La veine pancréatico-duodénale inférieure et antérieure, constante, est toujours de calibre notable. Après avoir cheminé un

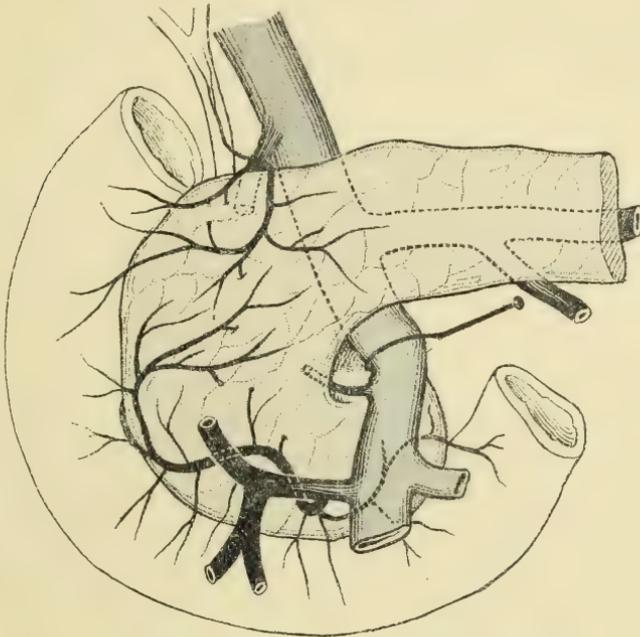


Fig. 10. — *Les veines du duodéno-pancréas (face antérieure).*

certain temps, un peu sur la face postérieure et surtout sur la face droite de la tête du pancréas qui encadre la deuxième portion du duodénum, et après avoir reçu de nombreuses petites collatérales veineuses de cette zone de la tête pancréatique et du duodénum voisin, elle apparaît en avant de la partie inférieure et droite de la tête du pancréas et lui devient franchement antérieure. C'est à partir de ce point qu'elle reçoit ses plus grosses collatérales, venues de la partie inférieure de la portion descendante et de l'angle inférieur ou troisième portion du duodénum, ainsi que de toute la partie inférieure de la face antérieure de la tête du pancréas.

Disons que la partie supérieure de la face antérieure de la tête

du pancréas, ainsi que la partie supérieure de la deuxième portion l'angle sushépatique et la partie adjacente de la première portion du duodénum, sont tributaires de la grosse veine pancréatico-duodénale supérieure, qui draine cependant surtout la face postérieure du duodéno-pancréas et qui est une très grosse collatérale constante du tronc de la veine porte (fig. 10 et 11).

La veine pancréatico-duodénale inférieure et antérieure se jette : dans la veine gastro-épiplœique droite, 29 fois (87 p. 100), la fréquence de cette disposition permet donc de la considérer comme une collatérale de la gastro-épiplœique ;

dans l'arcade colo-lombaire droite, 3 fois (9 p. 100) ;

dans le flanc droit de la veine grande mésentérique, 1 fois (3 p. 100).

VEINE PANCRÉATICO-DUODÉNALE INFÉRIEURE ET POSTÉRIEURE.

C'est une veine petite et courte, qui ne saurait être comparée, comme territoire dimension et calibre, à la précédente, pas plus qu'à la grosse veine pancréatico-duodénale supérieure collatérale du tronc de la veine porte, dont elle est, en quelque sorte, complémentaire pour la face postérieure du duodéno-pancréas ; tel est, en effet, son territoire réduit ; ce n'est que d'une manière exceptionnelle qu'elle reçoit quelques rameaux de la face antérieure du crochet sous-mésentérique de la tête pancréatique et du duodénum ascendant voisin.

Cette petite veine pancréatico-duodénale inférieure et postérieure a donc un territoire et un trajet presque constamment postérieurs : elle n'émerge de derrière la pancréas, à gauche, au niveau de l'échancrure sous-isthmique de la tête, qu'à sa terminaison et encore bien souvent elle reste cachée derrière le tronc de la veine grande mésentérique, si on n'écarte pas d'une manière artificielle le gros tronc veineux le duodénum et le pancréas.

Son point d'abouchement est d'ailleurs très variable. Tantôt elle aborde les gros troncs au niveau du confluent d'origine de la veine porte spléno-mésentérique, au-dessus donc des dernières collatérales transverse et lombaire droite de la grande mésentérique ;

tantôt elle rejoint plus bas le tronc de la grande mésentérique elle-même qu'elle aborde de court, soit par sa face postérieure soit par son bord droit; tantôt enfin elle va se jeter, en passant derrière la grande mésentérique, dans la grosse veine collatérale jéjunale à la face postérieure du segment terminal préduodénal de cette veine.

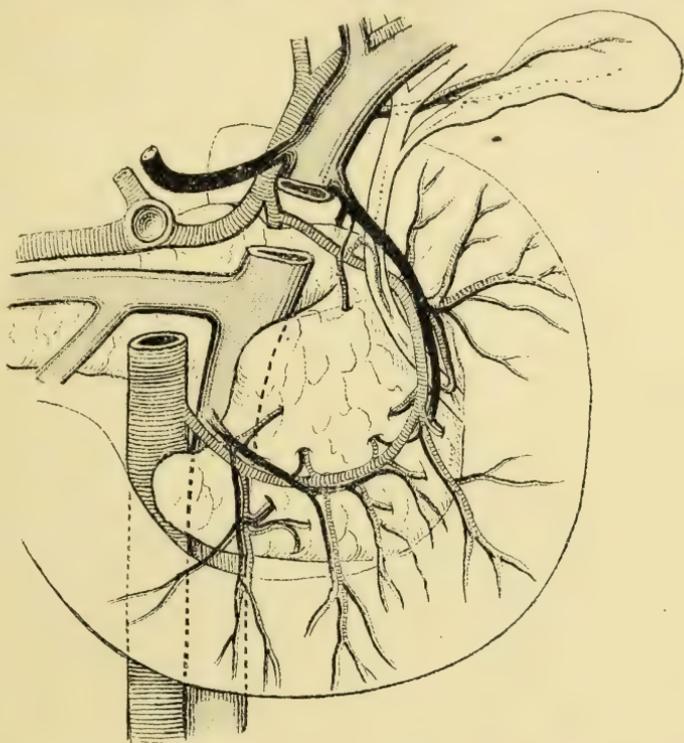


Fig. 11. — *Les veines du duodéno-pancréas (face postérieure)*. Cette figure représente, d'après une pièce, la circulation artérielle et veineuse rétro-duodéno-pancréatique.

En résumé c'est une petite veine, à peine sensiblement différente des rameaux de la quatrième portion du duodénum, ou des rameaux pancréatiques issus de la tête de l'isthme et même du corps qui, en même temps qu'elle, abordent par des troncles très courts et multiples la veine grande mésentérique ou les autres gros troncs du système porte : veine porte, veine splénique, veine petite mésentérique (fig. 10 et 11).

VEINES DU PÉRITOINE, DES GANGLIONS LYMPHATIQUES, ETC.

Il faut mentionner toute une catégorie de petits affluents courts et grêles des veines mésentériques.

Les veines grande et petite mésentériques et leurs branches reçoivent dans toute l'étendue de leur trajet de nombreux, mais minuscules rameaux, d'origine non intestinale, issus du péritoine et surtout des nombreuses chaînes lympho-ganglionnaires satellites ; on observe également à des niveaux divers des rameaux postérieurs grêles qui sont des anastomoses porto-caves.

I. TRONCS

VEINE PETITE MÉSENTÉRIQUE

ORIGINE.

La veine petite mésentérique commence au moment où l'hémorroïdale supérieure émerge du bassin et devient veine petite mésentérique. Il faut signaler que, si le plus souvent la veine petite mésentérique ne reçoit au-dessus du détroit supérieur que des arcades cœliques, parfois aussi elle continue à recevoir un ou plusieurs rameaux ascendants non anastomosés issus du rectum qui, adjacents à son flanc gauche, viennent l'aborder assez haut et jusqu'au niveau de la première arcade cœlique.

26 fois (75 p. 100) elle ne reçoit plus de rameaux hémorroïdaux,

3 fois (9 p. 100) elle en reçoit un,

1 fois (3 p. 100) elle en reçoit deux,

1 fois (3 p. 100) elle en reçoit trois.

TRAJET.

La veine petite mésentérique n'a pas un trajet constant ; voici les différents types que nous avons observés, depuis son émergence

du bassin jusqu'au moment où, près de sa terminaison, elle décrit une forte crosse pour aborder la grande mésentérique ou une légère coudure pour s'unir à la splénique.

15 fois (42 p. 100) la veine petite mésentérique suit un trajet presque verticalement ascendant, puis décrit une légère courbe à concavité gauche, enfin devient obliquement ascendante de droite à gauche.

13 fois (39 p. 100) elle est obliquement ascendante de droite à gauche sur tout son trajet jusqu'à sa terminaison.

4 fois (12 p. 100) elle décrit une brusque courbe à convexité gauche dès son émergence, puis devient verticalement ascendante depuis le promontoire jusqu'à sa crosse d'union avec le tronc de la grande mésentérique.

1 fois, enfin (3 p. 100), fortement déjetée à gauche, elle reste étroitement accolée au bord côlique et ne s'en sépare que très haut pour aborder à angle presque droit la grande mésentérique.

DIMENSIONS.

Des diverses mensurations que nous avons faites sur le cadavre, il résulte que le calibre habituel moyen de la veine petite mésentérique est de 7 millimètres, les chiffres extrêmes trouvés étant 5 millimètres et 8 mm. 5. Dans notre pourcentage nous indiquons trois dimensions, une faible, une moyenne et une forte, selon que le chiffre trouvé a été inférieur, égal ou supérieur au chiffre moyen pris comme base, c'est-à-dire 7 millimètres. Voici le relevé de nos recherches :

| | | |
|------------------------|---------|--------------|
| Dimension moyenne..... | 20 fois | (60 p. 100). |
| Dimension faible..... | 10 — | (30 —). |
| Dimension forte..... | 3 — | (9 —). |

Nous dirons, à propos de la grande mésentérique, les variations que comporte sur le vivant le calibre de ces veines.

TERMINAISON.

La terminaison de la veine petite mésentérique se fait avec une fréquence à peu près égale dans la grande mésentérique et dans la splénique.

17 fois (51 p. 100) elle s'unit à la grande mésentérique.

16 fois (48 p. 100) elle forme un tronc spléno-mésentérique.

RAPPORTS.

Nous n'entreprendrons pas l'étude complète des rapports des grosses veines avec les lymphatiques et ganglions adjacents, avec les plexus nerveux satellites des artères, avec les mésos, avec les viscères et avec les organes pariétaux; la topographie d'ensemble pouvant être du reste étudiée dans les quatre grandes planches hors texte établies d'après nature. Mais nous jugeons indispensable de préciser les rapport immédiats avec les artères satellites, en particulier en ce qui concerne les grosses collatérales et les troncs.

Rapports avec l'artère petite mésentérique et ses branches.

Tronc. — L'artère petite mésentérique présente des rapports constants, plus ou moins intimes, avec la veine petite mésentérique: tantôt elle la surcroise ou la souscroise, tantôt elle la longe ou lui est accolée sur une étendue plus ou moins grande (fig. 42):

| | | |
|-------------------------------|---------|--------------|
| I. Elle la surcroise..... | 12 fois | (36 p. 100). |
| II. Elle la souscroise..... | 12 — | (36 —). |
| III. Elle la longe..... | 5 — | (15 —). |
| IV. Elle lui est accolée..... | 4 — | (12 —). |

Généralement l'artère et la veine sont en rapport au point où l'artère émet son tronc côlosigmoïdien gauche ou, si elle a plusieurs branches, sa dernière branche cœlique gauche. C'est là qu'après un trajet presque verticalement descendant, l'artère aborde la veine et vient occuper un plan antérieur ou postérieur à elle. Mais parfois, surtout lorsque la veine décrit une vaste courbe dès son émergence du bassin, l'artère la rejoint assez bas et la côtoie sans l'aborder.

Collatérales. — Les rapports des collatérales artérielles avec le

tronc de la veine petite mésentérique présentent de grandes variations, étant donné les différents modes de ramescence qu'affectent les artères cœliques gauches. Parfois il n'y a qu'un tronc unique qui se bifurque une ou deux fois pour donner les trois artères cœliques généralement décrites. D'autres fois, il y a trois branches collatérales. D'autre fois enfin, et c'est même le type le plus fréquent, il y a deux branches artérielles dont l'une se subdivise ultérieurement.

Quant aux rapports que présentent ces branches avec le tronc

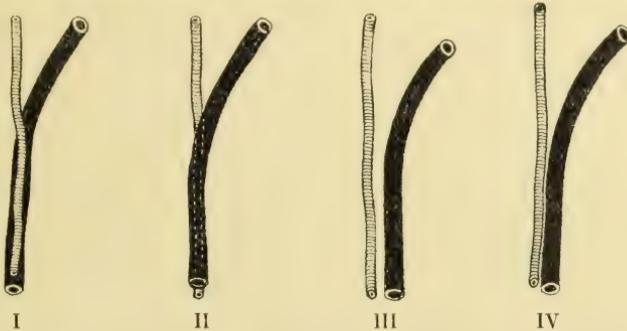


Fig. 12. — Rapports de la veine petite mésentérique avec l'artère petite mésentérique.

de la veine petite mésentérique, voici ce que nous avons observé. Il existe :

I. Deux branches artérielles, toutes les deux surcroisent la veine, 14 fois (42 p. 100);

II. Deux branches artérielles, l'inférieure surcroise la veine, la supérieure la souscroise, 3 fois (15 p. 100);

III. Une branche artérielle qui surcroise la veine, 4 fois (12 p. 100);

IV. Trois branches artérielles, les deux inférieures surcroisent la veine, la supérieure la souscroise, 4 fois (12 p. 100);

V. Trois branches artérielles qui toutes trois surcroisent la veine, 2 fois (6 p. 100);

VI. Deux branches artérielles qui toutes deux souscroisent la veine, 1 fois (3 p. 100);

VII. Une branche artérielle qui souscroise la veine, 1 fois (3 p. 100);

VIII. Une branche artérielle qui, à la fois surcroise et sous-croise, puis de nouveau surcroise la veine décrivant un véritable tour de spire autour d'elle (3 p. 100);

IX. Enfin les branches artérielles, au nombre de deux, n'ont

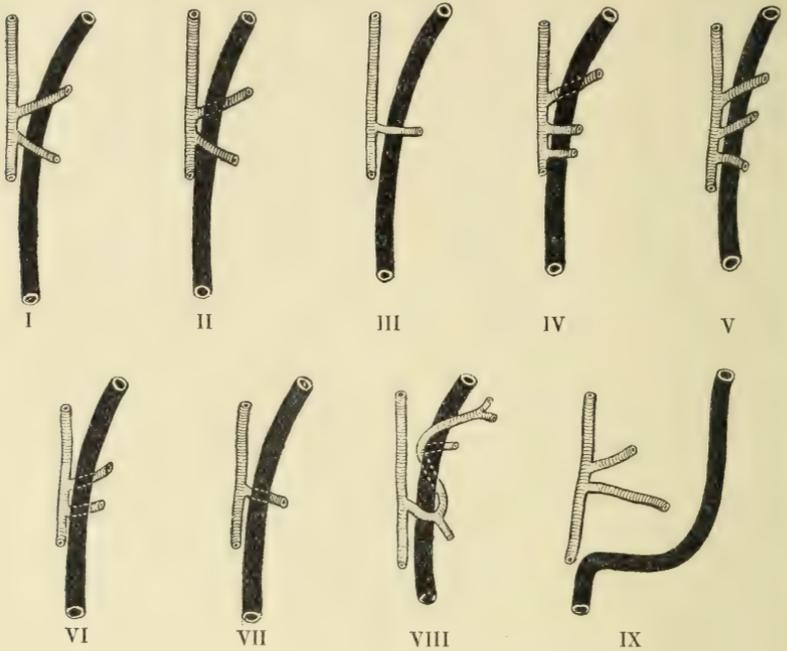


Fig. 13. — Rapports de la veine petite mésentérique avec les branches collatérales de l'artère petite mésentérique.

aucun rapport avec la veine, cette dernière longeant le bord intestinal, 1 fois (3 p. 100) (fig. 13).

VEINE GRANDE MÉSENTÉRIQUE

ORIGINE.

La veine grande mésentérique naît toujours du même point, que nous avons indiqué plus haut, c'est-à-dire de la partie déclive de l'arcade iléo-cæco-mésentérique. Si, fréquemment, comme nous l'avons vu, le tronc mésentérique semble naître plus haut dans le

mésentère, du sommet d'un angle veineux disposé en V renversé et ainsi paraît avoir deux rameaux d'origine iléale, l'un droit et inférieur, l'autre gauche et supérieur, il n'en est pas moins vrai qu'il faut prendre pour origine régulière le rameau extrême iléo-cæco-mésentérique, ou plus exactement encore, comme on le fait pour la terminaison de l'artère homonyme et satellite, le point déclive de l'anse anastomotique de la veine du mésentère avec la branche iléo-côlo-cæco-appendiculaire.

TRAJET.

Son trajet est à peu près constant; après avoir décrit une assez forte courbe à concavité droite et supérieure, elle devient verticalement ascendante. Deux fois seulement (6 p. 100), nous avons observé une disposition différente : le tronc d'origine, après avoir décrit sa courbe et pris son orientation ascendante type, se portait vers la droite et se bifurquait, puis les deux rameaux se réunissaient aussitôt en formant une sorte d'anneau veineux livrant passage à l'artère iléo-côlo-cæco-appendiculaire, après quoi le tronc reconstitué reprenait son ascension habituelle directe et verticale.

DIMENSIONS.

Les dimensions de la veine grande mésentérique varient de 12 millimètres à 16 mm. 5, le chiffre moyen est 14 millimètres. Comme pour la veine petite mésentérique, nous avons distingué trois variétés de dimensions; la première variété comprend les dimensions faibles, c'est-à-dire celles égales à 12 millimètres et inférieures à 14 millimètres; la deuxième variété comprend les dimensions moyennes, celles qui égalent 14 ou en sont très voisines; la troisième variété comprend les dimensions fortes, celles qui égalent 16,5 ou s'en rapprochent. Voici notre pourcentage :

| | | |
|------------------------|---------|--------------|
| Dimension moyenne..... | 16 fois | (48 p. 100). |
| Dimension forte..... | 12 — | (36 —). |
| Dimension faible..... | 5 — | (15 —). |

Les dimensions des grosses veines sont sensiblement augmentées sur le vivant, où le calibre des confluent et des gros troncs est énorme et sujet, du reste, à des variations de calibre qui ont une importance très grande en physiologie normale et pathologique. Ce qui frappe particulièrement sur le vivant, c'est d'une part l'énorme volume des pressoirs ou laes veineux de confluence des gros troncs, par exemple au niveau de l'angle veineux terminal rétro-pancréatique, ou encore au niveau des grands confluent mésentérico-pariétaux, le long de la grande mésentérique et surtout dans son segment supérieur jéjunal; ce qui frappe d'autre part c'est la souplesse et la minceur extrême des parois veineuses, qui n'offrent à ces énormes masses sanguines molles et dépressibles qu'une enveloppe qui semble sans épaisseur.

TERMINAISON.

Sa terminaison est toujours identique; c'est, en arrière du pancréas, le confluent d'origine du tronc porte, l'union de la veine grande mésentérique soit avec la petite mésentérique et la splénique isolées soit avec le tronc commun spléno-mésentérique inférieur.

RAPPORTS.

Comme pour la veine petite mésentérique, nous n'examinerons ici que les rapports avec les artères satellites.

Rapports avec l'artère grande mésentérique et ses branches.

Tronc. — L'artère grande mésentérique longe un certain temps la veine avant de la souscroiser ou de la surcroiser. Voici le trajet que décrit le plus souvent l'artère : dès son origine, après avoir passé au-dessous de la veine splénique et au-dessus de la veine rénale gauche, par conséquent après s'être glissée verticale entre ces deux veines horizontales, elle vient occuper le bord gauche

convexe de la veine mésentérique; elle croise la grosse veine collatérale jéjunale (elle surcroise cette collatérale 23 fois (69 p. 100) et la souscroise 10 fois (30 p. 100); elle accompagne le

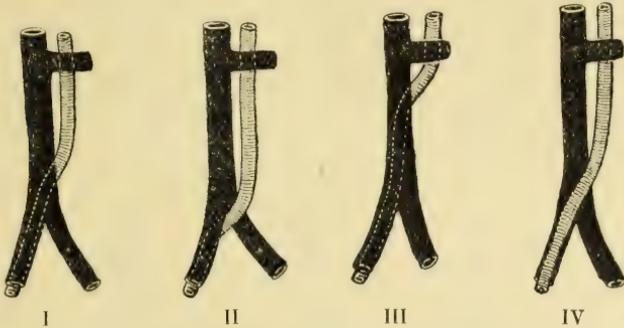


Fig. 14. — *Rapports de la veine grande mésentérique avec l'artère grande mésentérique.*

bord gauche de la veine grande mésentérique jusqu'à sa partie moyenne et, enfin, lui devient postérieure jusqu'à sa terminaison. Voici les différents types que nous avons observés (fig. 14).

L'artère souscroise la veine :

| | | |
|---------------------------------------|---------|--------------|
| I. En son milieu | 13 fois | (39 p. 100). |
| II. Au-dessous de son milieu | 10 — | (30 —). |
| III. Au-dessus de son milieu | 2 — | (6 —). |
| IV. L'artère surcroise la veine | 8 — | (24 —). |

Collatérales. — Relativement aux rapports que peuvent présenter les collatérales artérielles avec le tronc de la veine grande mésentérique, il faut remarquer que seules les collatérales supérieures et droites, allant au côlon transverse, à l'angle colique droit, au côlon lombaire droit et au cæcum sont en rapport avec lui.

I. D'une façon générale nous dirons que toujours les rameaux artériels du côlon transverse et du côlon lombaire droit, dont le nombre est variable et par conséquent le calibre également variable, surcroisent la veine.

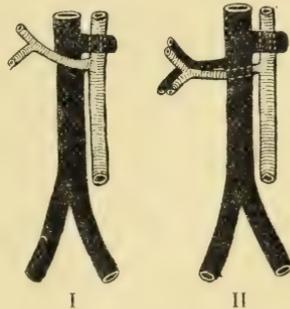


Fig. 15. — *Rapports de la veine grande mésentérique avec l'artère colique, branche collatérale droite supérieure variable de l'artère grande mésentérique.*

II. — Une seule fois, nous avons vu un de ces rameaux sous-croiser le tronc veineux (fig. 15).

Relativement à l'artère iléo-côlo-cæco-appendiculaire, artère volumineuse et constante, voici les divers types que nous avons observés :

| | | |
|---|---------|--------------|
| I. L'artère surcroise la veine..... | 48 fois | (54 p. 100). |
| II. L'artère souscroise la veine..... | 13 — | (39 —). |
| III. L'artère passe dans un anneau veineux. | 2 — | (6 —). |

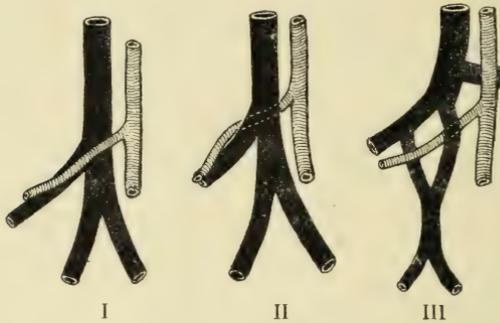


Fig. 16. — *Rapports de la veine grande mésentérique avec l'artère iléo-côlo-cæco-appendiculaire, branche collatérale droite inférieure de l'artère grande mésentérique.*

ces deux cas représentant une anomalie que nous avons signalée à propos du trajet de la veine grande mésentérique (fig. 16).

Légende des planches hors texte.

PLANCHE I.

L'intestin grêle est récliné en bas et à gauche; le côlon transverse soulevé est étalé. On voit du duodénum et du pancréas, la portion sous-jacente au méso-côlon transverse. Le péritoine est enlevé et les vaisseaux disséqués, afin de montrer, en place, l'artère grande mésentérique et ses branches, les veines homologues.

1. Veine gastro-épiplôïque droite, formant tronc commun avec les deux suivantes.
2. Veine du côlon transverse.
3. — — lombaire droit et de l'angle côlique droit, recevant la pancréatico-duodénale inférieure et antérieure.

4. Veine iléo-côlo-cæco-appendiculaire.
5. — jejuno-iléale; au-dessous d'elle, dans le mésentère, les petites veines iléales.
6. Veine grande mésentérique; origine par anse iléo-cæco-mésentérique; limite inférieure des petites veines iléales.
7. Veine splénique.
8. — petite mésentérique.
9. — grande mésentérique.

PLANCHE II.

L'estomac est récliné en haut. La première portion du duodénum est enlevée, ainsi que l'intestin grêle, de l'angle duodéno-jéjunal à l'angle iléo-cæcal. Le côlon transverse est enlevé. Le lobe gauche du foie est sectionné. Le corps du pancréas est enlevé; la tête est disséquée afin de montrer la totalité du cholédoque, le canal de Wirsung et le canal de Santorini.

1. Veine gastro-épiploïque droite.
2. — coronaire stomachique.
3. — pylorique.
4. — cystique.
5. — pancréatico-duodénale postérieure et supérieure.
6. — pancréatico-duodénale inférieure et antérieure.
7. Tronc commun de la gastro-épiploïque et des veines cœliques (côlon transverse, angle cœlique droit, côlon lombaire droit).
8. Veine iléo-côlo-cæco-appendiculaire, recevant les quatre suivantes.
9. — cœlique (sectionnée).
10. — iléale.
11. — cæcale antérieure.
12. — — postérieure.
13. — appendiculaire.
14. — gastrique courte.
15. — épiploïque gauche (sectionnée).
16. — gastro-épiploïque gauche.
17. — porte.
18. — splénique.
19. — grande mésentérique.
20. — petite mésentérique.
21. — côlo-lombaire gauche supérieure.
22. — — inférieure.
23. — sigmoïdienne supérieure.
24. — — moyenne.

25. Veine sigmoïdienne inférieure.
26. — hémorroïdale supérieure.

PLANCHE III.

L'estomac est sectionné, son bout supérieur érigé en haut, son bout inférieur érigé à droite. L'intestin grêle est étalé vers la gauche. Le colon transverse est sectionné; sa moitié gauche est en place avec son méso et on remarque à gauche un fragment de grand épiploon en place; sa moitié droite est réclinée à droite laissant voir les plans sousjacents.

1. Veine pancréatico-duodénale antérieure et inférieure, se jetant dans la suivante.
2. Veine gastro-épiploïque droite.
3. — côlique faisant tronc commun avec la petite mésentérique anormale.
4. Veine splénique (les veines satellites des vaisseaux artériels dits courts ne sont pas figurées).
5. Veine épiploïque gauche.
6. — grande mésentérique.
7. — jéjunale.
8. — petite mésentérique anormale cheminant dans le méso-côlon transverse près du bord côlique.
- 9, 10, 11. Veines jéjuno-iléales.

PLANCHE IV.

L'estomac et l'intestin sont enlevés; reste le duodénum. Le foie est récliné à droite. Une partie du corps du pancréas est réséquée. C'est le plan profond de la planche III.

1. Veine porte.
2. — pancréatico-duodénale postérieure et supérieure, recevant les branches antérieures et supérieures.
3. Veine gastro-épiploïque droite, faisant tronc commun avec la suivante.
4. Veine pancréatico-duodénale antérieure et inférieure.
5. — splénique.
6. — grande mésentérique.
7. — petite mésentérique (sectionnée).
8. — petite mésentérique.

ÉTUDE D'UN BŒUF RHINODYME

AVEC CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES
SUR LES MONSTRES DU MÊME GENRE

Par **F. X. LESBRE**

Professeur à l'École nationale vétérinaire de Lyon,

Avec la collaboration de **R. PÉCHEROT**

Chef de travaux.

Le sujet de cette étude a vécu une dizaine d'années, exhibé dans les foires, où nous avons eu l'occasion de l'observer. Nous en avons déjà parlé dans un mémoire paru en 1906 dans ce journal¹. Nous ne savons rien des causes ni des circonstances de sa mort; c'est l'équarisseur chez lequel son cadavre est venu échouer qui a eu l'obligeance de nous informer et a bien voulu nous céder la tête, que nous avons soumise à l'analyse anatomique.

Avant d'en exposer les résultats nous décrirons sommairement l'extérieur de l'animal.

I. — EXTÉRIEUR.

Hormis la tête, il était régulièrement conformé de tout le reste du corps et n'attirait l'attention ni par ses attitudes ni par sa démarche; nous nous rappelons notamment l'avoir vu se coucher et se relever comme le font les animaux normaux de son espèce.

Sa tête, élargie, était manifestement constituée par deux têtes conjointes latéralement, progressivement coalescentes de l'extré-

1. Contribution à l'étude des monstres hypsiloides et xioides par F. X. Lesbre et E. Forgeot, *Journal de l'Anat.*, 1906, n° 4.

mité du museau à la nuque. Elle présentait 3 cornes, 3 yeux, 4 naseaux, mais une seule bouche.

La corne et l'œil surnuméraires étaient situés sur une forte crête médiane qui correspondait au plan de soudure des deux têtes réunies; ils résumaient donc respectivement les deux cornes et les deux yeux concentriques.

La corne médiane, beaucoup plus courte que les latérales, fortement aplatie d'un côté à l'autre et terminée carrément, était située en avant du chignon réunissant les cornes latérales, c'est-à-dire sur le front même; elle était mobile comme les cornillons d'un veau.

L'œil médian se trouvait à l'extrémité antérieure de la crête frontale déjà citée, sur laquelle les parties latérales de la région se joignaient comme les pentes d'un toit sur un faite. Il était donc sur un niveau plus élevé que les yeux latéraux, et aussi plus antérieur (la tête supposée horizontale). L'axe visuel de ceux-ci était fortement abaissé. L'œil médian, très atrophié, inapte à la vision, était masqué par deux paupières immobiles, disposées latéralement, qu'il fallait écarter pour le découvrir. Un corps clignotant et deux petites caroncules lacrymales se trouvaient à la commissure antérieure de ces paupières. Quand on introduisait le doigt jusqu'au contact du moignon oculaire on provoquait quelques mouvements de rétraction et de rotation.

Deux régions nasales conjointes faisaient suite au front et se terminaient chacune par une paire de naseaux. Les deux mufles se réunissaient en se confondant avec une lèvre supérieure simple, qui dépassait considérablement l'inférieure par côté. Celle-ci était normale.

Les ganaches étaient seulement plus écartées que d'ordinaire (16 centimètres d'un angle à l'autre de la mandibule). L'hyoïde, le larynx et la trachée paraissaient simples au toucher.

En ouvrant la bouche de l'animal, on constatait l'existence d'une langue épaissie, mais simple, de dents disposées à la manière habituelle, enfin d'un palais double qui sera décrit plus loin.

En résumé, la tête de l'animal dont il s'agit résultait d'une manière évidente de la coalescence de deux têtes par côté et par

dessous, coalescence progressivement croissante de l'extrémité à la base, d'une part, de la face frontale à la face basilaire, d'autre part. Le plan médian de chacune des deux têtes réunies convergeait vers leur plan de soudure soit en arrière, soit en bas; et ainsi s'explique qu'il y ait eu unification vers la nuque, la base du crâne et la bouche, tandis que les parties opposées étaient restés plus ou moins doubles.

De pareils monstres sont extrêmement rares; ils ne trouvent point place dans la classification d'Is. Geoffroy Saint-Hilaire, dont le dernier genre de la famille des monstres doubles *monosomiens* est le genre *opodyme*, caractérisé par « une tête unique en arrière, mais se séparant en deux faces distinctes à partir de la région oculaire », ce qui implique duplicité de la mâchoire inférieure et de la bouche¹; tandis que, dans notre cas, les deux faces ne se séparent pas et la bouche est unique. Gurlt avait bien saisi cette différence, car il distingue, parmi les monstres à deux faces, les variétés *diprosopus distans* et *diprosopus conjunctus*.

En 1857, Joly de Toulouse, observant un chat dont le bout de la tête, nez et bouche, était partagé en deux moitiés, créa le genre rhinodyme pour faire suite au genre opodyme d'Is. Geoffroy Saint-Hilaire. Il le définit ainsi: « tête simple en arrière, formée en avant de deux moitiés de face tout à fait contiguës, mais non complètement soudées sur la ligne médiane; appareil oculaire atrophié ou nul du côté de l'axe d'union; deux demi-nez contigus, séparés à leur origine par un léger enfoncement »².

Cette définition s'applique à la division du nez plutôt qu'à son dédoublement; le chat qui l'a suggérée avait en effet de la rhinoschisie, mais non de la rhinodymie; celle-ci implique une duplicité plus ou moins prononcée de la région nasale.

En 1899, M. le professeur Gilis publia dans ce journal, sous le titre de *Contribution à l'établissement du genre tératologique rhino-*

1. Nous possédons cependant le squelette d'un agneau opodyme-iléadelphes qui a été figuré dans notre mémoire sur les monstres hypsiloides et xioïdes (*loc. cit.*) et qui ne présente qu'une seule mâchoire inférieure; il est vrai qu'une petite enclave symphysaire témoigne de sa duplicité essentielle.

2. Joly, *C. R. A. S.* Paris 1857, 2^e semestre. Sur un nouveau cas de monstruosité offert par un chat monosomien, pour lequel l'auteur propose le nom de *rhinodyme*.

dyme, l'observation d'un agneau dont la tête, simple de l'occiput à la région oculaire inclusivement, présentait au delà deux faces soudées sur la ligne médiane, c'est-à-dire quatre fosses nasales, une double mâchoire inférieure et une double langue. C'était un rhinodyme remarquable par cette particularité : qu'il avait une double bouche comme les opodymes, tandis que les rhinodymes ordinaires sont monostomes.

Voici la définition qui nous paraît la plus exacte pour ce genre de monstres :

Tête simple en arrière, plus ou moins double du nez, voire même du front, mais dont les moitiés restent unies dans toute leur longueur; appareil oculaire nul ou atrophié sur le plan de soudure; bouche unique, parfois double.

Les plans médians individuels des deux têtes réunies convergent vers le plan de soudure non seulement en arrière, mais encore en dessous. Il n'en est pas de même dans d'autres monstres monosomiens pour lesquels nous avons proposé la dénomination de *Stomodymes* : les deux têtes fusionnées ont leurs plans médians individuels convergents en haut et en arrière, en sorte qu'il y a unification plus ou moins complète du crâne et de la mâchoire supérieure et, au contraire, dualité de la mâchoire inférieure et de la bouche.

Ces deux genres rhinodyme et stomodyme ne sont pas les derniers termes de la confusion simplificatrice des deux têtes des monstres monosomiens; nous avons en effet démontré que les épignathes dérivent du premier, les hypognathes et les augnathes, du second¹.

Les rhinodymes, tels que nous venons de les définir, trouvent leur place dans le genre *diprosopus* de Förster et la variété que Gurlt appelle *diprosopus conjunctus monostomus*. Ils sont encore fort peu connus; aussi avons-nous saisi, comme une bonne aubaine, l'occasion de soumettre la tête de l'un d'eux à une étude anatomique.

1. Voir Contribution à l'étude des monstres polygnathiens par F. X. Lesbre, avec la collaboration de D^r Jarricot, *Journal de l'Anat.*, 1910.

Si nous avions disposé du cadavre entier, nous n'aurions pas manqué de l'étudier dans toutes ses parties, car l'expérience nous a appris que les diplogénèses les plus restreintes à l'extérieur sont susceptibles de retentissement lointain; malheureusement nous n'avons pu nous procurer que la tête. Nous l'avons disséquée avec autant de soin que le permettait son état de décomposition; nous en avons extrait l'encéphale sans trop endommager les os, et, aujourd'hui, le squelette de cette tête est déposé dans les collections tératologiques de notre École.

Voici les principales constatations qu'il nous a été donné de faire.

II. — ANATOMIE.

A. PARTIES MOLLES. — Après avoir séparé la mâchoire inférieure de la supérieure, nous avons été frappés du grand volume de la langue, qui était en rapport avec l'écartement insolite des branches mandibulaires. La distance des arcades dentaires était de 14 centimètres, celle des apophyses coronoïdes de 21 centimètres. La langue, débarrassée du larynx, pesait 2 kg. 480; elle était d'ailleurs parfaitement normale de forme et de structure.

Le région palatine, extrêmement large (18 centimètres), était formée manifestement de deux palais réunis sur la ligne médiane, en sorte qu'il y avait trois raphés — un médian, plus ou moins relevé en crête, et deux latéraux — en outre deux croissants opposés aux huit incisives de la mâchoire inférieure et séparés l'un de l'autre par une sorte d'éperon formant frein à la lèvre supérieure (fig. 1). La partie droite de ce double palais était plus large que la gauche; toutes deux étaient parcourues par des crêtes et des sillons qui s'effaçaient en arrière dans l'intervalle des molaires, où se trouvaient deux gros bourgeons adossés, l'un cylindroïde, l'autre prismatique triangulaire, produits par les glandes palatines qui s'étaient ainsi rassemblées au lieu de s'étaler en surface comme d'habitude.

Le voile du palais, simple en apparence, n'avait pas moins de 3 centimètres d'épaisseur.

Le pharynx, simple aussi, se faisait toutefois remarquer par deux ouvertures nasales partagées chacune par un vomer : en avant et à gauche d'un orifice de dimensions ordinaires, mais irrégulier,

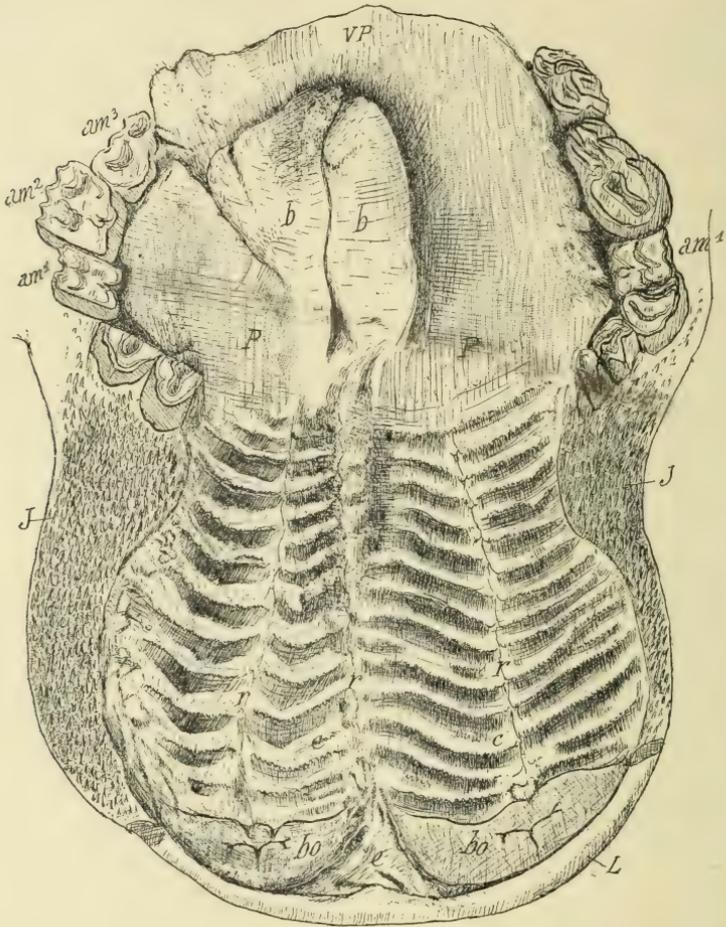


Fig. 1. — Région palatine, arcades molaires supérieures, joues et lèvre supérieure. VP, lambeau de voile du palais; P, partie lisse du palais; *b*, saillies glandulaires; *r, r, r*, les trois raphés du palais; *c*, crêtes et sillons palatins; *bo*, bourrelets muqueux en croissant portant les ouvertures des canaux de Stenson; *e*, éperon muqueux médian; L, lèvre supérieure; J, joues hérissées de papilles odontoides; *am¹*, *am²*, *am³*, les trois arrière-molaires.

se voyait un autre orifice beaucoup plus petit, elliptique. Il n'y avait que deux trompes d'Eustache.

L'œsophage, le larynx, la trachée étaient simples, dépourvus de toute particularité. Les glandes salivaires, parotides, maxillaires,

sublinguales, molaires n'offraient non plus rien d'anormal.

Quant à l'encéphale, il n'était possible de l'extraire intact qu'à la condition d'abimer la tête; nous avons préféré le mutiler un peu pour conserver le squelette. Une fois durci dans le formol, il s'est prêté néanmoins à une étude d'ensemble, qui n'est pas dénuée d'intérêt, ainsi qu'on va le voir.

Vu par la face supérieure (fig. 2), il frappait de prime abord l'attention par l'absence de cervelet et la présence de trois hémisphères cérébraux serrés les uns contre les autres. L'hémisphère droit, le plus volumineux, le mieux développé, était à peu près normal dans sa forme, sa constitution et ses circonvolutions. L'hémisphère gauche était creusé intérieurement d'un énorme ventricule auquel il formait une paroi relativement mince et extensible, quoique encore circonvoilonnée à sa superficie; on eût dit que cet hémisphère s'était distendu comme

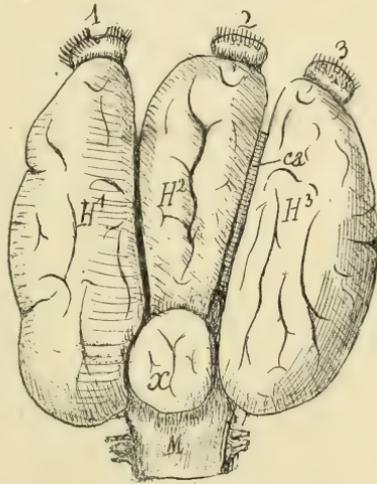


Fig. 2. — Face supérieure de l'encéphale. H¹, H², H³, hémisphères cérébraux; ca, corps calleux; x, lobe cérébral paraissant remplacer le cervelet; M, moelle allongée; 1, 2, 3, lobules et nerfs olfactifs.

une bourse pour remplir le compartiment crânien qui lui était affecté; il ne tenait au reste de l'encéphale que par un mince pédoncule de sa base. L'hémisphère médian, le plus irrégulier de forme, était enclavé comme un coin entre les deux autres et terminé en arrière par un lobe arrondi, bien circonscrit, qui paraissait remplacer le cervelet absent. Un corps calleux, un trigone, un septum lucidum réunissaient cet hémisphère à son voisin de droite, comme s'il se fût agi des deux hémisphères d'un même cerveau; cependant il est probable que l'hémisphère médian était d'essence double et résumait les hémisphères internes ou concentriques des deux cerveaux confondus; sa face supérieure était parcourue par une grande anfractuosité longitudinale qui trahissait cette double origine,

mais il n'offrait qu'un seul lobule olfactif et ne présentait pas la moindre commissure avec l'hémisphère gauche, qui lui était simplement adossé. Celui-ci occupait à lui seul, tout le compartiment gauche de la cavité crânienne, tandis que les deux autres se logeaient dans le compartiment droit.

Vu par la face inférieure (fig. 3), l'encéphale se faisait remar-

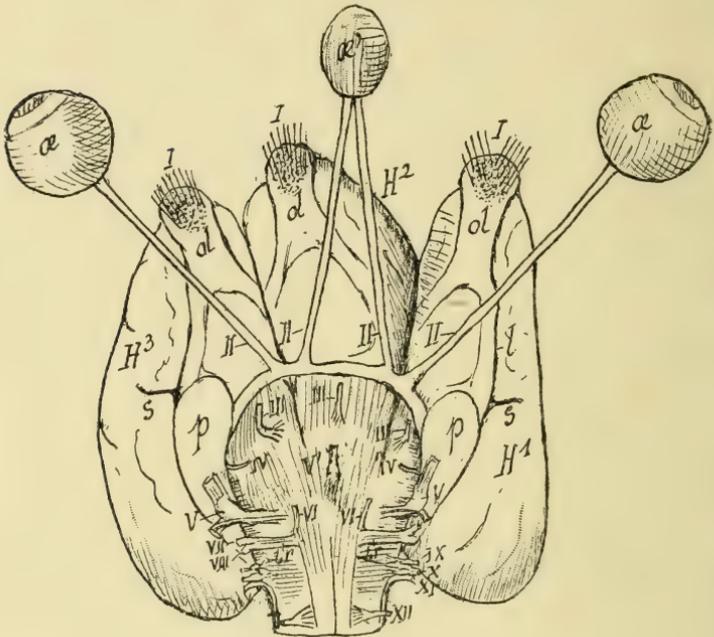


Fig. 3. — Face inférieure de l'encéphale.

H¹, H², H³, les trois hémisphères cérébraux; *ol*, *ol*, *ol*, les trois lobules olfactifs; *s*, scissure de Sylvius; *p*, lobule pyriforme; *l*, scissure limbique; I, nerfs olfactifs; II, nerfs optiques; III, nerfs oculo-moteurs communs, au nombre de trois; IV, nerfs pathétiques; V, nerfs trijumeaux; V', nerf trijumeau médian; VI, nerfs oculo-moteurs externes; VII, nerfs faciaux; VIII, nerfs acoustiques; *tr*, corps trapézoïde; IX, nerfs glosso-pharyngiens; X, nerfs pneumogastriques; XI, nerfs spinaux; XII, nerfs hypoglosses.

quer par l'absence de protubérance annulaire, corrélative à l'absence du cervelet, et par l'existence de trois pédoncules cérébraux faisant suite directement à une unique moelle allongée. De ces trois pédoncules, celui qui correspondait à l'hémisphère gauche était de beaucoup le plus réduit. Un tractus optique se développait à l'entour de leur extrémité antérieure en donnant lieu à deux chiasmas d'où partaient quatre nerfs optiques, dont les deux

internes aboutissaient à l'œil médian, qui manifestait ainsi d'une manière frappante sa double origine.

L'isthme encéphalique, séparé des hémisphères cérébraux (fig. 4), montrait à découvert deux couches optiques et quatre tubercules jumeaux parfaitement développés sur les pédoncules des hémisphères commissurés, tandis que le pédoncule de l'hémisphère gauche était surmonté de petites masses grises irrégulières en lesquelles il était difficile de reconnaître une couche optique, un tubercule *natis* et un tubercule *testis*. Il n'y avait qu'une glande pinéale. Quant à la glande pituitaire, nous ne trouvons rien dans nos notes à son sujet; comme il n'y avait pas, sur la base du crâne, de fosse pour la loger, il y a lieu de croire qu'elle faisait défaut ou était extrêmement réduite.

Ajoutons, pour terminer cette sommaire des-

cription, que les ventricules des hémisphères droit et médian étaient dans les mêmes rapports que ceux d'un cerveau normal et offraient sur leur plancher un corps strié, une corne d'Ammon et un plexus choroïde. La suite des autres ventricules n'offrait rien de particulier si ce n'est l'exiguïté du quatrième, qui était fermé supérieurement par un simple voile médullaire. La cavité spacieuse de l'hémisphère cérébral gauche était tout à fait close et sans communication aucune avec les autres ventricules.

En résumé, des trois hémisphères cérébraux qui constituaient essentiellement l'encéphale, deux s'étaient appariés comme les moitiés du cerveau d'un sujet unitaire, tandis que le troisième,

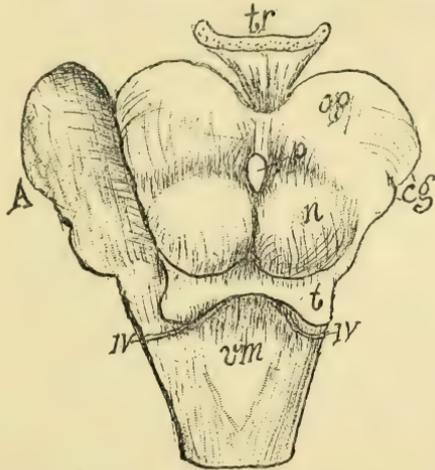


Fig. 4. — Face supérieure de l'isthme encéphalique.
tr, partie antérieure du trigone cérébral; *op*, couches optiques; *n*, tubercules quadrijumeaux antérieurs; *t*, tubercules quadrijumeaux postérieurs; *cg*, corps genouillés; *p*, glande pinéale; *IV*, nerfs pathétiques; *vm*, voile médullaire faisant voûte à un quatrième ventricule très réduit; *A*, masse grise irrégulière surmontant le pédoncule cérébral gauche.

exagérément creux, comme une bourse extensible, semblait surajouté et plus ou moins inutile. Ce n'est pas ce que l'on observe d'ordinaire dans les monstres diprosopes : en général les hémisphères latéraux se développent à peu près bien, parfois même arrivent à se commissurer en arrière, et il ne reste dans leur intervalle qu'une enclave plus ou moins réduite, résumant les deux hémisphères internes des cerveaux confondus, conformément à la loi de concentration qui tend à simplifier par absorption des moitiés adjacentes les parties réunies côte à côte.

Une autre particularité, extrêmement remarquable, de l'encéphale de notre sujet consiste dans l'absence complète de cervelet et de protubérance, qui ne s'est accusée du vivant de l'animal par aucun trouble bien saillant dans son habitude extérieure ni dans sa locomotion ; du moins s'il a présenté quelque incoordination motrice, elle ne devait pas être très apparente quand nous l'avons vu. Il ne faut pas conclure évidemment que l'on puisse supprimer à un bovin, sans conséquences graves, le cervelet et la protubérance, mais que ces organes peuvent ne pas se développer et être suppléés dans leurs fonctions par quelque autre partie de l'encéphale, sans doute, dans notre cas particulier, par le lobe postérieur de l'hémisphère cérébral médian, qui occupait assez exactement la place du cervelet absent.

Quant aux nerfs crâniens, nous n'avons de renseignements que sur leur origine : la figure 3 montre qu'il y avait trois lobules olfactifs, quatre nerfs optiques, trois oculo-moteurs communs, deux pathétiques, trois trijumeaux, (dont le médian, très réduit, était dépourvu de racine motrice), deux oculo-moteurs externes, deux faciaux, deux acoustiques, deux glosso-pharyngiens, deux pneumogastriques, deux spinaux et deux hypoglosses.

A cela se bornent nos constatations sur les parties molles ; étudions maintenant la tête osseuse.

B. PARTIES DURES. — a) *Face frontale*. — La figure 5 montre bien la duplicité de cette face, non pas seulement au niveau de la région nasale, mais encore au niveau du front. Il est évident à première vue qu'il y a là deux têtes soudées, progressivement concentrées

de l'extrémité à la base, et relevées l'une vers l'autre, comme les pentes d'un toit, en donnant lieu à une crête médiane sur toute la longueur du front. Les axes de ces deux têtes réunies sont nette-

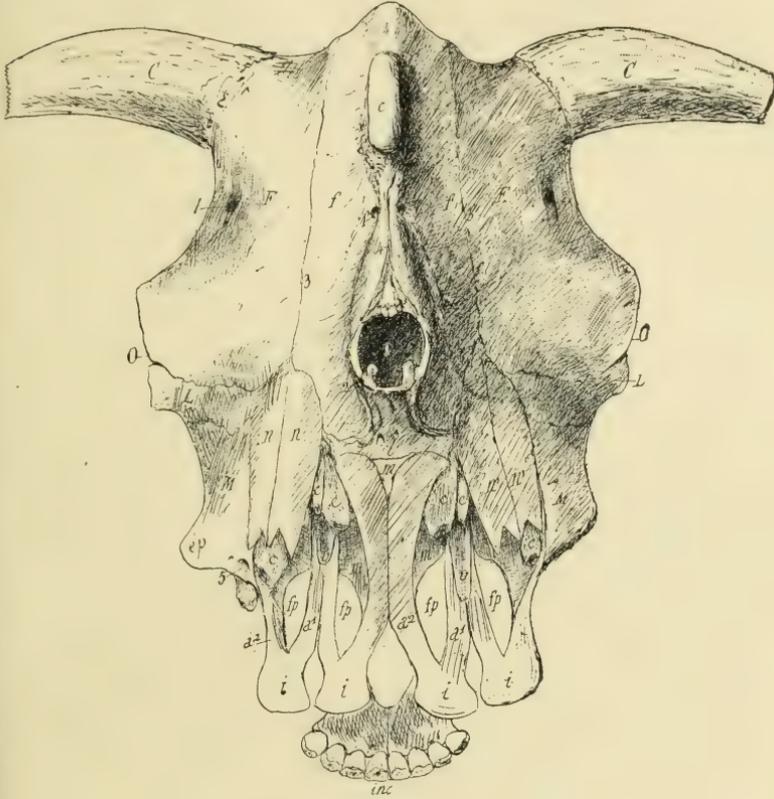


Fig. 5. — Face frontale de la tête.

C, cornes latérales; c, corne médiane; F, frontaux excentriques; f, frontaux concentriques; O, orbites latérales; o, orbite médiane; L, lacrymaux latéraux; l, lacrymal médian, résumant les deux lacrymaux concentriques; m, os nasaux droits; m', os nasaux gauches; M, sus-maxillaires latéraux; m, sus-maxillaire médian, produit par la réunion des sus-maxillaires concentriques; ép, épine maxillaire; c, cornets; v, extrémité des vomers; fp, fentes palatines; i, les quatre intermaxillaires; a', apophyses palatines; a'', apophyses montantes des mêmes; inc, arcade incisive à l'extrémité du maxillaire inférieur; 1, trous sourciliers excentriques; 1', trous sourciliers concentriques; 2, apophyses lacrymales; 3, sutures métopiques; 4, crête du plan de soudure; 5, trou sous-orbitaire.

ment indiqués par deux sutures frontales faisant suite aux sutures médio-nasales; ils divergent en avant.

La région frontale ou cranienne, disposée comme il vient d'être dit en deux plans inclinés réunis sur un faite, est beaucoup plus

large au niveau des yeux qu'au niveau des cornes; elle est limitée en arrière par un chignon anguleux se portant d'une corne latérale à l'autre. Indépendamment de ces appendices, normalement constitués, existe une corne médiane, à quelques centimètres environ de la saillie du chignon, corne de 6 à 8 centimètres de hauteur, oblique en avant, fortement aplatie d'un côté à l'autre et terminée carrément; sa cheville osseuse n'est pas soudée à la tubérosité frontale qui lui sert de base; elle est tranchante en arrière, plus épaisse en avant.

La crête du plan de soudure aboutit antérieurement à une petite orbite de 4 à 5 centimètres de diamètre à son entrée, circonscrite en haut par les frontaux internes, soudés l'un à l'autre, en bas par une pièce enclavée entre ces mêmes os, d'une part, les intermaxillaires et les os du nez, d'autre part, pièce offrant deux apophyses sur le sourcil de l'orbite, deux trous à sa face interne, et représentant évidemment deux lacrymaux confondus. A l'intérieur de cette orbite, il y a, indépendamment des deux trous lacrymaux qui viennent d'être mentionnés, deux trous sourciliers, débouchant d'autre part sur les côtés de la crête du front, deux trous optiques, un trou ethmoïdal, et enfin une fente sphénoïdale.

Les orbites latérales sont fortement abaissées et en situation moins antérieure que l'orbite médiane; elles sont surmontées chacune d'un trou sourcilier, ce qui porte à quatre le nombre de ces orifices.

La région faciale offre, de chaque côté, deux susnasaux, deux intermaxillaires, un maxillaire supérieur, un lacrymal et un zygomatic, parfaitement développés. Il n'y a pas trace de zygomatic sur le plan de soudure; par contre on y trouve une pièce déjà signalée, représentant les deux lacrymaux internes confondus, et, de plus, un vestige des grands maxillaires internes (*m*). On remarque que les apophyses montantes des intermaxillaires internes sont au contact l'une de l'autre, tandis que ces os sont séparés au niveau de leurs corps.

b) *Face inférieure* (fig. 6). — Le maxillaire inférieur et l'hyoïde sont simples et régulièrement conformés, un peu renforcés cependant et leurs branches plus écartées que d'habitude.

Il suffit de jeter les yeux sur les figures 5 et 6 pour voir que

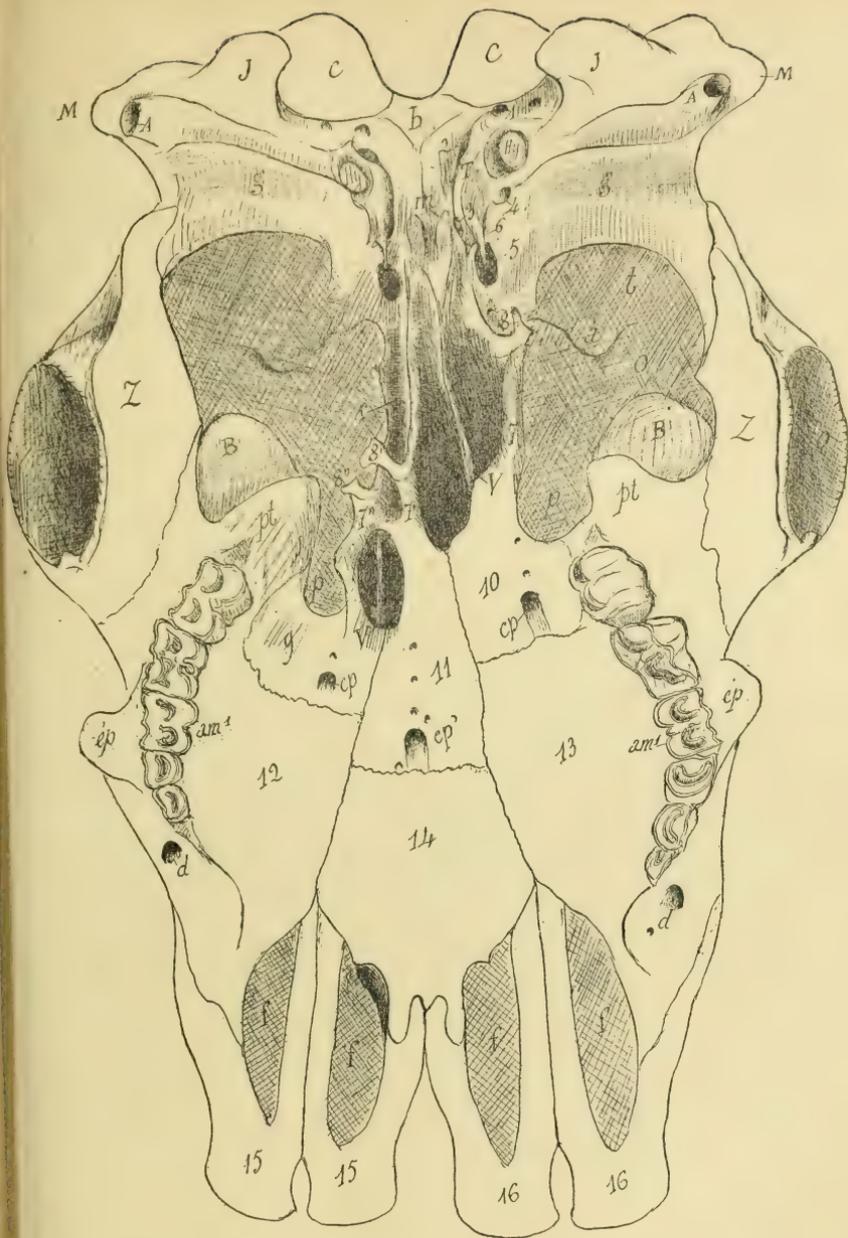


Fig. 6. — Face basilaire de la tête, moins la mâchoire inférieure.

C, condyles de l'occipital; *b*, apophyse basilaire; J, apophyses jugulaires; A, méat auditif; Hy, apophyses hyoïdiennes; *g*, cavités glénoïdes; *m*, apophyses d'insertion des muscles droits antérieurs de la tête; T, bulle tympanique; M, apophyses mastoïdes; *t*, fosse temporale; O, fosse orbitaire; B, bulle lacrymale; *pt*, protubérances maxillaires; *p*, fosses ptérygo-maxillaires; *z*, zygomatiques; V, vomers; *cp*, conduits palatins latéraux; *cp'*, conduit palatin médian; *ép*, épines maxillaires; *am'*, premières arrière-molaires; *d*, trous sous-orbitaires; *f*, fentes palatines.

1, trous condyliens; 2, trou déchiré postérieur; 3, trou déchiré antérieur; 4, trou temporal; 5, trou ovale; 6, apophyse subuliforme; 7, apophyse ptérygo-palatine; 7', 7'', deux autres apophyses ptérygo-palatines entre lesquelles se trouve la rainure *r*; 8, 8', 8'', les trois ptérygoïdiens; 9, 10, 11, les trois palatins; 12, 13, 14, les trois maxillaires supérieurs; 15, les deux intermaxillaires du côté gauche; 16, 16, les deux intermaxillaires du côté droit.

la duplicité de la tête est moins étendue sur la face basilaire que sur la face frontale; cela tient à ce que les axes individuels convergent non seulement en arrière, mais encore en bas, les deux têtes réunies n'étant pas exactement côte à côte, mais disposées en angle dièdre au niveau du palais. La duplicité n'apparaît qu'à partir de la région gutturale ou sphéno-palatine; elle s'accroît jusqu'à l'extrémité. Loin d'être élargi, le centrum basilo-sphénoïdal du crâne est plutôt rétréci, ainsi que les bulles tympaniques. Il existe deux ouvertures pour la communication des fosses nasales avec le pharynx, chacune partagée par un vomer; elles sont très inégales et situées l'une en avant et à côté de l'autre. La principale ou droite n'est pas dans l'alignement de la suture palatine de son côté; son vomer est dévié à droite et ses deux lames bordantes ne sont pas symétriques. Une troisième lame ptérygo-palatine, plus petite que les précédentes, s'observe du côté gauche, limitant une rainure au devant de laquelle se trouve la deuxième ouverture naso-pharyngienne. Celle-ci, régulièrement elliptique, est complètement circonscrite par le palatin gauche et le médian; les lames ptérygo-palatines qui devraient lui faire bordure limitent la rainure dont il a été parlé ci-dessus, au fond de laquelle débouchent l'orifice du conduit palatin médian et un trou nasal desservant les deux fosses nasales internes. Il est certain que la lame intermédiaire à cette rainure et à l'ouverture gutturale droite en résume deux, puisque, en principe, chaque ouverture gutturale devrait avoir deux lames bordantes; mais rien ne trahit cette duplicité essentielle, le ptérygoïdien correspondant paraît faire la paire avec le ptérygoïdien droit; c'est à eux exclusivement qu'aboutissent les muscles péristaphylins externes.

La région du palais est constituée par 3 palatins, 3 apophyses palato-maxillaires et 4 intermaxillaires. Le palatin médian, quoique dépourvu de toute trace de suture, représente certainement les deux palatins internes confondus; l'unique conduit qui le traverse est également d'essence double. De même, l'enclave palato-maxillaire qui précède, toute simple qu'elle paraisse, figure les apophyses palatines des maxillaires supérieurs concentriques. Quant aux intermaxillaires, ils s'accouplent deux par deux et

réalisent une complète duplicité de l'extrémité du palais.

Les arcades molaires encadrant celui-ci sont irrégulières; les dents mal placées, anormalement usées, sont au nombre de 6 à

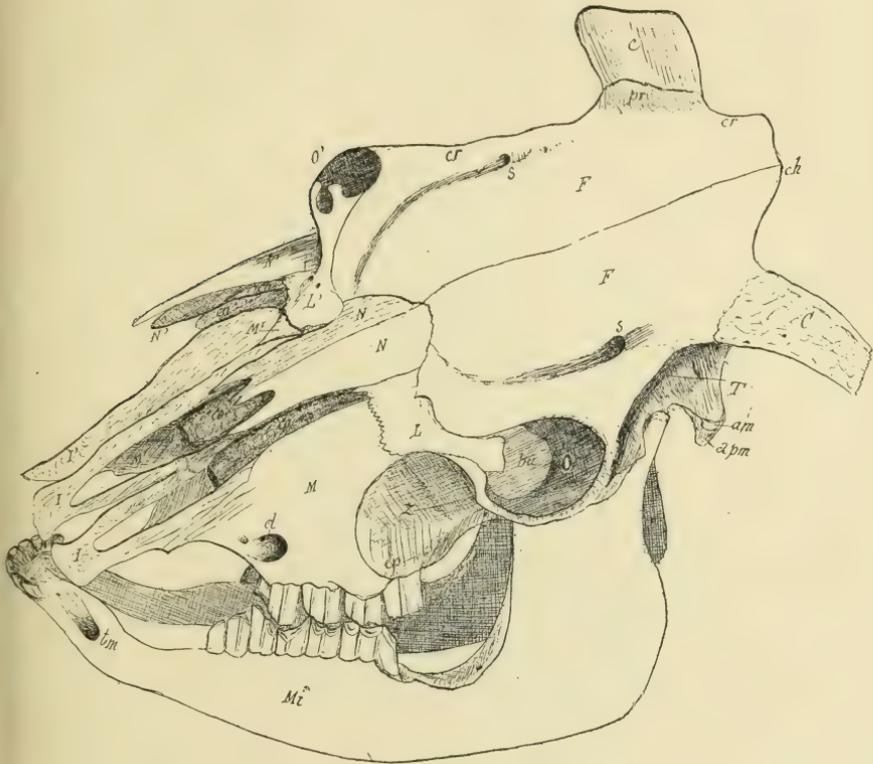


Fig. 7. — Face latérale de la tête.

C, corne latérale; c, corne médiane; pr, protubérance lui servant de base; cr, crête frontale du plan de soudure; O, orbite latérale; O', orbite médiane; F, les deux frontaux gauches; ch, bourrelet frontal dit chignon; S, trous sourciliers du côté gauche; T, fosse temporale; am, apophyse mastoïde; apm, apophyse paramastoïde; bu, bulle lacrymale; z, fosse masétérique; ép, épine maxillaire; M, maxillaire supérieur; d, trou sous-orbitaire; L, lacrymal gauche; L', lacrymal médian; NN, os nasaux du côté gauche; NN', os nasaux du côté droit; M, maxillaire supérieur latéral; M', maxillaire supérieur médian; CO, cornets; I, intermaxillaires du côté gauche; I', un des intermaxillaires du côté droit; Mi, maxillaire inférieur; tm, trou mentonnier.

droite, 5 seulement à gauche par suite de l'absence de la première prémolaire, probablement tombée.

A la mâchoire inférieure, se trouvent 8 incisives normalement disposées, 6 molaires à gauche, 5 à droite. La superposition des dents n'étant pas exacte d'une mâchoire à l'autre, il s'en est suivi

une usure très vicieuse et une irrégularité des tables qui devait singulièrement gêner la mastication; certaines molaires de la

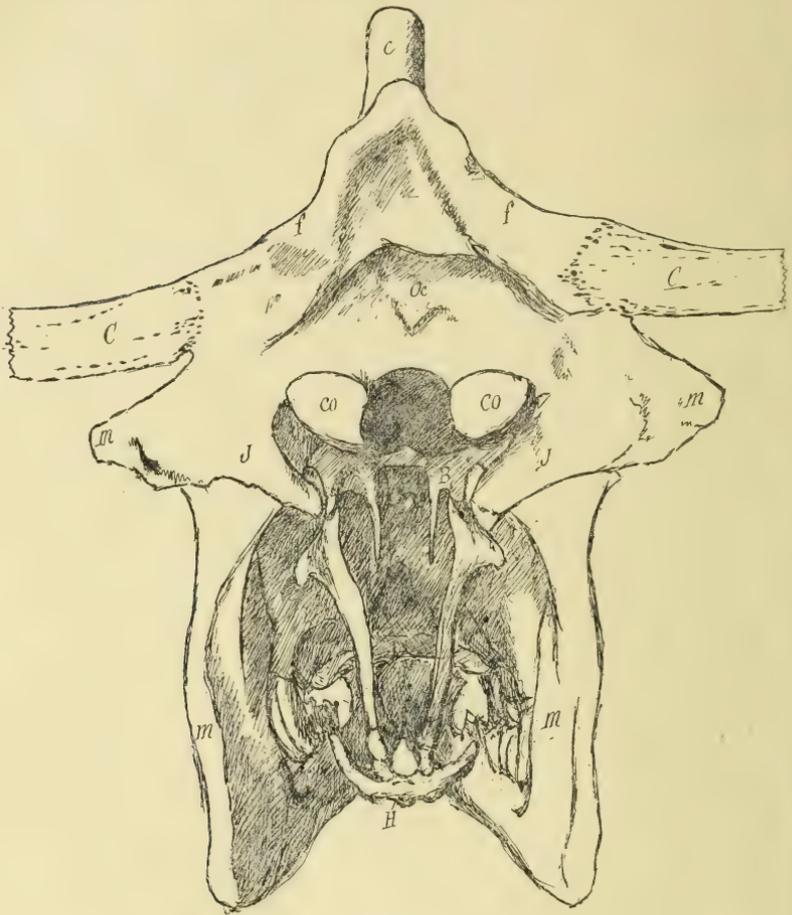


Fig. 8. — Tête vue par derrière.

C, cornes latérales; c, corne médiane; f, bourrelet terminal des frontaux; oc, protubérance occipitale externe; m, apophyses mastoïdes; J, apophyses jugulaires ou paramastoïdes; Co, condyles de l'occipital; B, bulle tympanique; H, hyoïde; m, maxillaire inférieur.

mâchoire supérieure se sont allongées au point d'entamer la branche mandibulaire opposée.

c) *Faces latérales.* — Les faces latérales ne sont pas tout à fait symétriques, l'orbite gauche étant plus abaissée et moins spacieuse que la droite. La figure 7 est suffisamment claire pour nous dispenser de décrire ces faces; remarquons seulement que l'incli-

naison du front et l'abaissement des orbites latérales ont considérablement resserré les fosses temporales, que l'orbite médiane surplombe fortement la région nasale, enfin que les épines maxillaires sont démesurément proéminentes.

d) *Face postérieure ou nuchale* (fig. 8). — Toute la partie occipito-mastoïdienne de cette face est simple, mais il est manifeste que le

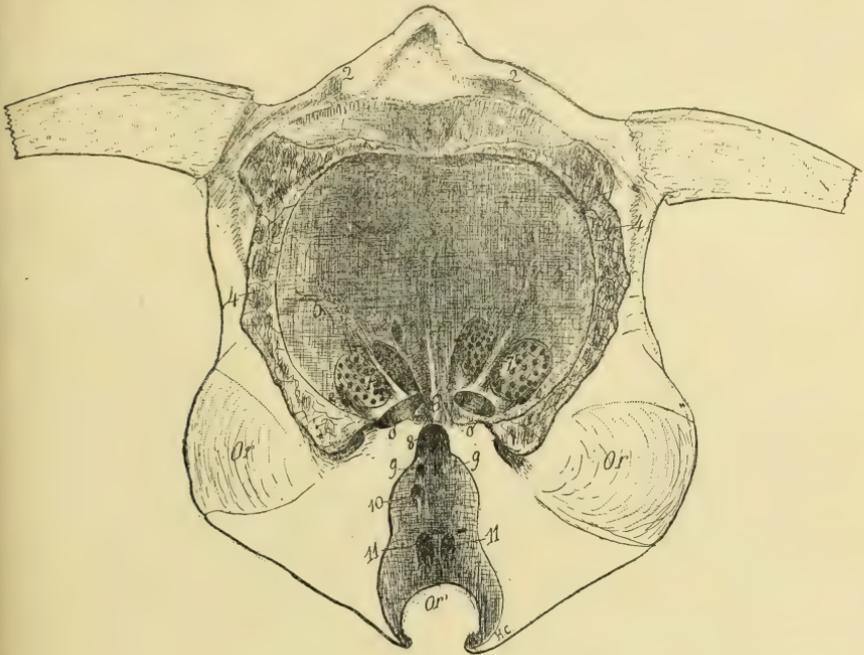


Fig. 9. — Coupe à travers le crâne et les trois fosses orbitaires, segment supérieur.
Or, orbites latérales; *Or'*, orbite médiane; *o, o*, les deux fossettes optiques; *e*, trous ethmoïdaux intracrâniens; 1, protubérance occipitale externe; 2, saillie du chignon; 4, sinus frontaux; 5, 5', les deux grands compartiments de la cavité crânienne; 6, éperon qui les sépare; 7, 7', apophyses crista-galli; 8, fente sphénoïdale médiane; 9, trous optiques de l'orbite médiane; 10, trou ethmoïdal; 11, trous sourciliers; 12, dépression tenant lieu de fosse cérébelleuse.

bourrelet frontal qui la limite supérieurement est double; il y a là 2 chignons relevés l'un contre l'autre et soudés.

L'animal était à un âge où l'on ne voyait plus traces de pariétal sur la face nuchale de la tête, ni, à fortiori, d'interpariétal; nous ne pouvons donc rien dire de ces os.

e) *Cavité crânienne* (fig. 9 et 10). — La cavité crânienne est beaucoup plus étendue dans le sens transversal que dans le sens

antéro-postérieur; elle ne présente pas de compartiment cérébelleux distinct. Son plancher (fig. 40) montre un axe basilo-sphénoïdal rétréci, dépourvu de selle turcique, mais creusé d'une gouttière profonde sur l'apophyse basilaire. De part et d'autre de celle-ci les rochers proéminent en angle dièdre et ménagent comme d'habitude les trous déchirés, antérieurs et postérieurs. Sur le trajet d'un sillon qui, de chaque côté, va du trou déchiré antérieur à l'orifice résumant la fente sphénoïdale et le trou grand rond, se trouve le trou ovale. Dans l'intervalle des fentes sphénoïdales, on remarque une ouverture supplémentaire qui n'est autre chose qu'une troisième fente sphénoïdale débouchant au fond de l'orbite médiane. Cette ouverture est surmontée d'une forte crête en éperon qui sépare deux compartiments au fond de chacun desquels on remarque une paire de fosses olfactives; il semble qu'il existe 3 apophyses crista-galli : une médiane, extrêmement saillante, et deux latérales, peu accentuées (voy. fig. 9). A la base de celles-ci, se trouvent deux fossettes optiques correspondant à deux paires de conduits optiques dont les internes viennent s'ouvrir dans l'orbite médiane, tandis que les externes aboutissent aux orbites latérales. Sur le côté de chacune des fosses olfactives externes existe un trou ethmoïdal communiquant avec l'orbite du côté correspondant. Seule la fosse olfactive interne du côté gauche offre un pareil orifice, donnant accès dans l'orbite médiane. Telles sont les diverses particularités du plancher et de la paroi antérieure de la cavité cranienne. On voit que cette cavité est simple jusqu'au sphénoïde antérieur, tandis qu'elle se dédouble au delà; l'éperon médian qui la divise correspond au plan de soudure des deux frontaux et des deux sphénoïdes antérieurs; ce n'est donc pas une véritable apophyse crista-galli.

Le plafond de cette même cavité montre plus ou moins distinctement les deux compartiments latéraux qui la composent. Le compartiment droit, le plus spacieux, est subdivisé par une crête assez manifeste faisant suite à l'apophyse crista-galli du même côté; il logeait les deux hémisphères commissurés de l'encéphale. Le compartiment gauche, considérablement rapetissé par un bombement de sa paroi en divers endroits, était occupé d'une manière exclu-

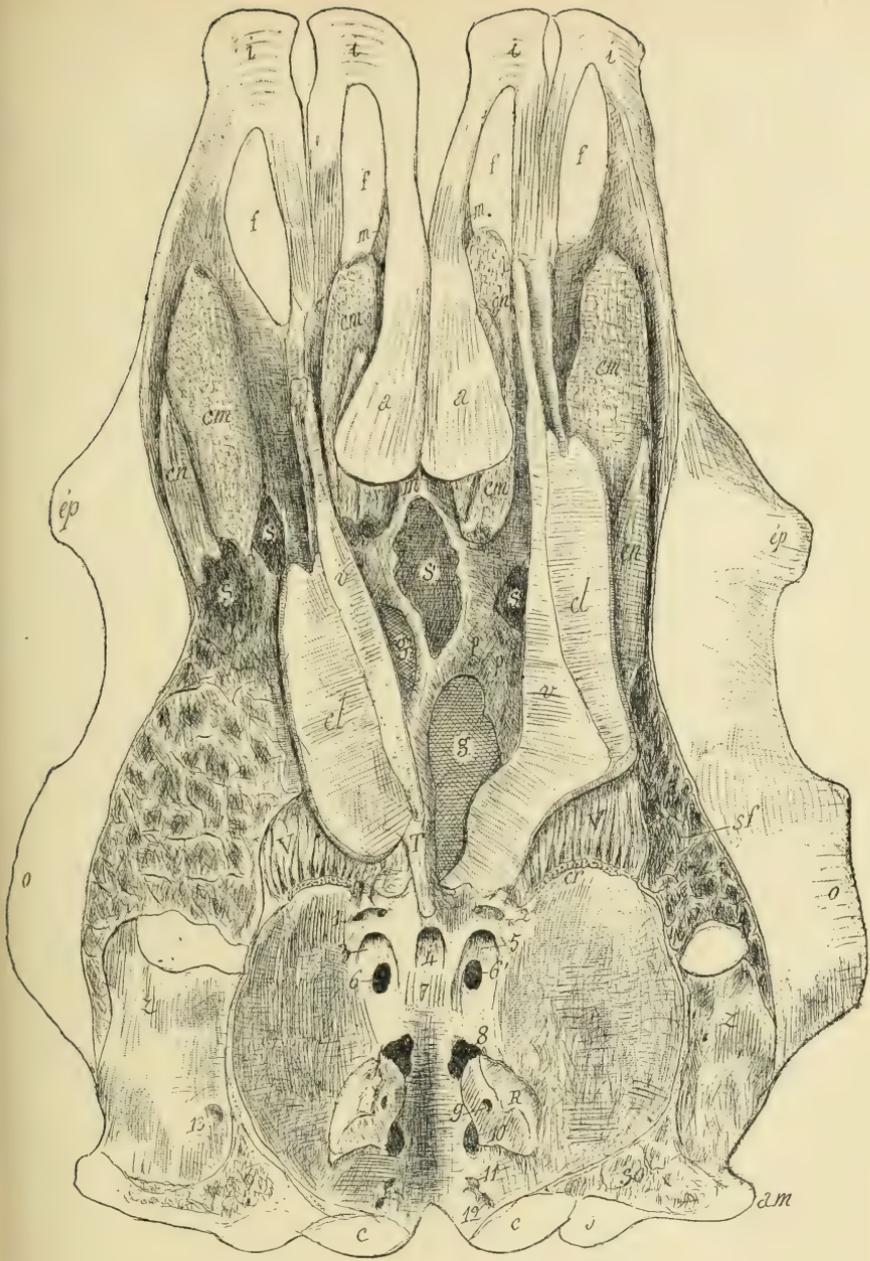


Fig. 10. — Coupe frontale de la tête pour montrer la base du crâne et l'intérieur des fosses nasales.

i, intermaxillaires; *f*, fentes palatines; *a*, apophyses montantes des intermaxillaires internes; *m*, sus-maxillaires internes formant cloison sur le plan de suture; *cn*, cornets supérieurs; *cm*, cornets inférieurs; *S*, sinus maxillaires latéraux; *S'* sinus maxillaire médian; *v*, vomers; *cl*, cloisons nasales; *g*, ouverture gutturale droite; *g'*, ouverture gutturale gauche; *T*, travée sphéno-palatine; *p*, palatins; *V*, volutes ethmoïdales; *Sf*, sinus frontaux; *SO*, sinus occipitaux; *ép*, épines maxillaires; *O*, orbites latérales; *z*, base des arcades zygomatiques; *R*, rochers; *c*, condyles de l'occipital; *J*, apophyses jugulaires; *am*, apophyses mastoïdes; 1, fossette optique gauche; 2, fossette optique droite; 3, 4, 5, fentes sphénoïdales; 6, 6', trous ovales; 7, place de la selle turcique absente; 8, trou déchiré antérieur; 9, hiatus auditif interne; 10, trou déchiré postérieur; 11, trou condylien; 12, canal veineux occipital; 13, orifice donnant accès dans le conduit temporal.

sive par l'hémisphère cérébral gauche, distendu pour le remplir; toutefois une dépression arrondie située postérieurement marque la place d'un lobe particulier de l'hémisphère intermédiaire. Les empreintes des circonvolutions cérébrales étaient particulièrement marquées du côté droit.

f) *Fosses nasales* (fig. 10). — Il y a deux paires de fosses nasales adossées sur le plan de soudure par l'intermédiaire des maxillaires internes (*m*) et d'une travée sphéno-palatine (T). La cloison sous-jacente à la ligne d'union des apophyses montantes des intermaxillaires internes est creusée d'un vaste sinus *S'* qui s'étend dans l'épaisseur de la voûte palatine et résume évidemment les deux sinus maxillaires concentriques. La travée qui lui fait suite et se termine en éperon dans la cavité crânienne limite en dedans l'ouverture gutturale droite, *g*, tandis qu'elle circonscrit complètement l'ouverture gutturale gauche, *g*²; elle donne appui au vomer gauche, ainsi que le montre la figure 10.

Les deux cloisons nasales, *cl*, et les vomers qui leur servent de base, *v*, divergent en avant en se renversant en dehors. Dans chaque paire de fosses nasales se trouvent des cornets en nombre normal; ceux des fosses concentriques sont seulement un peu moins développés que les autres. Ces dernières fosses communiquent largement entre elles au-dessus des ouvertures gutturales; elles ne présentent pas de volutes ethmoïdales à leur fond; celles-ci ne forment que deux masses latérales occupant le fond des fosses nasales excentriques. A l'entour de ces masses existent des sinus frontaux très diverticulés, se prolongeant, comme d'habitude, dans les chevilles des cornes latérales.

Tels sont les résultats de notre étude anatomique. S'ils sont incomplets en ce qui concerne les parties molles, cela tient au mauvais état de la pièce au moment où nous l'avons reçue et surtout au soin que nous avons pris de ne pas trop endommager le squelette. L'étude détaillée de celui-ci permettra de suppléer, dans une certaine mesure, aux lacunes des connaissances relatives aux parties molles.

III. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LES RHINODYMES.

Nous envisagerons successivement les variétés de rhinodymie et le degré de viabilité qu'elles comportent.

A. VARIÉTÉS DE RHINODYMIE. — Répétons d'abord qu'il ne faut pas confondre la rhinodymie ou duplicité nasale avec la rinoschisie ou division nasale. Autant celle-ci est commune, autant celle-là est rare. Dans nombre d'espèces, telles que les chameaux, les lamas, les moutons, les chèvres, les lapins, etc., la fissure médiane de la lèvre supérieure et du bout du nez est un fait normal; on l'observe aussi dans certaines races de chiens que l'on qualifie improprement de chiens à deux nez, et elle peut se montrer anormalement dans d'autres espèces et dans d'autres races; dans l'homme, on l'a vue se prolonger sur toute la longueur du nez et aboutir à la séparation complète des deux fosses nasales (voir à ce sujet Taruffi, *storia della teratologia*). Ce n'est d'ailleurs que le principe d'une monstruosité qui peut intéresser la mâchoire supérieure tout entière et que nous étudierons prochainement sous l'appellation de *schistocéphalie*.

La rhinodymie, au contraire, est un des termes ultimes de la tératodymie; c'est-à-dire que les individus qui en sont affectés sont de véritables monstres doubles. A notre connaissance elle n'a été constatée jusqu'à ce jour que chez l'homme, le bœuf et l'agneau. En effet, le chat à propos duquel Joly créa le genre rhinodyme ne présentait en réalité qu'une division médiane du nez, des lèvres, du menton et de la langue; il n'avait pas deux nez, mais deux demi-nez séparés, non plus que deux langues mais deux demilangues qui avaient été empêchées de se joindre par la disjonction des branches mandibulaires.

Dans l'espèce humaine, l'observation la plus complète est celle du docteur Bimar, publiée en 1881 dans la *Gazette hebdomadaire* de Montpellier, relative à une femme qui mourut à cinquante-trois ans et dont le squelette se trouve au musée de cette ville. Cette personne possédait deux nez avec quatre narines et un troisième œil

atrophié entre les deux yeux normaux (fig. 11 et 12). Ses deux hémisphères cérébraux étaient dépourvus de corps calleux et admettaient entre eux, à la partie antérieure, un troisième hémisphère, atrophié, vestige des moitiés internes des deux cerveaux réunis.

L'observation de Bertram Windle, bien que non complétée par une étude anatomique, mérite aussi d'être rappelée : elle se rap-

porte à un enfant de cinq ans qui paraissait avoir le nez divisé en deux parties par un sillon longitudinal, mais qui avait réellement



Fig. 11. — La femme à 2 nez.

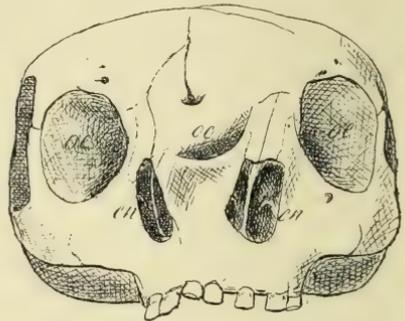


Fig. 12. — Squelette de la tête de la femme à 2 nez, moins le maxillaire inférieur. *cc*, orbites; *cn*, cavités nasales.

deux nez, puisque chacune de ces parties était percée de deux narines. La lèvre supérieure offrait à sa face interne deux freins au lieu d'un. L'auteur déclare n'avoir pas trouvé dans la littérature un cas semblable; il ignorait celui du docteur Bimar (*Anat. Anzeiger, Centralblatt, Jahr. IV, n° 7, p. 219, 1889*).

Dans l'espèce bovine, il convient de placer à côté de notre observation celle d'une génisse qui fut étudiée vivante successivement par Goubaux en 1863¹ et par Paul Bert en 1864². Si ces auteurs ne s'entendent pas sur la place à lui donner dans la classification tératologique, ils sont d'accord quant à la description du monstre, ce qui est l'essentiel. Il offrait, ainsi que le montre la figure 13, quatre

1. Goubaux, *Gazette médicale*, 1863, Sur un monstre parasitaire de la famille des Polygnathiens et du genre épignathe.

2. P. Bert, *Gazette médicale*, 1864, Sur un monstre double autositaire de la famille des Monosomiens.

cornes, quatre yeux — dont les internes, atrophiés, étaient très voisins, logés probablement dans une même orbite et surmontés d'une petite trompe charnue imperforée — trois naseaux percés sur un même mulle — le médian plus grand que les latéraux et occupant un niveau un peu plus élevé, mais ne contribuant presque pas à la respiration — enfin une bouche unique. — Ce sont les

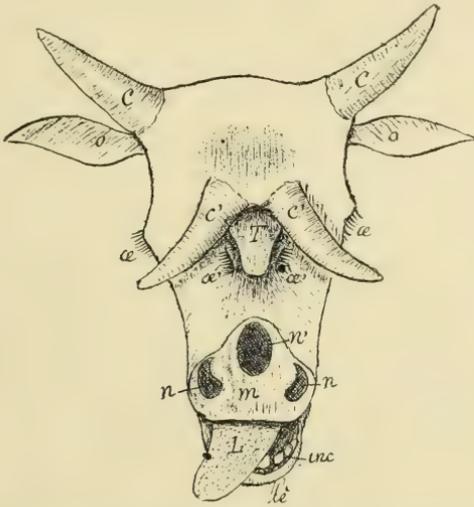


Fig. 13. — Tête d'un Bovin rhinodyme dessinée d'imagination d'après les descriptions de Goubaux et de P. Bert.

c, c, cornes excentriques; c', c', cornes concentriques; o, o, oreilles; α, α, yeux excentriques; α', α', yeux concentriques; m, mulle; n, n, naseaux; n', naseau médian; L, langue; inc, incisives; lè, lèvre inférieure; T, appendice musculo-cutané ressemblant à une petite trompe.

seuls renseignements que l'on possède sur ce sujet d'aspect vraiment chimérique; il n'a pas été disséqué. Ils suffisent pour le classer à côté de notre bœuf, dans le genre rhinodyme; mais c'était un rhinodyme réduit, puisque les deux fosses nasales internes étaient confondues en une seule; par contre, la concentration des deux têtes dans la région fronto-oculaire était moindre que dans notre cas, puisqu'il y avait 4 cornes et 4 yeux.

D'autres variétés sont possibles, par exemple, l'absence complète d'appareil oculaire ou de corne sur le plan de soudure, l'atrésie plus ou moins prononcée de la fosse nasale médiane. Taruffi signale, sous l'appellation de *dirhinus*, une tête de veau

déposée par Ercolani au musée d'anatomie comparée de Bologne, qui avait entre les deux naseaux ordinaires, plus écartés que d'habitude, un 3^e orifice, arrondi, situé à la partie supérieure du mufle, qui donnait accès dans un long et étroit canal superposé aux fosses nasales ordinaires et dépourvu de cornets; ni les os de la face ni les os du crâne n'offraient la moindre trace de duplicité (Taruffi. *Storia della teratologia*).

Lanzilloti Buonsanti a décrit dans la *Clinica veterinaria* (Milan 1881), un veau qui présentait, au-dessus des narines normales, une troisième narine, plus petite, percée sur une saillie cylindrique. En pratiquant une coupe de la tête, on vit au-dessus des deux fosses nasales ordinaires, bien conformées, une troisième fosse correspondant à la narine supplémentaire, fosse presque cylindrique, terminée en cul-de-sac, pourvue d'un unique cornet qui se prolongeait jusqu'à l'éthmoïde, mais n'ayant pas trace de cloison. A la suite du frontal, il y avait 4 os du nez au lieu de deux : les deux externes et inférieurs faisaient paroi aux fosses normales, les internes et supérieurs correspondaient à la fosse surnuméraire, qui était limitée d'autre part par une paroi ostéo-cartilagineuse produite par dédoublement de la cloison médiane du nez. Aucune autre partie de la tête n'était double. L'auteur propose de créer pour ce cas, assez peu différent du précédent, l'appellation *dirhinus superpositus*, et Taruffi fait remarquer judicieusement qu'il ne s'agit là que du degré ultime du genre *diprosopus diopthalmus*. Cependant, dans une autre partie de son ouvrage, au chapitre des anomalies des organes de la face (*terata organo prosopo*), il déclare qu'il ne peut se décider à interpréter cette anomalie comme le résultat de la fusion de deux têtes, et il la classe dans les anomalies unitaires comme une duplicité toute locale; mais il renonce à expliquer comment il peut se faire que le nez seul se dédouble. Il n'est pas douteux pour nous que c'est la première interprétation qui est la vraie, car les transitions sont tellement insensibles entre la duplicité céphalique la plus complète et la plus restreinte qu'il est impossible de tracer une ligne de démarcation en deçà de laquelle il y aurait deux têtes coalescentes, et au delà de laquelle il n'y aurait essentiellement qu'une tête avec quelques parties surnuméraires.

Nous avons, nous aussi, observé un bovin à 3 narines¹ : il portait sur le muffle, au dessus et en dedans de la narine gauche, une petite trompe cylindrique de deux à trois centimètres de longueur et un centimètre et demi de diamètre, terminée par une surface nue, humide, de même couleur et de même aspect que le muffle, sur laquelle était percée la 3^e narine. La cavité de cette trompe minuscule se dirigeait obliquement vers le bord supérieur de la cloison médiane du nez, où elle paraissait se terminer en cul-de-sac. La bouche était simple, y compris le palais. A en juger par la forme et les dimensions du chanfrein, il ne semblait pas qu'il y eût des os nasaux en excédent. Le cas était donc moins complexe encore que ceux d'Ercolani ou de Lanzilloti Buonsanti, et cependant l'animal offrait un témoignage irrécusable de sa double essence sous forme d'une deuxième tête, appendue comme une tumeur à sa mâchoire inférieure; nous avons en effet démontré que l'hypognathie ne résulte pas, comme l'admettait Is. Geoffroy Saint-Hilaire, de l'adjonction d'un rudiment de tête d'origine étrangère à la mâchoire inférieure d'un sujet essentiellement simple; autrement dit, qu'il n'y a pas deux sujets, l'un autosite, complet, l'autre parasite, réduit à un rudiment de tête, mais bien deux sujets confondus jusqu'à l'unité apparente dans la plus grande partie de leur étendue. Dès lors il n'est pas douteux que le développement de la petite trompe nasale sus-décrite ne soit en corrélation avec celui de la tête parasite; l'une et l'autre témoignent de la même duplicité et la signification ne serait pas différente si l'une existait à l'exclusion de l'autre.

En résumé, dans les formes les plus compliquées de rhinodymie le dédoublement nasal se poursuit plus ou moins loin sur le front, et l'on trouve sur le plan de soudure un appareil oculaire atrophié ainsi qu'une ou deux cornes s'il s'agit d'un bovidé. Dans les formes plus concentrées, l'appareil oculaire ainsi que les cornes disparaissent sur le plan de soudure; puis les deux fosses nasales internes se confondent en une seule; les deux autres se rapprochent de plus en plus et arrivent à s'adosser par la partie inférieure; en

1. Contribution à l'étude des monstres polygnathiens (*loc. cit.*).

même temps que le palais, d'abord double, se simplifie; alors on a une cloison nasale simple vers la voûte palatine où elle sépare les fosses latérales, double du côté opposé où elle circonscrit la fosse médiane; la partie simple de cette cloison s'étend de plus en plus au fur et à mesure que les deux têtes se concentrent, et ainsi la fosse nasale médiane se relègue vers le bord supérieur de la cloison; elle se restreint en largeur par suite de l'atrophie progressive des os nasaux internes et perd ses cornets quand ces os disparaissent; ce n'est plus enfin qu'un cul-de-sac cylindrique de moins en moins profond, généralement dévié d'un côté ou de l'autre du bord supérieur de la cloison médiane du nez. Chose curieuse: en même temps que cette fosse perd son squelette et s'oblitére, elle se prolonge à son ouverture extérieure en une petite trompe, comme si la partie tégumentaire du nez se développait en proportion de l'atrophie des parties profondes; n'est-ce pas un phénomène du même ordre qui donne naissance à la trompe de certains cyclopes?

Un pas de plus dans cette coalescence unificatrice nous conduirait, par une gradation vraiment insensible, à un individu simple dont rien ne pourrait faire prévoir la dualité essentielle.

Ici l'unification est obtenue par une concentration latérale qui va jusqu'à absorber, pour ainsi dire, les moitiés adjacentes, de manière à constituer une seule tête avec deux demi-têtes de sujets différents. D'autres fois, les moitiés internes n'arrivent pas à disparaître tout à fait, mais elles se mettent à l'écart, comme un rebut, et viennent former tumeur au plafond de la bouche: on a alors affaire à un épignathe. Rappelons aussi que ce même processus de concentration latérale, accompagné d'atrophie et de déviation des parties situées sur le plan de soudure, explique le passage graduel de la duplicité bucco-mandibulaire ou stomodymie à l'hypognathie et à l'agnathie.

Dans tous ces cas, et bien d'autres encore, la nature manifeste une tendance des plus remarquables à revenir au type unitaire, c'est-à-dire à l'état normal, ou à s'en rapprocher le plus possible.

B. VIABILITÉ DES RHINODYMES. — Is. Geoffroy Saint-Hilaire, parlant des opodymes, dit que tous les sujets de ses observations étaient des fœtus ou des individus morts presque aussitôt après leur nais-

sance ; mais, tout en proclamant le peu de chances de vie que la nature leur a données, il ajoute qu'on se tromperait gravement en les considérant d'une manière absolue comme non viables. On en connaît en effet plusieurs qui ont vécu plus ou moins longtemps. Nous-mêmes avons étudié autrefois, avec M. le D^r L. Guinard, un petit chat opodyme que nous avons conservé vivant pendant cinq jours et qui mourut des suite de fausses déglutitions ¹.

A l'inverse des opodymes, les rhinodymes sont généralement viables. Pourquoi cette différence entre deux genres tératologiques si voisins que l'on passe insensiblement de l'un à l'autre ? Nous croyons la trouver dans ce fait que les opodymes ont ordinairement deux bouches, communicantes en arrière, tandis que les rhinodymes n'en ont généralement qu'une, ce qui rend la succion possible à ceux-ci, impossible à ceux-là. Et il n'y a pas que la préhension des aliments qui soit plus difficile aux opodymes, on observe en outre qu'ils déglutissent péniblement et souvent de travers.

Il est peu probable que la constitution de l'encéphale ait quelque influence sur la viabilité, — en entraînant, par exemple, une désharmonie fonctionnelle des deux cerveaux réunis, — il y a des rhinodymes dont l'encéphale n'est pas moins compliqué que celui de certains opodymes et qui cependant ont vécu : tel était celui qui a fait l'objet de cette relation.

1. *Bulletin de la Société d'anthropologie de Lyon*, 1891.

MONSTRE DOUBLE ATLODYME HUMAIN

Par L. TRIBONDEAU

Médecin de la Marine. Lauréat de l'Institut.

Le monstre qui fait l'objet de cette étude a été présenté, en 1903, à la Société de Gynécologie de Bordeaux, par J. Andérodias. Une note publiée dans la *Revue mensuelle de Gynécologie de Bordeaux* (1903, p. 126) sous le titre « Avortement gémellaire avec un des fœtus dérodyme et monoanencéphale » en donnait l'histoire, une rapide description extérieure, et une radiographie. Or, la dérodymie, chez l'homme, est relativement assez fréquente, et je ne serais sûrement pas revenu sur cette observation si je ne m'étais aperçu, en disséquant le petit sujet que M. Andérodias voulut bien me confier, que le diagnostic était erroné.

Qu'on me permette de rappeler que Is. Geoffroy Saint-Hilaire a imposé le radical dyme (de $\delta\upsilon\mu\omicron\varsigma$ = jumeau) à tous les monstres doubles par en haut, simples par en bas. Parmi ces *tératodymes* on distingue plusieurs groupes, suivant la partie du corps où commence la dualité. Dans le groupe des *dérodymes* ($\delta\epsilon\rho\zeta\eta$ = cou) la séparation en deux êtres distincts apparaît au niveau du cou : les dérodymes n'ont en effet qu'un tronc, mais possèdent deux cous surmontés chacun d'une tête. Ce groupe renferme des variétés nombreuses dues à ce que les cous peuvent être écartés ou, au contraire, s'unir plus ou moins l'un à l'autre. C'est ainsi qu'on trouve : des *dérodymes tribrachiés* dont les cous sont séparés par un membre supérieur médian, commun aux deux composants (j'en ai publié un exemple curieux dans l'*Obstétrique* de 1909, p. 663); des *dérodymes triomes* (de $\omega\mu\omicron\varsigma$ = épaule) possédant une ceinture scapulaire médiane, mitoyenne (c'est le cas du fœtus que j'ai décrit dans le *Journal de l'Anatomie*, 1910, p. 67); des *dérodymes propre-*

ment dits, n'ayant que deux membres supérieurs et dont les cous sont bien distincts; des *dérodymes de transition* dont les cous s'unissent plus ou moins, d'abord par leur base, puis sur une étendue de plus en plus grande de leur hauteur. Au groupe des *dérodymes* fait suite celui des *atlodymes*, monstres munis d'un cou unique supportant deux têtes indépendantes, chez lesquels la séparation des deux êtres composants se fait dans la région de l'atlas; la dissection d'animaux atlodymes a montré que chez certains les atlas sont libres, et que chez d'autres ils sont soudés. Un degré de plus, les têtes s'unissent à leur tour, et d'abord par leur crâne: ce sont les *crâniodymes*; comme la soudure commence à se faire par la région postéro-latérale des crânes (inions), la première variété de la crâniodymie est l'*iniodymie*.

Le seul examen extérieur du monstre (fig. 1 et 2) fait penser déjà soit à l'atlodymie, soit à l'iniodymie, mais pas à la dérodymie: les têtes sont, en effet, portées par un cou manifestement unique. L'inspection, la palpation des régions crâniennes para-auriculaires, la mobilisation possible de chaque crâne par rapport à l'autre, permettent de conclure en faveur de l'atlodymie. Andérodias avait basé son diagnostic de dérodymie principalement sur l'examen radiographique du monstre qui décela la présence dans le cou de deux colonnes de corps vertébraux séparées l'une de l'autre; mais ce n'était là qu'une apparence due à ce que les formations cartilagineuses n'étaient pas visibles sur son cliché; la dissection m'a montré la fusion des deux colonnes cervicales par des parties cartilagineuses jusqu'à l'atlas inclusivement.

Or l'atlodymie est une monstruosité d'une extrême rareté. Geoffroy Saint-Hilaire n'en pouvait donner aucun exemple chez l'homme, et, à ma connaissance, on n'a jamais encore publié une seule dissection d'atlodyme humain. Geoffroy Saint-Hilaire a basé sa description de l'atlodymie sur l'étude de deux serpents atlodymes à atlas indépendants; il n'a pas observé d'animaux atlodymes à atlas soudés.

Ces considérations m'ont décidé à donner du monstre de M. Andérodias une description anatomique détaillée. J'ajouterai, dès à présent, que ce phénomène, baptisé *dérodyme monoanencé-*

phale, non content de n'être pas un dérodyme, n'était pas davantage un anencéphale, l'ouverture d'une méningocèle qui flanquait en arrière la tête droite qu'on croyait privée de cerveau m'ayant permis d'y trouver la masse encéphalique ectopiée (fig. 2). Il s'agissait donc d'un *atlodyme monoexencéphale*.

I. — HISTOIRE DU MONSTRE (par J. Andérodias, *loc. cit.*).

« Ce fœtus m'a été envoyé au commencement du mois d'août 1902 par une sage-femme de Bordeaux qui l'avait recueilli dans les conditions suivantes. Vers le 5 ou le 6 août, elle était appelée d'urgence auprès de madame X... qui était en train d'avorter. Lorsqu'elle arriva auprès de la malade, celle-ci ne souffrait plus; mais, en soulevant les draps pour l'examiner, elle trouva entre les jambes de la femme, sur le drap, deux fœtus et un placenta qui avaient dû être expulsés en même temps. Les fœtus étaient morts, et l'un d'eux était le monstre dont nous allons nous occuper. L'autre fœtus, du sexe féminin comme le précédent, ne présentait, m'assure la sage-femme, aucune malformation extérieure. Mais je n'ai pu me le procurer, pas plus du reste que le placenta qu'il aurait été pourtant très intéressant d'examiner un peu en détail.

« Je n'ai que peu de choses à dire au sujet de l'histoire de la mère. Agée de trente-cinq ans, elle avait eu, il y a quatorze ou quinze ans, une petite fille bien conformée, actuellement vivante et bien portante. Depuis cette époque, elle était redevenue quatre fois enceinte, mais, chaque fois, elle avait avorté, ou plutôt, croit pouvoir nous affirmer la sage-femme, s'était fait avorter, à trois ou quatre mois. C'était donc sa sixième grossesse. A-t-elle été interrompue volontairement comme les précédentes? Nous ne pouvons le dire; toujours est-il que la grossesse avait évolué sans aucun trouble jusqu'au moment de l'avortement. Les suites de couches furent normales; sept ou huit jours après, la femme vaquait à ses occupations habituelles.

« Dans les antécédents héréditaires de cette femme, nous ne

trouvons pas de grossesse gémellaire, pas de monstruosité; du côté du père les renseignements nous font défaut.

« Comme antécédents personnels, rien à signaler chez la mère; pas de syphilis, pas de tuberculose. La raison qu'elle nous donne pour expliquer cette monstruosité est assez curieuse pour être rapportée. Dans les premiers mois de sa grossesse, elle était allée à la foire des Quinconces : elle entra dans un musée anatomique et eut l'occasion de voir un moulage en cire représentant Dodika-Radika. Ces figures la frappèrent beaucoup, et elle revint chez elle fort impressionnée. Telle est la cause qui, pour cette femme, ne peut-être mise en doute.

« Il est intéressant de constater que la grossesse était gémellaire, car la grossesse gémellaire « univitelline » aboutit quelquefois à la production de monstruosité, comme l'a bien montré Dareste. »

II. — ASPECT EXTÉRIEUR.

Le fœtus monstrueux est loin d'être arrivé à terme. Sa longueur maxima n'est que de 24 centimètres.

Examinons-le par sa face antérieure (fig. 1). Les membres inférieurs, longs de 10 cm. 5, sont normaux. Les organes génitaux externes sont ceux d'une fille. — L'abdomen, volumineux, est plus large à la base du thorax (6 cm. 5) où il n'atteint son maximum, qu'au niveau de l'ombilic (5 cm.). — Le thorax très évasé en bas (angle xyphoïdien de 100° à 110°), va en se rétrécissant un peu vers le haut. — Les membres supérieurs, fort bien développés, sont acromégaliques; leur longueur est égale à celle des membres inférieurs (10 cm. 5). — Tout ce qu'on voit du cou se résume à un petit triangle cutané, médian, limité en bas par le bord supérieur du manubrium et latéralement par les deux mentons. De l'angle supérieur de ce triangle monte verticalement un sillon cutané, profond de 2 mm. à peine, qui sépare les deux faces. Le bord inférieur du corps des deux maxillaires inférieurs est, au delà des mentons, dirigé verticalement, dans la direction de ce sillon cutané; le bord d'un maxillaire étant parallèle à celui de l'autre et très

voisin de lui. A son extrémité supérieure, au delà des angles maxillaires, l'amorce de sillon intermaxillaire s'élargit en une région parotidienne commune aux deux têtes, masquée presque complètement par le pavillon des deux oreilles (droite du fœtus gauche et gauche du fœtus droit); le lobule de l'oreille du fœtus gauche passe en avant de celui du fœtus droit. Toujours sur la

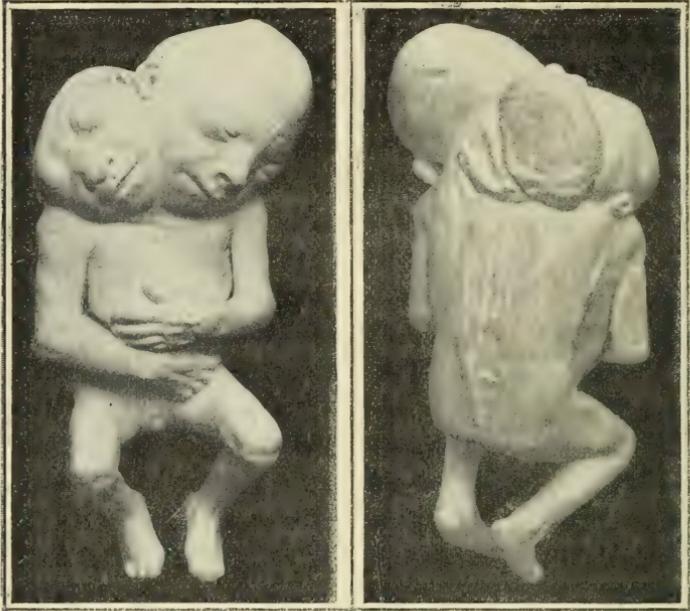


Fig. 1. — Photographie du monstre vu de face (d'après le moulage conservé au musée de la Faculté de Médecine de Bordeaux).

Fig. 2. — Photographie du monstre vu de dos.

ligne médiane, en haut et en arrière des oreilles, une dépression anguleuse sépare les deux crânes; le cuir chevelu passe, dans le fond, d'une tête sur l'autre. — Les faces des fœtus, situées de part et d'autre de la ligne médiane, ne regardent pas franchement en avant, elles semblent avoir pivoté autour des bords maxillaires voisins servant de charnière, en s'écartant l'une de l'autre. Il en résulte que la joue droite du fœtus droit repose sur la région claviculaire droite, et la joue gauche du fœtus gauche sur la région claviculaire gauche; les axes de symétrie des deux figures se cou-

pent au niveau de la partie supérieure du sternum en limitant un angle droit ouvert en haut. — Les deux têtes sont très dissemblables. La gauche est sensiblement normale; on remarque seulement la forme en pain de sucre du crâne, si manifeste que la hauteur de la calotte crânienne (du nasion au vertex) égale celle de la face (du nasion au point mentonnier). La tête droite pèche par l'excès contraire; la saillie crânienne est réduite à presque rien; encore voit-on en projection dans la figure 1 une portion de méningocèle, située en arrière du crâne, qui exhausse artificiellement la partie gauche du front. On remarquera l'aspect en masque japonais de cette physionomie; rebords sourciliers très saillants et fortement arqués; exophtalmie accentuée; nez large et écrasé; arcades maxillaires saillantes; fentes palpébrales obliques.

Voyons maintenant le petit sujet par sa face postérieure (fig. 2). Les membres inférieurs et l'anus sont normaux. Il n'existe aucun rudiment de membre inférieur ou de pelvis médians : le monstre est donc un *tératodyme parfait*, absolument simple par en bas. — Le tronc présente une particularité remarquable. Du coccyx, saillant à travers la peau, partent en divergeant vers le haut deux colonnes fermes au palper, non hérissées de saillies pouvant rappeler des apophyses épineuses, qui se dirigent : la gauche vers l'apophyse mastoïde gauche de la tête gauche, la droite vers l'apophyse mastoïde droite de la tête droite. Elles forment les deux côtés d'un vaste triangle isocèle à sommet inférieur dont la base située en haut est occupée par deux tumeurs dont je vais bientôt parler. Ce triangle correspond à une méningocèle rachidienne, à un *spina bifida* s'étendant à toute la hauteur de la colonne vertébrale. La peau qui le recouvre est plus mince, plus lisse, moins adhérente aux plans sous-jacents que celle des parties environnantes, avec laquelle elle se continue; elle semble d'un rouge violacé, parce qu'il existe, comme nous le verrons, au-dessous d'elle, de riches lacis vasculaires gorgés de sang qu'en raison de sa minceur elle laisse transparaître. Le fond du triangle rachidien, déprimé transversalement en gouttière, est ferme, régulier; il n'existe pas de crête épineuse sur la ligne médiane. — La nuque, commune aux deux fœtus, est presque complètement cachée par deux volumi-

neuses tumeurs dont la partie culminante est tapissée par une peau amincie, analogue à celle de la méningocèle rachidienne et qui se continue insensiblement sur les côtés avec les téguments normaux. La tumeur droite, la plus grosse des deux, est ferme; c'est une masse en forme de galet dont le grand axe est parallèle à l'axe biauriculaire de la tête droite, et qui s'implante par un large pédicule sur la région occipitale du crâne droit. La tumeur gauche renferme une partie solide et une partie liquide; elle est plus petite, plus flasque, déprimée en arrière; repoussée par la tumeur droite, elle a pris une forme semi-lunaire; son grand axe prolongé passerait par le trou occipital de la tête gauche et sortirait près du vertex; elle est fixée par un gros pédicule immédiatement au-dessous de la portion squameuse de l'occipital gauche. La simple inspection permet de reconnaître dans ces tumeurs deux méningocèles crâniennes, la droite pleine de substances nerveuse, la gauche à contenu surtout liquide; la dissection confirmera ce diagnostic. De la nuque, on n'aperçoit qu'une petite surface à gauche de la méningocèle gauche; elle est réduite, à droite de la méningocèle droite, à un repli qui s'enfonce entre le crâne et l'épaule droits. — L'oreille gauche de la tête gauche est assez bien dégagée; l'oreille droite de la tête droite, pincée entre le crâne et l'épaule, est pliée en deux, le lobule est retourné dans le méat auditif. Au-dessus de la méningocèle droite, on aperçoit, entre les deux crânes, l'extrémité supérieure des pavillons des oreilles médianes (droite de la tête gauche, et gauche de la tête droite). — Si l'on glisse l'index sous les bourrelets inférieurs des méningocèles de façon à explorer la nuque du monstre on est surpris de ne rien sentir, aussi haut qu'on remonte, qu'un plan résistant presque uni, qui est la continuation du triangle rachidien décrit à propos du tronc. — On peut enfin remarquer les différences de conformation considérables des deux crânes; celui de gauche en forme de voûte, de hauteur exagérée; celui de droite presque plat. Le crâne gauche a un contour ovoïde; le crâne droit a un contour quadrilatère à bords curvilignes rentrants (encoche intersourcilière, encoche lambdaïque et fosses temporales) dont les angles antérieurs correspondent aux apophyses externes du frontal, et les postérieurs aux bosses pariéto-occipitales. A droite, là où devrait se trouver l'écaille

de l'occipital, s'implante par son large pédicule la grosse méningocèle.

Pour terminer, examinons la tête droite de profil (fig. 5, n° III); ne rappelle-t-elle pas un peu, dans son étrangeté, celle d'un mouton? Même crâne aplati; même saillie des yeux; courbe du dos du nez se continuant régulièrement avec la voûte crânienne, tel le chanfrein de l'animal. L'aplatissement du crâne, joint à la saillie du massif facial supérieur, fait que l'angle facial de Cloquet est seulement de 48°, tandis qu'il mesure 70° à gauche.

Quelques chiffres donneront une idée des dimensions très différentes des deux calottes crâniennes :

| | Calotte gauche. | Calotte droite. |
|------------------------------------|-----------------|-----------------|
| Diamètre nasiolambdaïque | 6 cm. | 2 cm. 8 |
| Arc nasiolambdaïque | 9 cm. 2 | 3 cm. 10 |
| Diamètre biauriculaire | 4 cm. 5 | 3 cm. 5 |
| Arc biauriculaire | 10 cm. | 5 cm. 5 |

III. — RADIOGRAPHIE.

La radiographie, telle que la reproduit la figure 3, est un peu déconcertante; c'est que le sujet, complètement disséqué, évidé, le crâne gauche scié, le sternum fendu en long et ouvert, les membres supérieurs avec leurs ceintures scapulaires enlevés, les membres inférieurs désarticulés, est réduit à son axe crânio-vertébral. Or, c'est principalement cet axe qui nous intéressait, et nous le voyons ainsi dans toute sa netteté.

En l'examinant de bas en haut, on ne trouve d'abord pas de nodules osseux coccygiens. Les premiers corps vertébraux visibles appartiennent au sacrum (n°s 4 à 5). Cinq corps vertébraux lombaires leur font suite (n°s 1 à 5); on remarque qu'il s'élargissent à mesure qu'on s'élève et qu'un étranglement, signe de leur composition complexe, apparaît en leur milieu.

A partir de la région dorsale inférieure il y a deux rangées de corps vertébraux jusqu'aux crânes. Elles s'incurvent en deux S dont les courbures en regard sont de sens inverse. Les courbures inférieures thoraciques sont opposées par leur concavité, d'où il

résulte que les grains des deux chapelets dorsaux s'écartent de l'axe médian depuis la douzième (n° 12) jusqu'à la sixième dorsale,

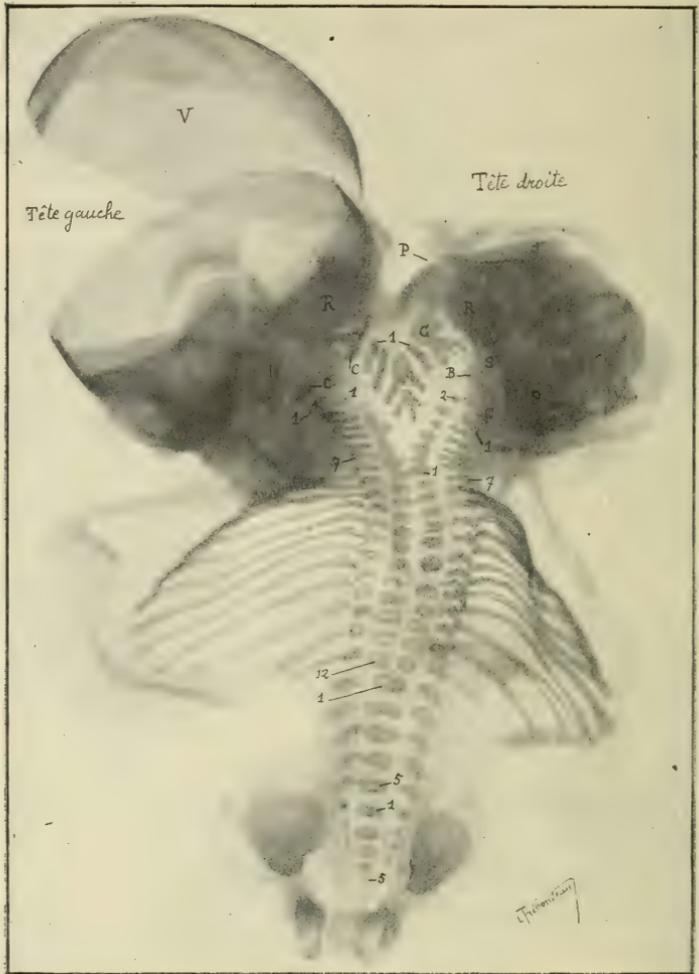


Fig. 3. — Radiographie du monstre. — Sont numérotés : le premier et le dernier hémiaires cervicaux latéraux à droite et à gauche (1 et 7); les deux premiers hémiaires cervicaux médians (1); le 1^{er} corps vertébral cervical à gauche (1) et le 2^e à droite (2); les 1^{er} et 12^e corps vertébraux dorsaux (1 et 12); les premiers et derniers corps vertébraux lombaires et sacrés (1 et 5). — B, os condylien médian bituberculeux; C, portions condyliennes des occipitaux; P, bosse pariétale gauche de la tête droite; R, rochers; S, apophyse basilaire de l'occipital; V, voûte crânienne.

puis s'en rapprochent de la 6^e à la première (n° 1); un pont osseux réunit même entre eux les premiers et troisièmes corps vertébraux

dorsaux. Les courbures supérieures, cervicales, se regardent par leur convexité, les deux colonnes des corps vertébraux, très proches en bas, sont distantes en haut.

Entre les deux chaînes des corps vertébraux dorsaux on ne voit rien : ni apophyses transverses, ni côtes intermédiaires. En dehors d'elles, au contraire, du côté droit de la chaîne droite, et du côté gauche de la chaîne gauche, sont deux rangées d'apophyses transverses auxquelles s'appuient deux grils costaux formés chacun de 12 côtes. En y prêtant un peu d'attention, on s'aperçoit que ces apophyses transverses ont une forme en Λ . C'est qu'en réalité ce sont des formations osseuses complexes, et non de simples apophyses transverses; la branche proximale de l'accent circonflexe représente un pédicule, la pointe une lame vertébrale, et la branche distale une apophyse transverse proprement dite. On y reconnaît les éléments d'un hémiaire neural; mais, au lieu de converger vers la ligne médiane, les hémiaires neuraux droits et gauches se sont rabattus en dehors laissant largement ouvert le canal vertébral.

Les hémiaires dorsaux se continuent en haut et en bas par des formations analogues dans le cou et dans la région lombo-sacrée; les hémiaires cervicaux droits sont empilés, écrasés les uns contre les autres par suite de l'inclinaison très accentuée de la tête droite sur l'épaule droite.

Dans l'espace en V, limité par les chaînes des corps vertébraux cervicaux, est logé un groupe de formations osseuses d'un aspect singulier. On y reconnaît, en allant de haut en bas : 1° deux grosses pièces incurvées en arc (C) qui font manifestement partie du squelette crânien et qui contribuent à limiter le trou occipital, ce sont deux portions condyliennes d'occipital; leur extrémité tournée vers le trou occipital est aplatie, et échancrée pour border l'orifice condylien antérieur; cette extrémité vient, à droite, à la rencontre d'un petit os médian, bituberculeux (B), accolé à l'extrémité postérieure de l'os basilaire (S), et qui représente les condyles occipitaux de la tête droite réunis; 2° trois osselets en Λ , dont deux à gauche et un à droite de la ligne médiane; ce sont des hémiaires cervicaux; 3° un nodule osseux muni de deux pieds qui résulte de la

soudure du deuxième hémiaire cervical gauche du fœtus droit avec le troisième hémiaire cervical droit du fœtus gauche; 4° un petit trépied osseux, résumant à lui seul au moins 4 hémiaires vertébraux, à savoir : par ses pieds latéraux le 3^e hémiaire de la tête droite et le 4^e de la tête gauche, par son pied médian le 4^e hémiaire de la tête droite et le 5^e de la tête gauche.

La tête gauche présente une belle voûte osseuse (V), sciée pour l'examen du cerveau. On ne voit pas la voûte du crâne droit, mais, par contre, les os de la base sont très nets (masse sombre des rochers, R; os basilaire de l'occipital, S; etc.). Les crânes sont voisins par leurs inions, mais ces saillies osseuses ne sont pas soudées l'une à l'autre.

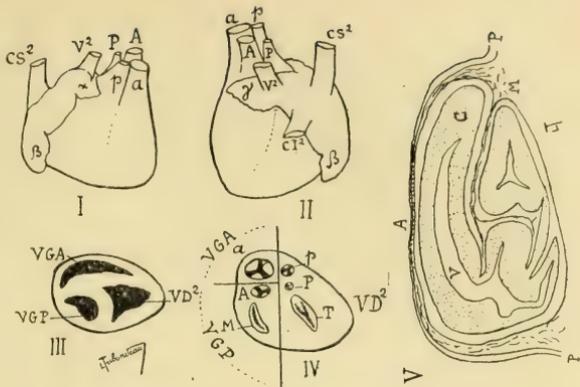
IV. — SQUELETTE.

Il convient d'écarter de cette étude les membres, tant inférieurs que supérieurs, et leurs ceintures : tout y est normal. Disons aussi, dès à présent, qu'aucun indice de l'existence d'un membre supérieur mitoyen n'est constatable entre les deux têtes.

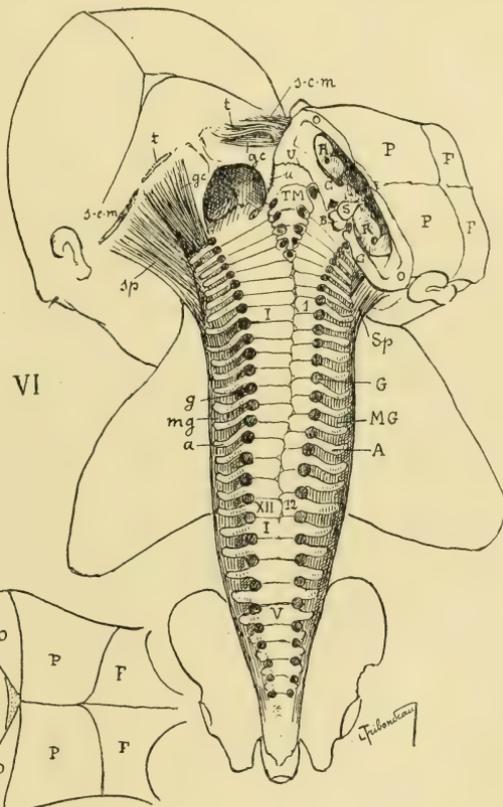
La cage thoracique présente deux grils costaux, unis à un sternum de dimensions ordinaires par des cartilages costaux un peu plus longs que de coutume.

La colonne vertébrale et les crânes sont, de beaucoup, les parties les plus intéressantes du squelette. Contrairement à ce qu'on pouvait supposer en se basant sur l'examen radiographique, les deux colonnes vertébrales forment un seul bloc vertébral complexe; il n'y a pas, dans le tronc et le cou, deux colonnes vertébrales vraiment distinctes : elles sont intimement soudées en une tige vertébrale unique; les têtes elles-mêmes sont, indirectement, dépendantes l'une de l'autre puisqu'elles sont toutes deux portées par cette tige vertébrale unique, avec l'extrémité de laquelle elles contractent même, comme on le verra plus loin, des adhérences anormales. — C'est qu'en effet, les rayons X n'ont projeté sur la plaque sensible que l'ombre des nodules osseux des corps vertébraux; mais ces nodules, qui dessinent sur le cliché deux chapelets en apparence

Fig. 4. — Numéros I à IV. — Cœur du monstre : I, vu par sa face antérieure; II, vu par sa face postérieure; III, coupe transversale passant par les ventricules; IV, coupe transversale montrant la distribution des orifices s'ouvrant dans les trois cavités ventriculaires. — A, aorte droite; a, aorte gauche; CI², veine cave inférieure commune; CS², veine cave supérieure commune; M, orifice mitral; P, artère pulmonaire droite; p, artère pulmonaire gauche; T, orifice tricuspide; V², veine pulmonaire commune; VD², ventricule droit commun; VGA, ventricule gauche antérieur; VGP, ventricule gauche postérieur. — α, β, γ, les 3 auricules.



Numéro V. — Coupe sagittale du cerveau ectopie de la tête droite. — A, zone d'adhérence entre la peau et les méninges; C, substance cérébrale; M, méninges; P, peau; V, ventricule cérébrale.



Numéro VI. — Colonne vertébrale et crânes du monstre vus par leur face postérieure. — Au milieu, lame cartilagineuse formée par la face postérieure des corps vertébraux (I à XII, vertèbres dorsales gauches; 1 à 12, vertèbres dorsales droites; I à V, vertèbres lombaires). — A, hémiaires neuraux droits; a, hémiaires neuraux gauches; B, os condylien médian bi-tuberculeux; C, portions condyliennes des occipitaux; F, frontal; G, ganglions spinaux droits (petits disques noirs); g, ganglions spinaux gauches; gc, grand complexe; MG, colonne des muscles des gouttières vertébrales droites; mg, même colonne musculaire à gauche; O, occipital; P, pariétal; R, rocher; S, apophyse basilaire de l'occipital; SCM, sterno-cléido-mastoïdien; Sp, splénius droit de la tête droite; sp, splénius gauche de la tête gauche; t, trapèze; TM, lame triangulaire des hémiaires cervicaux médians, longée par une double ligne de ganglions spinaux; U, suture unissant l'occipital gauche du fœtus droit à lame triangulaire cervicale; u, suture analogue à gauche.

Numéro VII. — Voûte crânienne de la tête droite vue d'en haut (même légende que pour le numéro VI).

séparés, sont en réalité noyés dans une large coulée de cartilage; cartilage et nodules osseux incorporés à lui, forment une pièce d'un seul tenant : la colonne vertébrale commune aux deux composants monstrueux.

Ceci dit, qu'on examine par sa face postérieure l'axe crânio-vertébral (fig. 5, n° VI). Ce qui frappe aussitôt, c'est l'absence de canal médullaire; aucune formation squelettale ne masque la face postérieure des corps vertébraux. Cette face postérieure apparaît lisse dans toute son étendue, légèrement excavée transversalement, convexe en arrière dans le sens de la hauteur (sauf dans la région sacrée, qui est excavée dans les deux sens). C'est une vaste lame triangulaire, bleuâtre, de nature cartilagineuse, sur laquelle sont indiquées, par des lignes blanc jaunâtre d'une grande ténuité, les limites respectives des corps vertébraux composants. Grâce à l'existence de ces lignes de démarcation, on peut reconnaître que les cinq corps vertébraux sacrés et les cinq corps vertébraux lombaires sont simples, et qu'au contraire, à partir de la région dorsale inférieure la composition de la tige vertébrale est, jusqu'à son extrémité supérieure, nettement double. On notera, en passant, que les corps vertébraux gauches, plus développés en largeur que les corps vertébraux droits, refoulent ces derniers vers la droite en dépassant la ligne médiane; par contre, les corps vertébraux droits, comprimés dans le sens de la largeur, s'allongent dans le sens de la hauteur, si bien que les lignes méniscoïdales de la colonne droite sont sur le même plan que le corps vertébral d'un numéro supérieur appartenant à la colonne gauche. Cette asymétrie s'observe chez un très grand nombre de tératodymes; il est rare que les deux composants soient absolument semblables; il semble bien que, malgré leur étroite association, ils évoluent pour ainsi dire chacun pour leur propre compte sous l'influence d'impulsions végétatives d'intensités différentes.

A partir des quatrièmes vertèbres cervicales, les corps vertébraux, au lieu de s'unir directement d'un côté à l'autre, sont reliés, et en même temps séparés, par une lame cartilagineuse triangulaire médiane (TM), à sommet inférieur, haute de 16 mm., large de 8 mm., dans laquelle sont plongés les osselets déjà aperçus et

identifiés sur la radiographie. Ici encore, les limites des éléments constitutants sont indiquées par de fines lignes, de couleur blanche. On distingue cinq pièces squelettiques superposées qui sont, de bas en haut : 1° une minuscule enclave, purement cartilagineuse, percée en son centre d'un trou où se loge un ganglion rachidien ; 2° une pièce renfermant l'osset en trépied ; 3° une pièce formée par l'osset à deux branches ; 4° une pièce englobant dans une même gangue cartilagineuse deux hémiares vertébraux en apparence libres sur la radiographie (le premier du fœtus droit, et le deuxième du fœtus gauche) ; 5° une dernière pièce contenant seulement le premier hémiaire vertébral proximal du fœtus gauche. — Les bords latéraux de la lame triangulaire cervicale s'unissent aux 4 premiers corps vertébraux cervicaux de chaque fœtus, en ménageant des trous pour les ganglions rachidiens et pour les nerfs qui en partent. — La base de la lame (constituée par l'hémiaire droit de l'atlas du fœtus gauche) est reliée par suture osseuse à l'occipital droit de la tête gauche (en u), et à l'occipital gauche de la tête droite (en U). Ainsi les deux têtes se trouvent accouplées par l'intermédiaire de la lame triangulaire médiane ; mais les deux crânes n'ont entre eux aucun point de soudure ; donc, nous le répétons, le monstre est un atlodyme et non un crâniodyme.

La vaste lame ostéo-cartilagineuse triangulaire résultant de l'assemblage direct des corps vertébraux dans le tronc, et de leur assemblage indirect (par l'intermédiaire de la pièce triangulaire-cervicale) dans le cou, mesure, en largeur, 5 mm. au niveau du coccyx, 1 cm. au niveau des 12^{es} vertèbres dorsales, 12 mm. au niveau des septièmes vertèbres cervicales, et 22 mm. à son union avec les crânes.

La série des corps vertébraux gauches conduit, en haut, à un trou occipital large, elliptique, dont le grand diamètre, dirigé de haut en bas et dedans en dehors, parallèlement à l'axe biauriculaire de la tête gauche, mesure 14 mm., et le diamètre perpendiculaire au précédent 10 mm. Il donne jour dans la cavité crânienne gauche où l'on aperçoit l'os basilaire de l'occipital.

La série des corps vertébraux droits mène à un orifice occipital très anormal par sa forme et ses dimensions. C'est une véritable fente,

longue de 25 mm., large, suivant les points, de 4 à 2 mm., orientée parallèlement à l'axe biauriculaire de la tête droite, limitée en haut par le bord postérieur de la voûte crânienne, et en bas par le bord supérieur des rochers (R). Toute la partie de la base du crâne située en arrière de cette fente, et correspondant à son étage postérieur, est à ciel ouvert. On y voit : sur la ligne médiane, l'os basilaire (S) et l'os condylien (B) avec son double renflement ; sur les côtés, les portions condyliennes (C) droite et gauche de l'occipital, portions dont le bord antérieur est séparé par un trou déchiré postérieur d'avec le rocher ; ce dernier est percé d'un gros conduit auditif interne.

Le crâne gauche, à quelques détails près (forme en pain de sucre de la voûte, et étroitesse de la fontanelle postérieure), est normal, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur.

Le crâne droit est aplati de haut en bas et, de plus, est presque entièrement privé de son écaille occipitale. Sa paroi supérieure (fig. 4, n^{os} VI et VII) est formée d'avant en arrière par l'os frontal (F), par les pariétaux (P), et par deux arcs osseux (O) qui prolongent en haut les portions condyliennes de l'occipital et se terminent en pointe en arrière de la suture sagittale ; ces arcs osseux (O), qui représentent une petite partie persistante de l'écaille occipitale, forment par leurs bords postérieurs, libres, un angle de 122° ouvert en arrière (l'angle lambdaïdien de la tête gauche n'a que 104°), angle légèrement émoussé par un petit cartilage occupant la place de la fontanelle postérieure. La partie frontale est légèrement excavée (fig. 5, n^o III), et divisée en deux demi-frontaux par la suture métopique (fig. 4, n^{os} VI et VII) ; la partie pariétale est faiblement convexe (fig. 5, n^o III) ; entre ces deux parties il n'y a pas de fontanelle antérieure. Les arcs occipitaux (fig. 4, n^{os} VI et VII, O) contribuent, sur les côtés, à la formation de la bosse pariétale, avec les os pariétaux (P) ; au delà de cette saillie, ils se coudent deux fois sur eux-mêmes à angle droit (fig. 4, n^o VI), et la portion condylienne qui les termine est horizontale, au lieu d'être verticale. De cette dernière disposition il résulte qu'on voit, en arrière, la partie de l'occipital qui devrait être dirigée en bas ; et, par contre, celle où s'insèrent splénus et complexus, étant

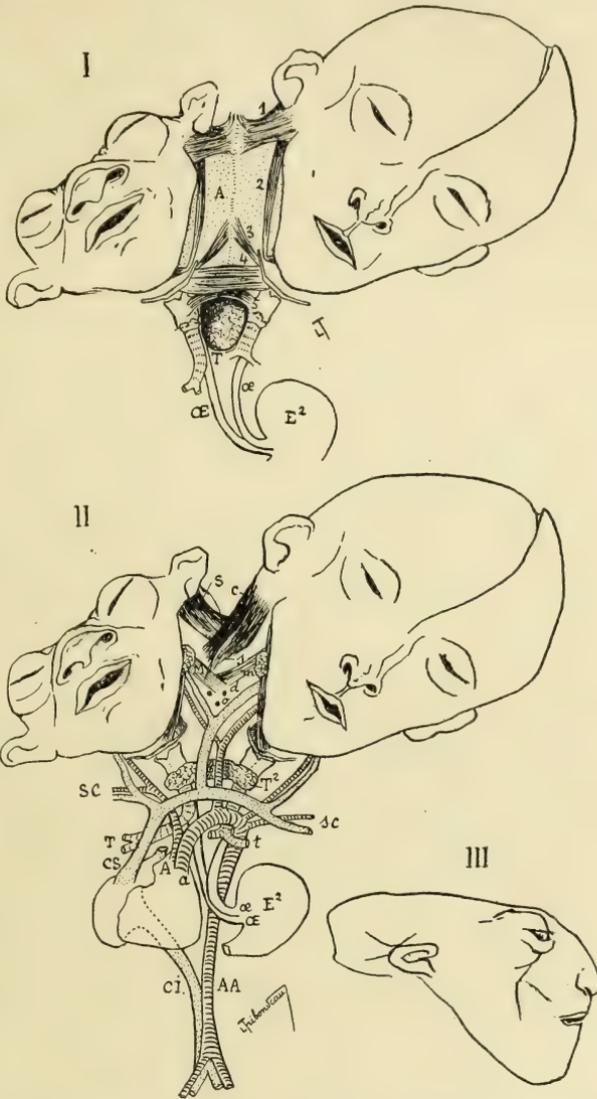


Fig. 5. — Numéro I. — Région cervicale médiane du monstre. — 1, sterno-cléido-mastoïdien; 2 digastrique; 3, omo-hyoïdien; 4, sterno-cléido-hyoïdien; 5, sterno-thyroïdien; A, aponévrose cervicale; E², estomac commun; œ, œsophage gauche; OE, œsophage droit; T, thymus commun.

Numéro II. — Schéma de la circulation chez le monstre. — A, aorte droite; a, aorte gauche; AA, aorte abdominale; c, complexe droit de la tête gauche; CI, veine cave inférieure; CS, veine cave supérieure; d, muscle droit antérieur et long du cou; E², estomac commun; M, glande sous-maxillaire gauche de la tête droite; m, glande sous-maxillaire droite de la tête gauche; o, orifices antérieurs des trous de conjugaison cervicaux médians; OE, œsophage droit; œ, œsophage gauche; S, splénius gauche de la tête droite; s, splénius droit de la tête gauche; SC, vaisseaux sous-claviers droits; sc, vaisseaux sous-claviers gauches; T, trachée droite; t, trachée gauche; T², glande thyroïde commune.

Numéro III. — Profil de la tête droite (abstraction faite de la ménincoèle postérieure).

orientée franchement en bas au lieu d'être tournée en arrière, n'est plus accessible aux regards.

La cavité crânienne droite est réduite à l'étage moyen du crâne, et encore n'est-ce qu'un simple espace fissuraire. Elle présente, en avant, un petit diverticule médian correspondant aux gouttières olfactives; mais il n'y a pas trace de fosses frontales. Les fosses temporo-sphénoïdales sont à peine indiquées; la selle turcique est assez excavée; les autres reliefs et orifices osseux de l'étage moyen de la base du crâne sont visibles, mais atrophiés.

Après cette longue description de l'axe crânio-vertébral vu par sa face postérieure, il reste peu à dire sur sa face antérieure. Là aussi la colonne est très élargie; un étroit sillon longitudinal et médian indique la présence de deux colonnes fusionnées; des lignes jaunâtres délimitent les corps vertébraux de chacune; enfin, on aperçoit, dans la région cervicale supérieure, la face antérieure de la pièce cervicale triangulaire dont la composition est déjà connue.

V. — MUSCLES.

Les muscles des membres, des têtes, de l'abdomen et du thorax sont en tous points normaux.

Les muscles des gouttières vertébrales (fig. 4, n° VI, Mg et mg) sont écartés de part et d'autre de la ligne médiane par suite de la béance du canal vertébral, et les héli-apophyses transverses (A et a) s'enroulent autour d'eux, leur donnant un aspect annelé.

Le diaphragme manque à gauche. Il est réduit à une lame musculo-aponévrotique falciforme occupant la moitié droite du tronc. La partie convexe de la faux est charnue; le centre est aponévrotique; le tranchant est renforcé par une mince languette musculaire. Son bord concave, étendu de la 2^e vertèbre lombaire à la face interne de la 8^e articulation chondro-costale gauche, regarde vers la gauche et est libre. Son bord convexe est adhérent; partant de la face interne de la 8^e articulation chondro-costale gauche, il se dirige vers l'extrémité interne du 5^e cartilage costal gauche, franchit transversalement la face postérieure du sternum, gagne l'extrémité interne du 5^e cartilage costal droit, la face interne de la 10^e articulation chon-

dro-costale droite, et enfin, après avoir croisé obliquement la face interne des deux dernières côtes droites, vient se terminer sur la 2^e vertèbre lombaire. Sa partie aponévrotique est creusée de trois orifices placés l'un derrière l'autre, et livrant passage : l'antérieur à la veine cave inférieure, le moyen à deux œsophages, le postérieur à l'aorte abdominale.

La myologie de la région cervicale mérite surtout de retenir notre attention; les parties latérales de cette région, propres à chacun des composants, sont normales; par contre, le centre de la région, zone mitoyenne limitée par les deux larynx, les rebords maxillaires rapprochés, les mastoïdes voisines et la lame triangulaire cervicale, est fort curieux.

Aussitôt la peau sectionnée suivant le sillon intermaxillaire médian, j'ai découvert deux muscles peuciers qui se dirigeaient l'un vers l'autre, s'adossaient, puis s'infléchissaient brusquement vers le bas pour se terminer ensemble dans le tissu conjonctif pré-sternal; je ne les ai pas représentés sur les figures, car leur disposition est aisée à comprendre.

Immédiatement au-dessous des peuciers (fig. 5, n° I) j'ai trouvé une aponévrose cervicale (A) présentant, sur la ligne médiane, un raphé très net et surtout épais vers le haut. — Le bord supérieur de l'aponévrose est limité par deux muscles (1) qui, partis des deux mastoïdes situées en face l'une de l'autre, se rejoignent bout à bout sur la ligne médiane, après un trajet horizontal : par leurs insertions crâniennes, ces muscles sont des sterno-cleïdo-mastoïdiens. — Le bord inférieur de l'aponévrose est limité par une épaisse bande musculaire transversale, unissant les portions internes des deux os hyoïdes et des deux cartilages thyroïdes, et décomposable en deux plans : un plan antéro-supérieur (4) de faisceaux inter-hyoïdiens, représentant deux muscles sterno-cleïdo-hyoïdiens fusionnés et ne possédant plus que leurs insertions supérieures, hyoïdiennes; un plan postéro-inférieur (5) de faisceaux inter-thyroïdiens, résultant de la coalescence de deux muscles sterno-thyroïdiens, n'ayant plus que leurs insertions thyroïdiennes. — De chaque côté, l'aponévrose cervicale A adhère au ventre postérieur d'un digastrique normal (2). Appliqués sur l'aponévrose, on dis-

lingue, en bas, deux petits pinceaux musculaires (3) dont les fibres s'entrecroisent sur la ligne médiane, et dont l'insertion sur l'extrémité des grandes cornes hyoïdiennes indique seule la nature : ce sont des muscles omo-hyoïdiens réduits à leur portion hyoïdienne.

Ainsi, malgré la disparition complète des ceintures scapulaires entre les fœtus soudés, certains muscles dépendant de ces ceintures ont néanmoins persisté, parce que les parties du squelette (crâne, os hyoïde, cartilage thyroïde) sur lesquelles ils s'attachent par leur autre extrémité existent encore. Les muscles homonymes ont une tendance remarquable à se diriger les uns vers les autres par leur extrémité devenue libre, à s'unir bout à bout, et même à se confondre.

Au-dessous de l'aponévrose cervicale, très profondément, j'ai constaté la présence de deux lames musculaires (fig. 5, n° II, d) partant en haut des deux apophyses basilaires, s'appliquant sur la face antérieure des corps vertébraux cervicaux, et venant entrecroiser leurs insertions inférieures sur la pièce triangulaire cervicale. Chacune d'elles me paraît représenter à la fois un grand et un petit droits antérieurs du cou, plus la portion supérieure d'un long du cou.

Les sterno-cléïdo-mastoïdiens enlevés, on voit, au-dessous et en arrière d'eux, deux gros faisceaux musculaires qui, partis des inions, vont se fixer sur la base de la pièce triangulaire cervicale. Celui qui provient de la tête gauche passe en avant de l'autre; il est facilement décomposable en deux muscles (fig. 5, n° II), l'un qui correspond à un splénius (s) et l'autre à un petit complexus (c). Celui de la tête droite (S) représente évidemment les mêmes muscles, mais intimement fusionnés.

Plus en arrière encore, et bien visibles seulement par la face postérieure du monstre (fig. 4, n° 6), on trouve en outre deux faisceaux musculaires dépendant de la tête gauche; la tête droite n'en possède pas d'autres. De ces deux faisceaux, l'un, supérieur (t), a les insertions crâniennes d'un trapèze, ses fibres vont, de là, s'éparpiller sur la ligne médiane, dans le tissu cellulaire; l'autre, inférieur (g, c.) est un grand complexus s'attachant en haut au crâne, et en bas à la pièce triangulaire cervicale.

Les remarques faites à propos des insertions anormales des muscles de la région antérieure du cou sont applicables aux

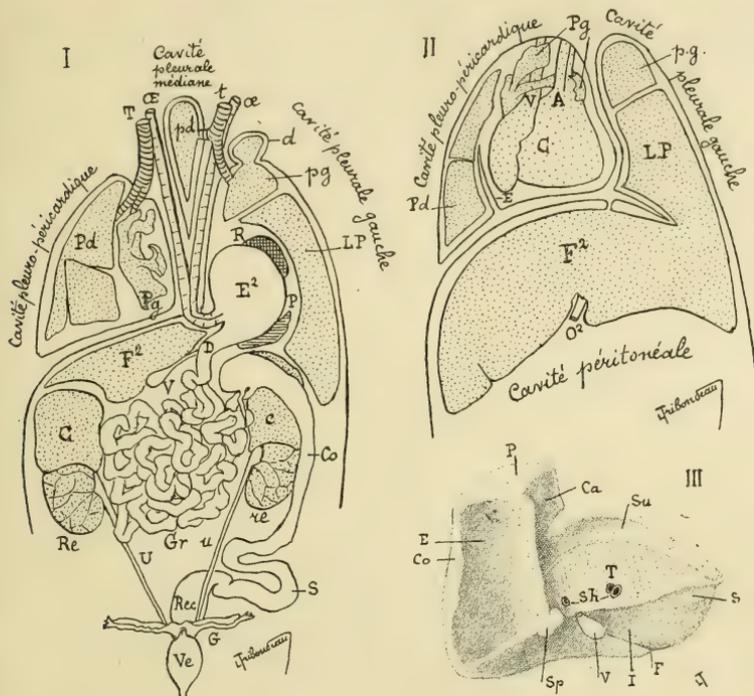


Fig. 6. — Numéro I. — Schéma des grandes cavités séreuses du monstre, suivant un plan frontal voisin de la paroi postérieure du tronc. — C, capsule surrénale gauche; Co, colon; D, duodénum; d, diverticule cervical de la plèvre gauche; E², estomac commun; F², foie commun; G, organes génitaux femelles; Gr, intestin grêle; LP, lobe pleural du foie; OE, œsophage droit; œ, œsophage gauche; P, pancréas; Pd, poumon droit du fœtus droit; pd, poumon droit du fœtus gauche; Pg, poumon gauche du fœtus droit; pg, poumon gauche du fœtus gauche; R, rate; Re, rein droit; re, rein gauche; Rec, rectum; S, S iliaque; T, trachée droite; t, trachée gauche; U, urètre droit; u, urètre gauche; V, vésicule biliaire; Ve, vessie.

Numéro II. — Schéma des grandes cavités séreuses du monstre, suivant un plan frontal voisin de la paroi antérieure du tronc. — A, pédicule artériel, aortico-pulmonaire; C, cœur; E, ébauche de cloison péricardique; F², foie commun; LP, lobe pleural du foie; O², veine ombilicale commune; Pd, poumon droit du fœtus droit; Pg, poumon gauche du fœtus droit; pg, poumon gauche du fœtus gauche; V, veine cave supérieure.

Numéro III. — Foie du monstre vu par sa face postérieure. — Ca, fossette cardiaque du lobe hépatique pleural; Co, face costale; E, fosse stomacale; F, sillon de la vésicule; I, face inférieure concave; P, facette pulmonaire; S, fossette pour la surrénale droite; Sh, veines sus-hépatiques; Sp, lobule de Spigel; Su, face supérieure convexe; T, espace triangulaire compris entre les feuillets du ligament coronaire.

muscles de la nuque. Nous voyons de plus que certains muscles peuvent disparaître complètement chez l'un des composants, alors qu'ils persistent encore, plus ou moins atrophiés, chez l'autre.

VI. — GRANDES CAVITÉS SÉREUSES.

La cavité péritonéale est unique.

Le thorax (fig. 6, n^{os} I et II), est divisé en deux très grandes cavités latérales, et une toute petite loge médiane située en haut et en arrière des précédentes. La cavité latérale droite est un pleuro-péricarde; les deux autres cavités sont des plèvres.

La plèvre gauche communique largement avec le péritoine; les deux autres poches sont closes de tous côtés.

La séreuse de la cavité droite, pleuro-péricardique, forme, en s'adossant à la séreuse de la cavité gauche (fig. 6, n^o II), une grande cloison triangulaire sagittale; de ses trois bords, l'antérieur suit la ligne médio-sternale postérieure, le postérieur le côté droit des corps vertébraux dorsaux, l'inférieur la face supérieure du diaphragme tout près de son bord libre. De là, la séreuse se réfléchit de toutes parts vers la droite, de façon à constituer un sac; elle tapisse ainsi la face interne de l'hémithorax droit et la face supérieure du diaphragme; elle forme en haut le dôme pleural droit, dont le point culminant atteint seulement le bord supérieur de la 1^{re} côte, et en bas un sinus costo-diaphragmatique très développé. Détail intéressant : un repli séreux sagittal (E), se détachant de la paroi du sac séreux, esquisse une division de la cavité pleuro-péricardique en deux poches, l'une pleurale et l'autre péricardique. Ce repli, triangulaire, s'appuie par un bord à la paroi costale antérieure, à 2 cm. à droite de la ligne médiane, et par un autre au diaphragme; son troisième bord est libre.

La séreuse de la cavité gauche, pleurale (fig. 6, n^o II), après s'être adossée à celle de la cavité droite pour former la grande cloison sagittale déjà signalée, tapisse la face interne de l'hémithorax gauche. En bas elle se continue avec le péritoine à travers le large hiatus dû à l'absence du diaphragme dans la moitié gauche du corps. En haut (fig. 6, n^o I), le dôme pleural pousse un diverticule (d) qui remonte à 6 mm. au-dessus de la 1^{re} côte gauche.

La séreuse de la cavité pleurale médiane (fig. 6, n^o I) est située en partie dans le cou, en partie dans le thorax, et très profondé-

ment. Elle commence en haut au niveau de l'angle inférieur de la lame triangulaire cervicale, tapisse les 3 derniers corps vertébraux cervicaux des 2 fœtus, puis leurs 4 premiers corps vertébraux dorsaux. Elle délimite un sac piriforme haut de 2 cm., et à grosse extrémité dirigée en haut large de 7 mm. Ce sac est entouré par les organes médiastinaux (trachées, aortes, œsophages, etc...), qui le séparent des autres poches séreuses.

VII. — INTESTIN ET GLANDES ANNEXES.

L'intestin (fig. 6, n° I) est double en haut, simple en bas.

Chaque fœtus composant possède sa bouche, son pharynx et son œsophage propres, mais, aussitôt après avoir traversé le diaphragme, les deux œsophages se jettent dans un estomac commun.

Éloignés l'un de l'autre d'environ 1 cm., à leur origine, les deux œsophages (OE, œ) convergent, en bas, l'un vers l'autre en suivant les colonnes cervicales de même côté qu'eux. Ils longent, l'un à droite, l'autre à gauche, la cavité pleurale médiane, et se rejoignent au-dessous d'elle à peu près à la partie moyenne de la cavité thoracique. Ils se placent alors tous deux sur la ligne médiane, le gauche en avant du droit, traversent le diaphragme, s'incurvent ensuite brusquement vers la gauche et débouchent dans un estomac unique (E²) (voir aussi fig. 5, n° I).

Cet estomac semble être une soufflure latérale du tube digestif. Sa petite courbure est si courte que le duodénum (D) fait presque directement suite aux œsophages; le pylore voisine avec les cardias. La grande courbure, au contraire, se renfle vers la gauche, remonte dans la cavité pleurale gauche, derrière le foie dont le lobe intrapleurale (LP) présente, pour la recevoir, une vaste dépression.

Le duodénum ne reçoit qu'un seul canal cholédoque.

L'iléon et le jéjunum (Gr) sont normaux, ainsi que le mésentère. Leurs circonvolutions descendent dans la fosse iliaque droite, dépourvue de côlon, et la remplissent. Leur longueur totale est de 22 cm.

La valvule iléo-cœcale, le cæcum et l'appendice sont en situation

inversée, dans l'hypochondre gauche, où ils voisinent avec la grande courbure de l'estomac. L'appendice, très développé, mesure 18 mm. de long.

La courbe côlique (Co), longue de 12 cm., est tout entière à gauche de l'axe du corps. Elle passe au-devant de l'extrémité supérieure de la capsule surrénale gauche, descend le long de son bord externe, puis contre la paroi abdominale, à gauche du rein gauche, jusque dans la fosse iliaque gauche. Là, on découvre une anse sigmoïde (S), de 18 mm. de long, qui se distingue du côlon par l'ampleur de son méso.

Enfin, un rectum (Rec), très dilaté (6 mm. de large, au lieu des 3 mm. du côlon) et appliqué contre le sacrum par un court méso, vient se terminer à l'anus.

Le foie, unique, mais volumineux (poids : 30 g.), est modifié dans sa configuration et ses rapports par suite de la communication de la cavité péritonéale avec la loge pleurale gauche. Examiné en place après ouverture de l'abdomen, il semble normal : la face visible est convexe; au milieu du bord antérieur, tranchant, pénètre la veine ombilicale, et de là, s'étend vers le haut et un peu à gauche le ligament suspenseur. Si on abaisse le lobe droit du foie, rien d'anormal encore : il s'enfonce sous le diaphragme et l'on aperçoit profondément, le feuillet supérieur du ligament coronaire et le ligament triangulaire droit. Mais, si on pratique la même manœuvre à gauche, on voit monter dans la cavité pleurale gauche (fig. 6, n° II) un lobe hépatique anormal (LP) représentant le quart environ de la glande totale. Le bord tranchant de la faux diaphragmatique a creusé un sillon à la base de ce lobe pleural du foie et s'est insinué entre lui et la masse principale de l'organe (F²). Si, glissant l'index sous la face inférieure du foie, on essaie de contourner cette glande en arrière, on vient buter, à droite, contre le feuillet inférieur du ligament coronaire; à gauche, au contraire, on ne rencontre pas d'obstacle, et on pénètre sans difficulté dans la loge pleurale gauche.

Sur le foie extirpé (fig. 6, n° III), on voit que la face inférieure de la glande (I), légèrement concave dans tous les sens, présente des impressions en creux dues à la pression des circonvolutions intestinales; tout à fait en arrière et à droite elle reposait par une

fossette (S) sur la capsule surrénale droite; une fissure (F), s'étendant de la ligne médiane postérieure, à 2 cm. à droite de la ligne médiane antérieure, loge, dans sa partie postérieure élargie la vésicule biliaire unique (V). — La face supérieure du foie, normale à droite du ligament suspenseur, est surmontée à gauche par le lobe hépatique intrapleurale; ce lobe, cubique, est adhérent à la glande par sa face inférieure; sur sa face supérieure (fig. 6, nos I, II [LP] et III [P]) repose la base du poumon gauche du fœtus gauche (pg); contre sa face latérale droite s'appuie (ca), à travers la cloison pleurale, la pointe du cœur; sa face antérieure et sa face latérale gauche (Co) s'appliquent contre la paroi thoracique; sa face postérieure (E) est déprimée pour recevoir l'estomac. — Le bord antérieur du foie ne présente rien de remarquable. — Son bord postérieur extrêmement élargi est devenu une véritable face postérieure; il comprend deux parties, droite et gauche, très différentes d'aspect et de rapports; sa partie gauche lisse, tapissée par le péritoine viscéral, se continue, en haut, sans démarcation aucune, avec la face postérieure du lobe hépatique intrapleurale (fig. 6, n° III [E]), et, comme elle, est en rapport avec l'estomac; sa partie droite, comprise entre les deux feuillets du ligament coronaire, forme un triangle (T) adhérent au diaphragme et à la colonne vertébrale, au niveau duquel débouchent les veines sushépatiques (Sh); à l'union des parties droite et gauche de la face postérieure fait saillie un petit lobule de Spigel (Sp.).

La circulation de la bile est assurée par les mêmes canaux que chez un fœtus normal.

Le pancréas (fig. 6, n° I, P), unique, est situé en bas et en arrière de l'estomac, au niveau de l'hiatus pleuro-péritonéal.

La rate (R) est contenue dans la cavité pleurale gauche, en haut et en arrière de la grande courbure de l'estomac, en regard des 5^e, 6^e et 7^e côtes gauches.

VIII. — APPAREIL GÉNITO-URINAIRE.

L'appareil sexuel, femelle, est unique et complet (fig. 6, n° I [G]). Les ovaires sont déjà bien développés (9 mm. \times 3 mm., \times 1 mm. 5).

Deux reins (Re, re), situés de part et d'autre de l'axe vertébral, en dehors des muscles psoas, reposent par leur extrémité inférieure dans les fosses iliaques internes ; ils sont très lobulés, et ont mêmes dimensions (21 mm. \times 14 mm. \times 12 mm.).

Deux capsules surrénales (C, c), volumineuses, coiffent les reins et masquent une partie de leur face antérieure. Celle de droite (C) remonte jusqu'à la face inférieure du foie ; celle de gauche (c), jusqu'à l'estomac et au pancréas ; égales en largeur (16 mm.) et épaisseur (5 mm.), les capsules diffèrent en hauteur (13 mm. à droite ; 20 mm. à gauche).

Les deux uretères (U, u), la vessie (Ve), l'ouraque et l'urèthre sont normaux.

IX. — APPAREIL RESPIRATOIRE.

Chaque fœtus composant possède son appareil respiratoire particulier composé d'un larynx, d'une trachée et de deux poumons (fig. 6, n° I).

Les deux trachées diffèrent par leurs rapports. Celle de droite, très longue, est fortement coudée vers la droite (fig. 6, n° I [T]) ; elle est croisée en avant (fig. 5, n° II [T]) par l'aorte droite (A) qui continue sa route en haut et à droite sans former de crosse autour de la trachée. Celle de gauche (fig. 6, n° I [t]), plus courte, plus rectiligne, est contournée (fig. 5, n° II [t]) par la crosse de l'aorte gauche (a) qui chevauche sa grosse bronche gauche.

La situation et le volume des poumons varient aussi suivant le fœtus et le côté envisagés.

Les deux poumons du fœtus droit sont contenus dans la cavité séreuse pleuro-péricardique (fig. 6, n° I). — Le poumon droit (Pd), bien développé, est divisé en deux lobes par un sillon coudé à angle droit. — Le poumon gauche, beaucoup plus petit, se compose d'une portion principale et de deux languettes qui ont avec le cœur des rapports très curieux. La portion principale (fig. 6, n° II) est appliquée contre la face postérieure du cœur. Des deux lan-

guettes (Pg), la supérieure glisse sur le côté droit, puis sur la face antérieure de la veine cave supérieure (V) et se termine en s'évasant sur sa face postéro-latérale gauche, ayant ainsi décrit autour du vaisseau une courbe à concavité postérieure; l'inférieure croise la face antérieure de la veine cave supérieure (V) au-dessous de la précédente, s'insinue entre cette veine et le pédicule artériel (A; composé de deux aortes et de deux artères pulmonaires), contourne la face postérieure de ce pédicule et vient se terminer en s'évasant sur sa face antéro-latérale gauche, ayant décrit autour du pédicule artériel une courbe à concavité antérieure.

Des deux poumons appartenant au fœtus gauche (fig. 6, n° I), le droit, très petit, piriforme, unilobé (pd), occupe la totalité de la poche pleurale médiane. Le poumon gauche (pg), un peu plus gros, a la forme d'une brioche; sa tête arrondie est contenue dans le diverticule pleural (d); son corps est placé dans la grande cavité pleurale gauche dont dépend ce diverticule, et repose par sa base sur le lobe hépatique intrapleural (LP).

Aux deux appareils pulmonaires est annexé un thymus commun (fig. 5, n° I [T]), du volume d'un gros pois, placé entre les deux trachées, et s'enfonçant en haut sous le pont musculaire formé par les sterno-hyoïdiens (4) et sternothyroïdiens (5).

En arrière du thymus et le débordant sur les côtés, se trouve une glande thyroïde unique, complexe (fig. 5, n° II [T]²), en forme de fer à cheval à concavité dirigée en bas.

X. — APPAREIL CIRCULATOIRE.

Le cœur est unique. Son volume est sensiblement celui d'un fœtus ordinaire de la même taille que le monstre; on remarque seulement qu'il est un peu plus épais (d'avant en arrière). Il est en position normale, la pointe tournée en bas et à gauche (fig. 6, n° II [C]). Il est à peu près médian et est contenu dans la cavité séreuse droite pleuro-péricardique, du thorax.

Le cœur est formé d'une portion inférieure gauche (ventriculaire), et d'une portion supérieure droite (auriculaire). La première

diffère peu de celle d'un sujet sain; c'est sur elle qu'on constate l'épaisseur exagérée de l'organe. La seconde possède 3 auricules (fig. 4, n^{os} I et II) : un en bas sur son côté droit (β); deux en haut, dont l'un (α) passe en avant, et l'autre (γ) en arrière du pédicule artériel.

Les vaisseaux qui arrivent ou partent du cœur sont disposés d'une manière très spéciale. En haut et à gauche (fig. 4, n^{os} I et II) existe un gros pédicule artériel formé de 4 gros vaisseaux jumelés, deux antérieurs, et deux postérieurs. Les deux vaisseaux antérieurs appartiennent par leur distribution au fœtus gauche : ce sont son aorte (a) à gauche, et son artère pulmonaire (p) à droite. Les deux vaisseaux postérieurs sont l'aorte (A) et l'artère pulmonaire (P) du fœtus droit. Trois autres vaisseaux s'implantent dans la portion auriculaire : un tronc veineux cave supérieur (CS²) commun aux 2 fœtus; un tronc cave inférieur (CI²) et un tronc veineux pulmonaire (V²) également communs. Donc, les troncs artériels sont en double, les troncs veineux en simple.

Comment se comportent les cavités du cœur? Régulièrement, nous devrions trouver 4 oreillettes et 4 ventricules. — Or, la portion auriculaire ne contient que 2 oreillettes, l'une droite recevant les 2 troncs caves, l'autre gauche recevant le tronc pulmonaire. Encore ces deux oreillettes communiquent-elles entre elles par un énorme trou de Botal; la cloison interauriculaire est à l'état de simples vestiges. — La portion ventriculaire est creusée de 3 cavités (voir coupe transversale, fig. 4, n^o III), une (VGA) placée en avant, les deux autres (VGP, VD²) en arrière. A quels ventricules appartiennent ces cavités? C'est ce que nous indiquent leurs connexions orificielles (fig. 4, n^o IV). La cavité antérieure (VGA) est en relation avec l'aorte du fœtus gauche (a); c'est donc le ventricule gauche de ce fœtus; ce ventricule est mal formé, car il ne communique pas avec les cavités auriculaires. La cavité postérieure gauche (VGP) est reliée à l'aorte du fœtus droit (A); c'est donc le ventricule gauche de ce fœtus; elle communique avec la cavité auriculaire gauche par un orifice bivalvulé (M), donc mitral. La cavité postérieure droite (VD²) est en relations avec l'artère pulmonaire de chacun des deux fœtus composants (P et p); elle représente donc

les ventricules droits de ces deux fœtus confondus en un seul; elle communique avec la cavité auriculaire droite par un orifice trivalvulé (T), donc tricuspïdien, particulièrement vaste.

La circulation artérielle est assurée par les 2 aortes (A et a). L'aorte (A) située en arrière dans le pédicule artériel, irrigue le membre supérieur droit et la moitié droite du cou et de la tête droite. Pour cela (fig. 5, n° II, A), elle s'infléchit vers la droite, passe en avant de la trachée droite (T), et se comporte à la façon d'un tronc brachio-céphalique droit, en se divisant en carotide primitive droite et sous-clavière droite (SC). — L'aorte (a), située en avant dans le pédicule artériel, se distribue à tout le reste du corps. Elle décrit (fig. 5; n° II [a]) vers la gauche une grande crosse qui chevauche la bronche gauche du fœtus gauche, atteint le côté gauche de la colonne vertébrale qu'elle longe, accompagnée à droite par l'œsophage gauche (œ), traverse le diaphragme en arrière des œsophages, et se termine en une aorte abdominale commune (AA) normale, tant par ses rapports que par ses ramifications. Cette aorte (a) émet, au sommet de sa crosse un tronc carotidien commun aux deux fœtus qui remonte sur la ligne médiane, passe entre le thymus et la thyroïde et se divise en 2 carotides : la gauche du fœtus droit, et la droite du fœtus gauche (cette dernière beaucoup plus grêle que la première). Plus loin, la crosse aortique fournit, comme cela est classique, une carotide et une sous-clavière gauches pour la partie gauche du cou et de la tête gauche, et pour le membre supérieur gauche.

Les veines du tronc et des membres inférieurs sont normalement disposées et confluent dans une veine cave inférieure unique (CI). — Le sang des membres supérieurs et des têtes est ramené au cœur par deux troncs brachio-céphaliques veineux, droit (SC) et gauche (sc) qui s'unissent en une veine cave supérieure commune (CS); le tronc droit est très court; le tronc gauche, au contraire, forme une longue arcade transversale qui reçoit perpendiculairement en son milieu un gros tronc veineux jugulaire commun, médian, vertical, résultant de la confluence de la jugulaire interne gauche de la tête droite, et de la jugulaire interne droite de la tête gauche (cette dernière, plus petite, semble un affluent de l'autre).

XI. — SYSTÈME NERVEUX.

Le cerveau et le cervelet gauches sont normaux de forme et de situation. La protubérance est aussi normale. Les ventricules latéraux sont plus vastes que de coutume. Le 4^e ventricule, largement ouvert communique avec la cavité de la méninocèle crânienne gauche. Cette dernière renferme du liquide et des masses friables de substance nerveuse. — Les dimensions de l'encéphale gauche (cerveau et cervelet) sont : diamètre antéro-postérieur = 5 cm. 5; diamètre transversal = 4 cm. 2; diamètre vertical = 3 cm. 7.

L'encéphale droit est contenu tout entier dans la méninocèle crânienne droite. Au moment où je l'ai disséqué, il était très ramolli; j'y ai cependant aisément reconnu, sur les coupes histologiques, 3 masses de substance nerveuse (fig. 4, n° V) représentant évidemment 2 hémisphères cérébraux et un cervelet. Les dimensions de la méninocèle crânienne droite exactement remplie par ces 3 masses nerveuses, prouvent l'importance de cet encéphale droit, ectopié : grand diamètre transversal = 5 cm.; diamètre antéro-postérieur = 2 cm. 5; hauteur = 1 cm. 2. La cavité crânienne droite, simple espace fissuraire, est remplie par un tissu fibro-vasculaire, dépendance des méninges, adhérent presque partout à ses parois.

Les deux méninocèles crâniennes ne communiquent pas entre elles.

Les nerfs crâniens ont une disposition normale dans la tête gauche. A droite ils ont un trajet d'autant plus long à parcourir que les trous de la base du crâne, par lesquels ils s'engagent, sont plus éloignés de la méninocèle crânienne droite.

Il n'existe pas de moelle épinière, pas plus d'un côté que de l'autre. Des coupes histologiques de la gouttière rachidienne avec tous les tissus y attachés (fig. 7) m'ont montré l'absence absolue de cordon médullaire même atrophié, voire réduit à un simple canal épendymaire. L'espace compris entre le tégument aminci recouvrant le *spina bifida* et la face postérieure des corps vertébraux (V et v) est rempli par un tissu fibreux très vasculaire,

d'aspect angiomateux (A, a) de nature méningée, analogue à celui déjà signalé dans la cavité crânienne droite.

Des ganglions rachidiens volumineux (fig. 4, n° VI) existent, en nombre normal, des deux côtés de la tige vertébrale, dans les trous de conjugaison superposés en files. En plus de ces deux chapelets ganglionnaires on voit, dans la région cervicale, un groupe de 9 ganglions médians, disposés en V, dans les trous de conjugaison situés sur les côtés de la lame triangulaire cervicale (4 de chaque côté, et 1 inférieur médian). Ces ganglions, riches en cellules nerveuses (fig. 7, G et g) donnent naissance aux nerfs rachidiens (n), lesquels se ramifient et se distribuent très normalement. Font exception les nerfs émanés du groupe cervical médian, très grêles, qui s'unissent entre eux sur la face antérieure de la pièce triangulaire cervicale, formant un petit plexus d'où partent des filets pour les muscles cervicaux intermédiaires aux deux têtes.

Signalons enfin l'existence de 4 nerfs pneumogastriques

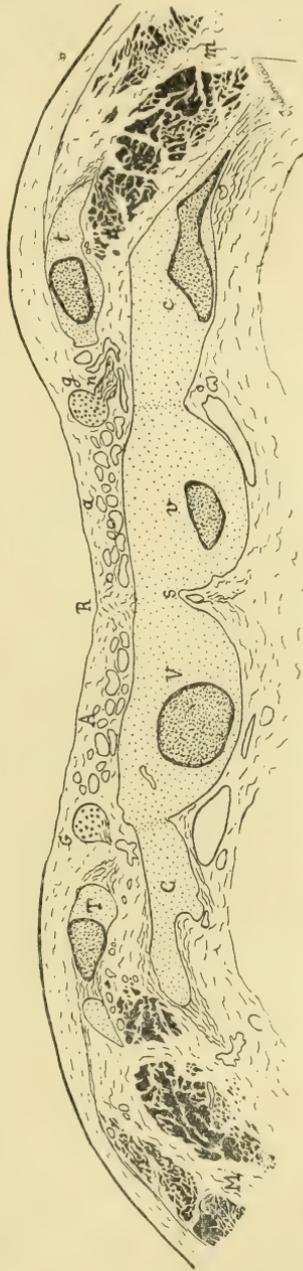


Fig. 7. — Coupe histologique passant par les 6^{es} vertèbres dorsales du monstre (très faible grossissement). — A, tissu angiomateux occupant la place de la moelle droite et de ses membranes; a, même tissu à gauche; C, cote droite; G, ganglion spinal droit; G, ganglion spinal gauche; M, muscles des gouttières vertébrales droites; m, muscles des gouttières gauches; n, nerf intercostal partant du ganglion spinal; R, raphe médian postérieur; S, sillon vertébral médian antérieur; T, apophyse transverse droite (hémiaire neural); t, apophyse transverse gauche; V, corps vertébral droit avec son noyau osseux; v, corps vertébral gauche.

(2 par œsophage) s'unissant entre eux en arrivant à l'estomac commun.

Cette observation d'atlodyme n'est pas seulement curieuse par sa rareté, elle est aussi fort instructive.

Elle nous renseigne sur les « phénomènes de réduction » des rachis : fusion des corps vertébraux lombaires, sacrés et coccygiens, accollement des corps vertébraux dorsaux, disparition progressive des hémiares neuraux proximaux dans la région cervicale. Elle nous montre d'autres « phénomènes de réduction » intéressants du côté des muscles du cou.

Elle permet de se rendre compte que chez les atlodymes la duplicité commence beaucoup plus bas que le seul examen des formes extérieures permettrait de le penser. Dans le rachis, des signes de composition double apparaissent dès la région lombaire supérieure. Quant aux viscères, ils sont simples au-dessous du diaphragme, mais tous plus ou moins doubles au-dessus. Le cœur est beaucoup plus avancé vers l'unicité que le système respiratoire et que le système digestif. On observe ici, comme chez les dérodymes, que la fusion des deux cœurs composants entraîne de nombreuses anomalies incompatibles avec la vie autonome du monstre ; c'est ainsi que l'aorte principale, laquelle serait appelée à irriguer tout le corps à l'exception du bras droit, du côté droit du cou et de la tête droite, se détache d'un ventricule qui n'a aucune communication avec les autres cavités du cœur ; et ce n'est pas là la seule malformation vasculaire. La viabilité est, chez l'atlodyme, rendue encore plus problématique par l'existence d'anomalies considérables dans le développement de l'axe nerveux cérébro-spinal, telles que les méningocèles rachidienne (*spina bifida* total avec absence de la moelle épinière) et crânienne (avec exencéphalie droite) que nous avons décrites chez le monstre qui fait l'objet de cette étude.

BIBLIOGRAPHIE

Kursus der normalen Histologie (30 figures dans le texte et 98 planches avec 208 figures en couleurs), par RUDOLPH KRAUSE; chez Urban et Schwarzenberg, Berlin et Wien, 1911.

Le *Kursus* ou *Cours d'histologie normale* de R. Krause est une introduction pratique à l'histologie; par les notions fondamentales qu'il fournit, il constitue la base de tout enseignement histologique.

Krause commence par exposer les règles générales qu'il convient de suivre pour se servir du microscope. Il passe ensuite à la *technique microscopique* : l'étudiant n'a pas à connaître tous les procédés techniques qui sont en usage dans les laboratoires; il lui suffit de savoir faire de chaque tissu et de chaque organe une préparation sur laquelle il pourra lui-même constater les points qui caractérisent sa structure. Les meilleures préparations toutes faites qu'on soumet à l'étudiant et dont il ignore la fabrication, sont incapables de contribuer à son instruction pratique. Krause trouve fâcheux que l'étudiant aborde la clinique et l'anatomie pathologique sans savoir lui-même faire une préparation d'un tissu ou d'un organe quelconque.

Après cette étude générale, R. Krause passe à l'examen de la cellule : cellule hépatique de salamandre et d'axolotl, cellules épidermiques de l'axolotl dont il indique le meilleur procédé de préparation, qu'il représente sur les planches et dont il donne une description claire et méthodique. Les cellules migratrices, les cellules géantes, les cellules pigmentaires sont l'objet d'un exposé analogue. La division indirecte est étudiée sur les blastomères de *Ascaris megalocephala*.

L'examen des tissus débute par celui des *épithéliums* (endothélium du mésentère et épithélium cubique du rein, épithélium pigmenté de l'œil, épithélium cylindrique de l'utérus, de l'intestin, épithélium à cils vibratiles, etc.).

Les chapitres et les planches qui suivent sont consacrés à une étude analogue des tissus *conjonctif* (lâche, réticulé, vésiculeux), *cartilagineux* (hyalin, fibreux, réticulé), *osseux*, puis *musculaire* (lisse et strié) et ensuite *nerveux*.

Les éléments figurés du sang sont l'objet d'un chapitre spécial.

Après l'exposé des éléments, Krause passe à celui des organes :

organes de la circulation, organes glandulaires, digestifs, respiratoires, urinaires, organes de la reproduction. Les organes du mouvement, du système nerveux, les organes des sens avec la peau terminent ce cours à la fois pratique et théorique d'histologie.

L'ouvrage de R. Krause me paraît bien conçu et bien exécuté. Il n'a pas la prétention de représenter un livre didactique ni un traité technique d'histologie. En suivant les procédés simples que propose et recommande Krause, en les appliquant aux objets d'étude bien choisis, tout étudiant pourra obtenir des préparations dont les images correspondront à la description et aux dessins de ce livre qui lui servira de guide. C'est là la seule manière rationnelle d'acquérir des notions réelles de la structure de l'organisme normal, et, de comparer fructueusement les tissus sains aux tissus altérés par la maladie.

ÉD. RETTERER.

Précis d'Anatomie et de Dissection (t. I, *tête, cou, membre supérieur*), par H. ROUVIÈRE. Masson, 1911.

Avant de se mettre à disséquer, l'étudiant doit savoir ce qu'il doit voir. Au lieu de lui indiquer par une énumération aride ce qu'il va rencontrer, M. Rouvière a préféré lui donner ces connaissances d'ensemble en procédant par la méthode topographique. Il lui met sous les yeux la région disséquée (le tome I est illustré de 197 figures, presque toutes en couleur); ensuite il y joint les notions principales d'ordre systématique, de façon à lui apprendre à la fois la théorie et la pratique. Sachant ce qu'il a à chercher et comment il faut s'y prendre pour le trouver, l'étudiant s'intéressera à la dissection; les détails qu'il découvrira resteront gravés dans sa mémoire.

Ce *vade-mecum* d'amphithéâtre me paraît clair et rendra de grands services surtout aux élèves de 1^{re} année.

ÉD. RETTERER.

Le propriétaire-gérant : FÉLIX ALCAN.

REVUE DE MÉDECINE & REVUE DE CHIRURGIE

La *Revue de Médecine* et la *Revue de Chirurgie* paraissent tous les mois : chaque livraison de la *Revue de Médecine* contient 5 à 6 feuilles grand in-8; chaque livraison de la *Revue de Chirurgie* contient de 11 à 12 feuilles grand in-8.

S'ADRESSER POUR LA RÉDACTION :

Revue de Médecine : à M. le P^r Landouzy, 13, rue de l'Université, Paris (7^e), ou à M. le P^r Lépine, 1, place Gaillon, Lyon.

Revue de Chirurgie : à M. le P^r E. Quénu, École de Médecine, Paris (6^e).

POUR L'ADMINISTRATION :

A la Librairie Félix Alcan, 108, boulevard Saint-Germain, Paris (6^e).

PRIX D'ABONNEMENT :

| Pour la Revue de Médecine | | Pour la Revue de Chirurgie | |
|----------------------------------|--------|----------------------------------|--------|
| Un an, Paris | 20 fr. | Un an, Paris | 30 fr. |
| — Départements et étranger . . . | 23 fr. | — Départements et étranger . . . | 33 fr. |
| La livraison, 2 fr. | | La livraison, 3 fr. | |

Les deux *Revues* réunies, un an, Paris, 45 fr.; départements et étranger, 50 fr.

Les abonnements partent du 1^{er} janvier.

Les quatre années de la *Revue mensuelle de Médecine et de Chirurgie* (1877, 1878, 1879 et 1880) se vendent chacune séparément 20 fr.; la livraison, 2 fr.

Les trente premières années (1881 à 1910) de la *Revue de Médecine* se vendent le même prix. Les dix-huit premières années (1881 à 1898) de la *Revue de Chirurgie*, 20 fr.; les autres années, 30 fr.

TRAITÉ INTERNATIONAL DE PSYCHOLOGIE PATHOLOGIQUE

Publié sous la direction du D^r A. MARIE, de Villejuif.

Vient de paraître :

TOME TROISIÈME ET DERNIER

PSYCHOPATHOLOGIE APPLIQUÉE

PAR MM. LES

P^{rs} Bagenoff, Bianchi, Sikorsky, G. Dumas, Havelock-Ellis,
D^{rs} Cullerre, A. Marie, Dexler, P^r Salomonsen.

Un vol. grand in-8, de viii-1086 pages, avec 384 gravures dans le texte. 25 fr.

Précédemment parus : TOME PREMIER. — PSYCHOPATHOLOGIE GÉNÉRALE
(Méthodes générales d'examen et de diagnostic des cas d'aliénation mentale)

Par MM. les Professeurs GRASSET, DEL GRECO, P. MARIE, P. MINGAZINI, MARINESCO, LUGARO,
L. LAVASTINE, MEDEA, CLOUSTON, DIDE, BECHTEREW, CARRARA FERRARI, MARRO.

Un vol. grand in-8, de xx-1028 pages, avec 333 gravures dans le texte. 25 fr.

TOME DEUXIÈME : PSYCHOPATHOLOGIE CLINIQUE

Par MM. les Professeurs BAGENOFF, BECHTEREW, D^{rs} BOUBILHET, CAPGRAS, COLIN, DENY, HESNARD,
LHERMITTE, MAGNAN, A. MARIE, P^{rs} PICK, PILCZ, RÉGIS, D^{rs} RICHE, ROUBINOVITCH,
SÉRIEUX, SOLLIER, P^r ZIEHEN.

Un vol. grand in-8, de xxiii-1000 pages, avec 341 gravures dans le texte. 25 fr.

LIBRAIRIE FÉLIX ALCAN

Manuel d'Histologie Pathologique

PAR

V. CORNIL

Professeur à la Faculté de médecine,
Membre de l'Académie de médecine,
Médecin de l'Hôtel-Dieu.

et

L. RANVIER

Professeur au Collège de France,
Membre de l'Institut,
Membre de l'Académie de médecine

AVEC LA COLLABORATION DE

A. BRAULT

Membre de l'Académie de médecine,
Médecin de l'hôpital Lariboisière,
Chef des travaux pratiques d'anatomie pathologique à la Faculté de médecine.

M. LETULLE

Professeur agrégé à la Faculté
de médecine,
Membre de l'Académie de médecine,
Médecin de l'hôpital Boucicaut.

TROISIÈME ÉDITION ENTIÈREMENT REFOUDUE

Vient de paraître :

Tome IV et dernier, par MM. G. MILLIAN, L. DECLoux, L. RIBADEAU, DUMAS, CRITZMANN, A. BRAULT, Th. LEGRY, KLIPPEL, LEFAS, A. COURCOUX, N. HALLÉ. — *Poumon.* — *Bouche.* — *Pharynx.* — *Œsophage.* — *Estomac.* — *Côlon.* — *Rectum.* — *Foie.* — *Pancréas.* — *Rein.* — *Appareil urinaire.* 2 forts volumes grand in-8, avec 438 gravures en noir et en couleurs dans le texte. 45 fr.

Précédemment publiés :

Tome I, par MM. CORNIL, RANVIER, BRAULT, Fernand BEZANÇON, professeur agrégé à la Faculté de médecine, médecin des hôpitaux; Maurice CAZIN, chef de laboratoire à la Faculté de médecine. — *Généralités sur l'histologie normale.* — *Cellules et tissus normaux.* — *Généralités sur l'histologie pathologique.* — *Altérations des cellules et des tissus.* — *Des inflammations.* — *Des tumeurs.* — *Notions élémentaires sur les bactéries.* — *Lésions des os et des tissus cartilagineux.* — *Anatomie pathologique des articulations.* — *Des altérations du tissu conjonctif.* — *Lésions des membranes séreuses.* — 1 fort volume grand in-8, avec 369 gravures en noir et en couleurs. 25 fr.

Tome II, par MM. G. DURANTE, chef de laboratoire à la Maternité; J. JOLLY, H. DOMINICI, GOMBAULT, médecin des hôpitaux et CL. PHILIPPE, chef de laboratoire à la Salpêtrière. — *Muscles.* — *Sang et hémato-poïèse.* — *Cerveau.* — *Moelle.* — *Nerfs.* — 1 fort volume grand in-8, avec 202 gravures en noir et en couleurs. 25 fr.

Tome III, par MM. GOMBAULT, NAGEOTTE et A. RICHE, médecins de Bicêtre; G. DURANTE; R. MARIE, médecin des hôpitaux; Fernand BEZANÇON, Th. LEGRY, professeurs agrégés à la Faculté de médecine, médecins des hôpitaux. — *Système nerveux central (Cerveau et moelle épinière).* — *Nerfs.* — *Cœur et vaisseaux.* — *Rate.* — *Ganglion lymphatique.* — *Larynx.* — 1 fort vol. gr. in-8, av. 332 grav. en noir et en couleurs. 35 fr.

FÉLIX ALCAN, Éditeur, 108, Boulevard Saint-Germain, PARIS.

DICTIONNAIRE DE MÉDECINE

par les D^r E. BOUCHUT & A. DESPRÉS

Septième édition revue par les D^r G. MARION et F. BOUCHUT

Mise au courant des derniers Progrès de la Science.

Magnifique volume de 4590 pages in-8 sur deux colonnes, avec 1097 gravures dans le texte Indispensable aux Familles.

PRIX : BROCHÉ, 25 FR. ; — RELIÉ, 30 FR.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

7514

JOURNAL
 DE
L'ANATOMIE
 ET DE
LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

Fondé par **CHARLES ROBIN (1864-1885)**

CONTINUÉ PAR

GEORGES POUCHET (1885-1894) et **MATHIAS DUVAL (1894-1907)**

PUBLIÉ PAR MM.

E. RETTERER

F. TOURNEUX

Professeur agrégé à la Faculté de médecine
de Paris.

Professeur à la Faculté de médecine
de Toulouse.

AVEC LE CONCOURS DE MM.

A. BRANCA

Professeur agrégé
à la Faculté de médecine
de Paris.

G. LOISEL

Directeur
du Laboratoire d'Embryologie générale
à l'Ecole des Hautes Études.

A. SOULIÉ

Professeur agrégé
à la Faculté de médecine
de Toulouse.

XLVIII^e ANNÉE, 1912. — N^o 5. — SEPTEMBRE-OCTOBRE

LIBRAIRIE FÉLIX ALCAN

108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, PARIS

J

TABLE DES MATIÈRES DU N° 5

| | |
|--|-----|
| R. GRÉGOIRE. — Le nerf facial et la parotide (<i>avec 8 figures</i>)..... | 437 |
| A. DEBEYRE. — Description d'un embryon humain de 0 mm. 9 (<i>avec 13 figures</i>) [PLANCHES VI A X]..... | 448 |
| J. P. TOURNEUX. — Bourse pharyngienne et récessus médian du pharynx chez l'homme et chez le cheval, fossettes pharyngienne et naviculaire chez l'homme (<i>avec 6 figures</i>). 516 | 516 |

Le *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* paraît tous les deux mois :

CONDITIONS DE LA SOUSCRIPTION

| | |
|--|---------|
| Un numéro. | 6 fr. » |
| Un an, pour Paris. | 30 » |
| — pour les départements et l'étranger. | 33 » |

CHAQUE LIVRAISON CONTIENT :

- 1° Des *travaux originaux* sur les divers sujets que comporte son titre, accompagnés de planches hors texte en noir et en couleurs, et de gravures dans le texte;
- 2° Des *analyses et comptes rendus* de travaux présentés aux Sociétés savantes françaises et étrangères.

IL A EN OUTRE POUR OBJET :

La *tératologie*, la *chimie organique*, l'*hygiène*, la *toxicologie* et la *médecine légale* dans leurs rapports avec l'anatomie et la physiologie;
Les applications de l'anatomie et de la physiologie à la *pratique de la médecine*, de la *chirurgie* et de l'*obstétrique*.

Les ouvrages à analyser, et tout ce qui concerne la rédaction, devront être adressés *franco* à la LIBRAIRIE FÉLIX ALCAN, 108, boulevard Saint-Germain, Paris (6°).

LIBRAIRIE FÉLIX ALCAN

MANUEL PRATIQUE DE KINÉSITHÉRAPIE

PAR

L. DUREY, R. HIRSCHBERG, R. LEROY, R. MESNARD, G. ROSENTHAL,
H. STAPFER, F. WETTERWALD, E. ZANDER J^{OR}

Vient de paraître :

FASCICULE V

F. Wetterwald. *Maladies de la nutrition*. — Raoul Leroy. *Maladies de la peau*.
1 vol. in-8, avec 407 figures 4 fr.

Fascicules précédemment parus :

FASCICULE I

F. Wetterwald. *Le rôle thérapeutique du mouvement. Notions générales*.
E. Zander J^{OR}. *Maladies de la circulation*.
1 vol. in-8, avec 75 figures 3 fr

FASCICULE II

H. Stapfer. *Gynécologie*.
1 vol. in-8, avec 12 figures 4 fr.

FASCICULE III

G. Rosenthal. *Maladies respiratoires (méthode de l'exercice physiologique de la respiration)*.
1 vol. in-8, avec 50 figures 5 fr.

FASCICULE IV

René Mesnard. *Kinésithérapie orthopédique*.
1 vol. in-8, avec 91 figures 3 fr

LE NERF FACIAL ET LA PAROTIDE

Par **Raymond GRÉGOIRE**

Agrégé-Chirurgien des hôpitaux de Paris.

Depuis longtemps déjà je me suis attaché à l'étude des rapports du nerf facial dans la loge parotidienne.

Il m'avait toujours paru bizarre que seul dans l'économie le nerf facial puisse passer en plein parenchyme glandulaire, écartant devant lui les lobules pour se faire un chemin. Sans doute, on peut voir la veine cave traverser en tunnel le bord postérieur du foie, mais elle s'y est insinuée peu à peu ou, mieux, la glande l'a progressivement entourée; sans doute aussi l'artère et la veine mésentériques supérieures peuvent paraître passer en plein parenchyme de la tête pancréatique, mais il n'y a, là aussi, qu'apparence et, en réalité, le bec du pancréas très développé a fait le tour de la face postérieure des vaisseaux pour venir se souder au bord inférieur du col.

Les nombreuses dissections que j'ai faites, celles que mes élèves Carrière et Tournex ont exécutées auprès de moi, sont venues confirmer l'opinion que j'avais pu me faire théoriquement. Ces recherches ont porté sur 60 parotides de sujets adultes, sans distinction de sexe. Huit observations ont porté sur des fœtus dont l'âge pouvait varier de trois à six mois environ. Ces études d'anatomie humaine ont été contrôlées par un certain nombre de recherches d'anatomie comparée. Celles-ci ont porté sur six singes (presque tous macaques), trois lapins, trois cobayes, quatre chiens, deux moutons.

Ces références ont leur importance, car les conclusions que nous allons tirer de ce travail vont tout à fait à l'encontre de ce que nous trouvons signalé dans les auteurs classiques.

Tous semblent faire de la parotide une masse glandulaire indivise, enfoncée dans l'étroit espace sterno-mandibulaire et perforée de part en part par le facial et ses rameaux.

« A la sortie du crâne, le tronc du facial recouvert par la glande parotide se dirige en avant... et se divise en deux fortes branches... entre le masséter en dedans et la parotide en dehors » (Gegembauer, p. 1022).

« En dedans, elle (la parotide) est creusée d'une gouttière et souvent d'un canal complet pour l'artère carotide externe; les branches de cette artère sont donc plus ou moins enclavées dans le tissu de la glande. Il en est de même du facial qui traverse la glande... » (Beunis et Bouchard, p. 733).

« Le nerf facial, à sa sortie du trou stylo-mastoidien s'engage dans l'épaisseur de la parotide » (Sappey, t. IV, p. 78, 4^e édition).

« Le nerf facial traverse, en effet, très obliquement la glande d'arrière en avant de sa face profonde à sa face superficielle... » (Tillaux, p. 279, 5^e édition).

« Le facial s'engage dans l'épaisseur de la parotide en se dirigeant obliquement d'arrière en avant, de dedans en dehors et un peu de haut en bas... il se bifurque en deux branches... cette bifurcation s'effectue dans l'épaisseur même de la parotide et, par conséquent, les deux branches précitées sont situées à leur origine en plein tissu glandulaire » (Testut, t. IV, p. 248, 4^e édition).

« Le facial pénètre dans l'épaisseur de la parotide presque de sa sortie du trou stylo-mastoidien... c'est dans l'épaisseur de la parotide que les deux branches terminales s'anastomosent l'une avec l'auricule temporal, l'autre avec le rameau auriculaire du plexus cervical » (Poirier, t. IV, p. 666).

Lushka a entrevu la division de la parotide en deux plans par le nerf facial. Il dit : « Le nerf facial et ses rameaux divisent incomplètement la glande en deux portions, l'une interne plus petite, l'autre externe plus volumineuse. »

Cette disposition restée ignorée de la plupart est cependant celle que devait faire supposer le raisonnement, celle que démontre la dissection. Nous essayerons de démontrer la raison d'être de cette disposition.

Mettez à nu la face externe de la parotide, allez avec précaution dégager sur le bord antérieur les filets du facial qui s'échappent et vont irradier sur toute la partie supérieure de la face.

Prenant alors entre les mors d'une pince l'un des plus gros, suivez-le vers le tronc, c'est-à-dire d'avant en arrière, le scalpel travaillant à plat découvre bientôt une sorte de plan de clivage où s'étalent tous les filets du facial, en plein tissu conjonctif. En bas il se poursuit jusqu'à diviser la glande en deux plans, en haut il faut s'arrêter au risque de couper en plein lobule glandulaire. Le facial a l'air d'être placé entre deux couches de glande se continuant par leur extrémité supérieure, comme un signet dans un livre, dont la reliure serait tournée en haut. En somme, le nerf facial a été enveloppé progressivement par la glande parotide lorsqu'elle est venue se loger dans sa loge. Nous verrons plus loin de quelle façon.

La parotide se compose donc de deux lobes unis par leur bord supérieur. Il vient s'en ajouter un troisième, dit lobule accessoire ou encore lobule massétérin.

Des deux lobes principaux, l'un est superficiel, l'autre profond.

Le superficiel est le plus volumineux et le plus large. C'est lui que l'on découvre immédiatement quand on a enlevé la peau et sa doublure de graisse. Il est plat dans l'ensemble, néanmoins plus mince à sa partie antérieure où il s'étale sur le masséter, qu'à sa partie postérieure où il tend à s'enfoncer dans l'espace sterno-mandibulaire. Il s'étend depuis l'arcade sygomatique en haut, jusqu'à l'expansion fibreuse qui ferme en bas la loge parotidienne, tendue qu'elle est entre le sterno-cléido-mastoïdien et l'angle de la mâchoire.

En arrière, il confine au bord du muscle sterno-mastoïdien sur lequel il déborde légèrement parfois. En avant, il empiète plus ou moins sur la face externe du muscle masséter. Le bord externe est irrégulier; dans l'ensemble il décrit une courbe à convexité antérieure, mais c'est une courbe d'aspect variable : souvent découpée, quoique saillante jusqu'à former le sommet d'un angle arrondi.

Par sa face profonde, ce lobe repose en avant sur le masséter et recouvre l'origine du canal de Stenon et les rameaux du nerf facial. En arrière, il confine au lobe profond dont le sépare le tronc et les divisions du nerf facial.

Son extrémité inférieure est libre et repose dans la concavité de la bandelette sterno-mandibulaire.

Son extrémité supérieure se continue avec l'extrémité supérieure du lobe profond.

Le lobe profond est moins étendu que le précédent, mais plus

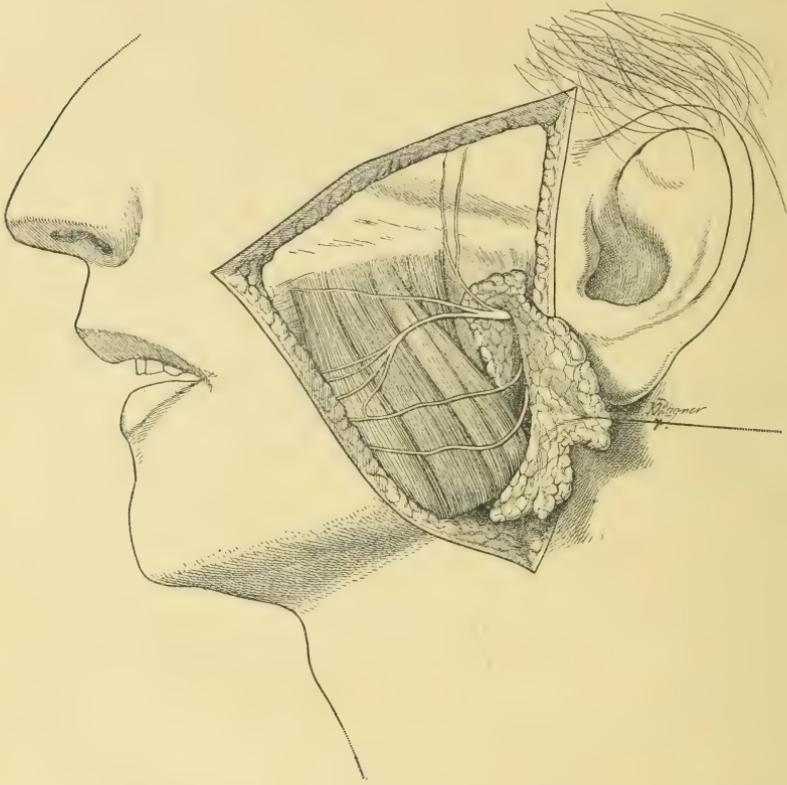


Fig. 1. — Demi-schématique. — On voit les deux lobes parotidiens chevauchant le facial et ses divisions. Le lobe superficiel a été égrigné et tiré en dehors et en arrière. Le lobe profond sous-parotidien s'enfonce dans la loge parotidienne.

épais. C'est lui qui s'enfonce profondément dans la loge parotidienne jusqu'aux confins du pharynx, parfois formant ce que l'on appelle le prolongement pharyngien de la glande.

Par son bord postérieur, il répond au muscle digastrique, à l'apophyse styloïde et, dans leur intervalle, au paquet vasculo-nerveux du cou.

En dedans, les muscles et ligaments styliens le séparent du pharynx.

Le bord antérieur s'engage derrière l'articulation temporo-maxillaire et le col de la mâchoire dont il se trouve séparé parfois par une bourse séreuse. Ce bord antérieur déborde le plus souvent sur la face externe du col en sorte que les rameaux temporo-faciaux paraissent à ce niveau en plein parenchyme glandulaire engagés entre les deux lobes superficiel et profond, mais il peut arriver aussi que le lobe profond ne déborde pas en dehors, la presque totalité de la branche temporo-faciale est alors sous-parotidienne et n'est recouverte que par le lobe superficiel qui vient s'étaler sur le masséter. En dedans du bord postérieur de la mâchoire, le lobe profond trouve un espace libre ménagé entre le maxillaire inférieur et le ligament stylo-maxillaire. Il peut alors prendre de l'expansion et filer plus ou moins en avant sur la face interne du ptérygoïdien interne vers le pharynx. C'est lui qui donne le prolongement pharyngien de la glande.

A ce propos, on voit souvent signalée l'existence d'un trou dans la capsule parotidienne par où s'engage ce prolongement entre le ligament stylo-maxillaire et l'aponévrose du ptérygoïdien interne. Nous pouvons affirmer que cet orifice est créé artificiellement. La capsule parotidienne est continue, mais à ce niveau elle devient mince au point qu'on la déchire si l'on arrache trop violemment le prolongement pharyngien auquel elle adhère.

Le bord supérieur de ce lobe profond s'unit au bord supérieur du lobe superficiel.

C'est entre la face externe du lobe profond et la face profonde du lobe superficiel que court le facial et ses rameaux comme un signet, avons-nous dit, entre les feuillets d'un livre.

Rien n'est plus variable que le lobule accessoire. Il peut même manquer, quand il existe, il est parfois réduit à un ou deux petits grains glandulaires; parfois plus volumineux, il occupe toute l'étendue de la surface massétéline le long du canal de Stenon. Entre ces deux formes existent tous les intermédiaires. Les variations de son volume et de sa situation expliquent les variations de ses rapports avec le nerf facial. Ses rameaux recouvrent le lobe dans certains cas, dans d'autres ils sont recouverts par lui.

La description que nous venons de donner de la parotide ainsi clivée en deux lobes par le facial n'apparaît pas aussi schématiquement sur tous les sujets. Il est parfois nécessaire d'employer l'hydrotomie ou la macération dans une solution de formol faible qui, en durcissant le tissu conjonctif, rend plus évident le plan de clivage.

Dans la partie antérieure de la glande, c'est-à-dire après la division du tronc en rameaux, ce plan de clivage est toujours évident. Dans la partie postérieure, il peut devenir moins net, comme si les deux lobes de la glande s'étaient peu à peu pénétrés et intriqués. Il faut alors un léger artifice de dissection pour arriver à les séparer.

L'étude du fœtus, l'anatomie comparée vont nous permettre d'expliquer des rapports réciproques du nerf facial et de la glande parotide.

a) Chez le fœtus de 8 centimètres, la parotide est encore très petite et à peine ébauchée. Elle apparaît sur des coupes frontales sous forme de tubes sans lumière pour la plupart et isolés les uns des autres. La glande n'a pas encore atteint la région qu'elle occupera à la naissance; elle s'étale à la surface du masséter et du maxillaire inférieur sans dépasser son bord postérieur. En dedans d'elle et contre le muscle, on voit la coupe des rameaux du nerf facial qui, à cette époque, est franchement sous-glandulaire et nullement englobé dans la parotide.

Plus tard, la glande a pris des proportions notables. Elle est arrivée jusqu'à la loge parotidienne et commence à s'y enfoncer. La dissection permet alors de constater que le nerf facial a déjà commencé à se laisser envelopper par le tissu glandulaire.

La coupe que nous figurons ici a été faite sur un fœtus de six à sept mois. Elle est vertico-transversale. On y voit très nettement les lobules glandulaires, commençant à « enjambrer » les rameaux du facial pour s'engager au-dessous du condyle de la mâchoire dans le fond de la région parotidienne. La carotide externe et sa veine sont encore tout à fait sous-glandulaire.

b) Chez le cobaye, le nerf facial est entièrement sous-parotidien. Sorti du tronc stylo-mastoïdien, il décrit une courbe concave en haut assez prononcée avant de croiser la branche montante du

maxillaire, très fortement concave en arrière et débordée par le



Fig. 2. — Coupe vertico-transversale de la région parotidienne chez un fœtus de six mois environ. — (1) Condyle temporal séparé de (3) condyle de la mâchoire inférieure par la cavité articulaire et le ménisque (2). La glande parotide (4) confine en dedans à l'artère carotide (5) et à la veine (6) et l'on voit des lobules glandulaires qui commencent à pousser vers le fond de la loge parotidienne en passant au-dessus puis en dedans du nerf facial et de ses divisions (7).

volumineux ptérygoïdien interne. La glande a peu de place pour

s'enfoncer vers la styloïde. Elle reste superficielle. Très longue, elle circonscrit l'angle de la mâchoire dans une courbe concave en avant.

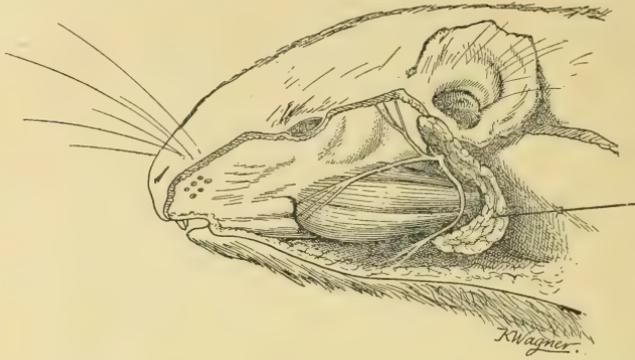


Fig. 3. — Demi-schématique. *Cobaye*. — Le facial est entièrement sous-parotidien, la glande allongée fait le tour de l'angle de la mâchoire. Elle n'envoie pas de prolongement en dedans du facial.

Le nerf facial se divise en des branches au-dessous d'elle et peut facilement être séparé de la glande.

c) Chez le lapin, le maxillaire est beaucoup moins saillant en

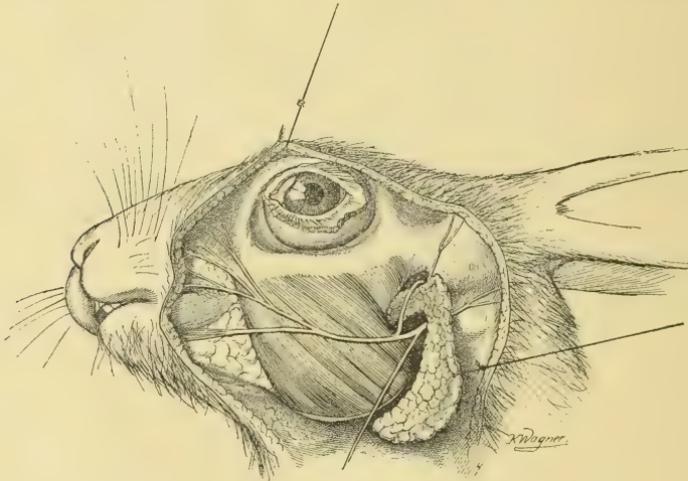


Fig. 4. — Demi-schématique. *Lapin*. — Chez cet animal la glande entoure le tronc du facial par-dessus lequel elle envoie un prolongement qui pénètre en dedans du maxillaire vers le pharynx.

arrière. Le facial se dirige presque horizontal vers la face externe du masséter. La glande parotidie le recouvre sans se laisser pénétrer par lui. Il est sous-parotidien. Mais entre le nerf et l'arcade

zygomatique, la glande envoie un prolongement qui tend à s'engager dans la profondeur en dedans de la branche montante du maxillaire. Ainsi la glande parotide présente assez bien la forme d'une volumineuse virgule dont la grosse extrémité serait en bas et dont la queue fortement recourbée vient s'accrocher sur le nerf facial, en arrière de sa division. Le tronc du nerf se trouve donc aussi en partie englobé dans l'extrémité supérieure de la glande paro-

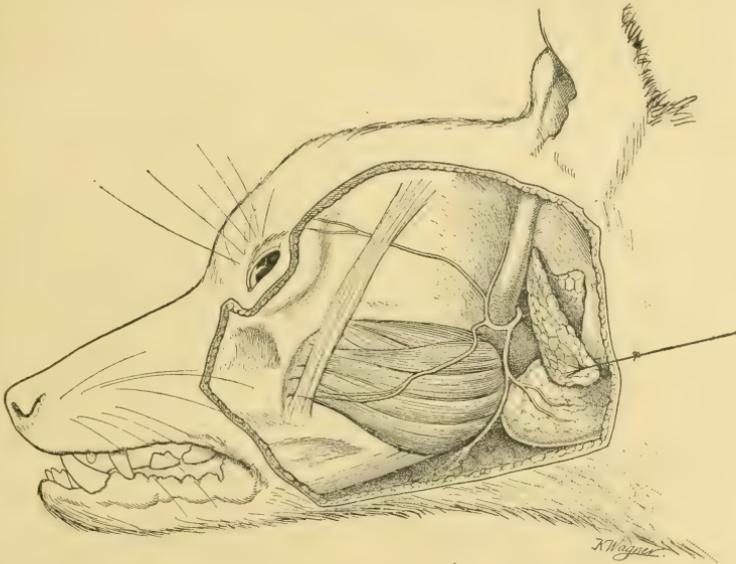


Fig. 5. — Demi-schématique. *Chien*. — Chez ce chien, la glande parotide était superficielle et n'envoyait pas de prolongement en dedans du nerf facial que l'on voit contourner le long conduit cartilagineux de l'oreille externe.

tide. Nous avons vu l'anastomose du facial à l'auriculo-temporal passer tantôt au-dessus, tantôt au-dessous de l'extrémité supérieur de la glande.

d) Chez le chien, la disposition de la glande parotide est sensiblement la même. Elle est relativement très petite en égard aux dimensions de la volumineuse glande sous-maxillaire. Elle forme une petite masse allongée de haut en bas, en arrière de la branche montante de la mâchoire, en dedans de laquelle elle n'envoie aucun prolongement. Le facial est entièrement sous-parotidien et c'est seulement en avant au bord antérieur de la glande parotide qu'il donne ses branches de division. Chez certains chiens, on voit l'ex-

trémité supérieure de la glande s'incurver en dedans et en bas et tendre à s'engager dans la profondeur au-dessous du long conduit cartilagineux de l'oreille externe. Cette disposition rappelle un peu la crosse si prononcée que fait la glande par-dessus le facial chez certains animaux comme le lapin ou mieux encore le singe.

Chez cet animal, en effet, la disposition du facial par rapport à la

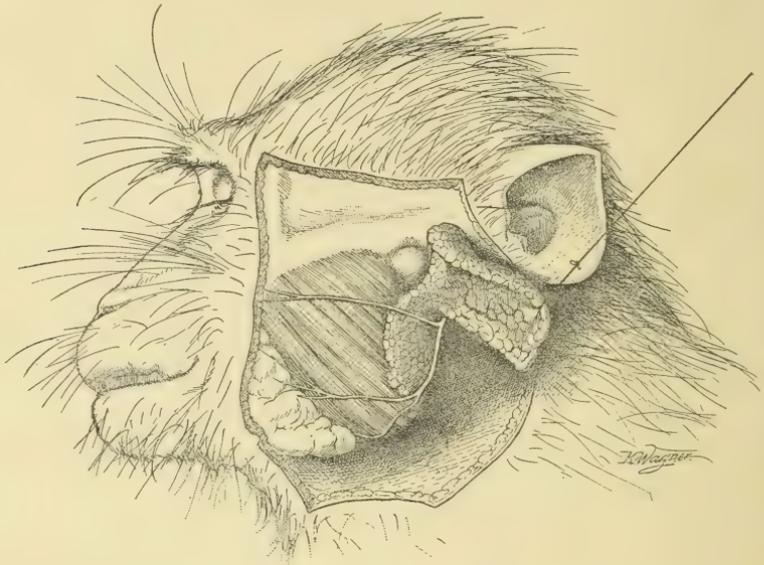


Fig. 6. — Demi-schématique. *Singe*. — La glande parotide est nettement clivée en deux plans par le facial. Le lobe superficiel a été érigé et tiré en dehors et en arrière. Le lobe profond et le nerf facial sont restés en place.

glande parotide rappelle schématiquement ce qu'elle est chez l'homme.

La glande forme une masse située au niveau de l'espace sterno-mandibulaire. Elle est allongée de haut en bas et s'étend depuis le zygoma jusqu'au niveau du bord inférieur de la mâchoire. Au-dessous de son bord antérieur, on voit émerger les branches du nerf facial se rendant aux muscles de la face. Vient-on à suivre ces rameaux vers leur tronc, on clive la masse parotidienne en deux lobes. L'un superficiel très volumineux, l'autre profond beaucoup plus petit. Celui-ci se continue par son extrémité supérieure avec l'extrémité supérieure du précédent; en sorte qu'il semble

avoir enjambé le nerf facial pour gagner le fond de la loge parotidienne. Le nerf et sa division se trouvent ainsi placés entre les deux parties de la glande. C'est en somme la disposition que nous avons vue chez certains chiens, chez le lapin, mais à un degré plus accentué; le lobe profond ayant pris des proportions plus grandes.

Le canal de Stenon naît par deux troncs, l'un du lobe superficiel, l'autre du lobe profond de la glande. Ce dernier émerge de la glande en dedans du nerf, puis passe au-dessus les branches du facial pour s'unir au précédent. Cette disposition vient encore confirmer cette inflexion de la glande au-dessus du nerf.

Ces constatations permettent de comprendre le clivage de la glande chez l'homme. La glande née par évagination de la muqueuse latérale de la bouche gagne peu à peu le bord postérieur de la branche montante du maxillaire. Elle est d'abord superficielle recouvrant le facial sans l'englober, puis un prolongement né de son extrémité supérieure s'enfonce par-dessus le nerf dans la profondeur de l'espace sterno-mandibulaire où elle se creuse une loge, mais le prolongement vient butter contre la face inférieure du crâne et ne pouvant se développer en haut, redescend en dedans du nerf. Celui-ci se trouve dès lors entouré et paraît traverser de part en part le parenchyme même de la glande parotide.

Pour si nette qu'elle soit, nous n'oserions tirer de cette disposition une déduction pratique. Si l'anatomiste peut découvrir le plan de clivage et enlever la glande en deux parties sans intéresser le nerf, le chirurgien qui se trouve en présence d'une tumeur maligne par exemple, ne pourra, je crois, en concevoir l'espérance d'extirper la glande sans léser le facial.

DESCRIPTION D'UN EMBRYON HUMAIN DE 0^{MM}.9

(Travail du Laboratoire d'Histologie et d'Embryologie
de la Faculté de Médecine de Lille.)

Par A. DEBEYRE

INTRODUCTION

De date relativement récente, la science qui s'occupe du développement de l'embryon a réalisé en peu d'années de très sérieux progrès, en ce qui concerne les Mammifères. Les observations directes ont permis d'obtenir, dans certains groupes, une série ininterrompue de documents embryologiques : grâce à l'expérimentation, on a même pu suivre les phases successives du développement de l'œuf, dans tous ses détails, depuis la fécondation de l'ovule. Une lumière très vive a été jetée sur les obscurités des premiers développements par les travaux comparatifs de Selenka, de Keibel, sur les *Singes* et par ceux de Hubrecht sur *Tarsius spectrum*.

Mais, chez la Femme, l'expérimentation n'est pas possible et il a fallu se contenter des très rares sujets d'observation recueillis au hasard des autopsies, des avortements ou des opérations. Aussi, l'on conçoit combien la série de ces pièces est restée incomplète. La Normentafel de M. Keibel a bien apporté à la description des embryons une aide considérable, mais il n'a été donné encore à personne d'observer les tout premiers stades qui suivent la fécondation. On en est réduit, à ce sujet, aux hypothèses ou aux comparaisons et l'on reste encore bien éloigné d'une solution qui soit satisfaisante jusqu'aux moindres détails.

Quelle est la cause de cette situation? Elle résulte de la difficulté que l'on éprouve à se procurer des œufs humains des premiers septénaires. La plupart des jeunes stades examinés proviennent

d'œufs expulsés, c'est-à-dire anormaux ou altérés d'une manière considérable et qui ne sauraient toujours être employés d'une façon utile pour des recherches précises.

Observer le développement dans tous ses détails est presque impossible et il n'y faut pas encore songer; mais trouver par hasard un œuf, non altéré, *in situ*, présente un intérêt considérable pour le chercheur. Ce sont ces œufs-là qui ont surtout retenu l'attention des observateurs.

Nous avons eu tout récemment la bonne fortune de pouvoir observer un embryon humain très jeune, considéré d'après des données spéciales comme un œuf de dix jours. Les circonstances dans lesquelles l'œuf a été découvert ont permis à notre ami M. Gérard de le fixer frais et de l'apporter dans le liquide de Zenker, au laboratoire de M. le professeur Laguesse. — Une femme de trente ans environ venait d'être opérée à la Clinique chirurgicale de M. le professeur Lambret pour annexite : d'un côté, l'ovaire était à peu près sain. L'utérus enlevé fut sectionné en deux parties et, sur le fond, on aperçut alors un petit kyste de 8 mm. 5 de diamètre et de 2 à 3 millimètres de saillie; de forme générale ovoïde, ce kyste offrait une surface presque lisse, très légèrement tomenteuse, sans trace d'ouverture ni de plis. — Par bonheur, personne ne fut tenté de piquer la paroi du kyste comme cela se pratique assez communément, par curiosité réflexe ou sous le prétexte fallacieux de connaître la nature ou la couleur du liquide renfermé, et c'est entouré de soins éclairés que le petit kyste nous parvint. Inclus dans la paraffine, la petite tumeur fut coupée en série, perpendiculairement à son grand axe. Dès les premières coupes, par la présence des villosités choriales on acquit la conviction qu'il s'agissait non d'un kyste simple, mais d'un œuf aux premiers stades du développement.

L'objet devenait très précieux et, dès lors, il était indispensable de s'appliquer à couper l'œuf en série continue; cette façon de procéder, la seule fructueuse à tous égards, nous permettrait à coup sûr de découvrir l'embryon (s'il existait) dans l'intérieur de l'œuf et de le microtomer régulièrement. M. Laguesse voulut bien nous confier l'importante mission qui devait nous mener à

poursuivre d'intéressantes observations sur ce jeune stade.

L'œuf de Hubert Peters, dont un compte rendu fut publié en 1899, représentait définitivement le plus jeune stade connu. Un spécimen décrit par Léopold, en 1906, apparaît certainement plus jeune que celui de Peters, mais l'œuf ne renferme pas de rudiment embryonnaire et il doit être considéré comme pathologique. D'autre part, les œufs décrits par Beneke, Jung et G. von Spee, pour ne citer que ceux-là, ont beaucoup étendu le champ de nos connaissances et ont servi à montrer combien les premiers stades du développement chez l'Homme diffèrent matériellement de ceux observés chez les Mammifères.

Enfin, l'œuf de Bryce et de Teacher, le plus jeune connu actuellement, nous a révélé un type primitif; toutefois, ce stade n'a pas toute la valeur qu'on pourrait lui attribuer à première vue : aux ébauches annio-embryonnaire et ombilicale, on ne saurait attacher toute l'importance qu'on serait tenté de leur donner, car elles sont singulièrement endommagées, dans la pièce originale.

Quoi qu'il en soit, de grandes lacunes subsistent encore dans la série des développements et, avant qu'elles soient comblées, il faudra pouvoir suivre l'ovule à partir du moment de la fécondation. Tâche difficile s'il en est; et pourtant que de travaux nouveaux parus coup sur coup dans ces dernières années! Il est une remarque que nous pouvons faire, c'est que si le nombre des observations est devenu plus considérable, nous le devons à la quantité d'interventions chirurgicales pratiquées depuis quelques années sur les organes génitaux de la femme. Il suffit, pour s'en convaincre, de consulter la liste des œufs observés dans de bonnes conditions et nous ne parlons ici que des stades excessivement jeunes. Si la mort crée de la vie, l'ablation d'un organe malade, aussi important que l'utérus, peut être compensée, au point de vue général, par la découverte, dans l'intimité de ses tissus, de stades de développement qui permettent un pas en avant dans la voie de la vérité embryologique. Aussi peut-on constater que le bon matériel d'étude, celui qui convient le mieux aux recherches précises, provient d'opérations pratiquées sur l'utérus et ses annexes (curetages, hystérectomies totale ou subtotale). Dans tous ces cas, les

embryons sont parfois si frais et si bien fixés que l'on peut observer sur les préparations tous les stades de la caryocinèse. C'est le cas de l'embryon qui fait l'objet de notre étude.

Colorées sur lames par l'hémalum et pour quelques-unes par l'hématoxyline au fer, les coupes nous ont facilité la reconstruction partielle de l'œuf et des villosités et la reconstruction totale en cire de l'embryon.

L'épaisseur des coupes en série est de 10 μ .

Pour nos reconstructions, absolument indispensables en certains points pour la compréhension des diverses parties de l'embryon, nous nous sommes servi de plaques dont l'épaisseur atteignait un millimètre.

Un assez grand nombre de planches ou de dessins exécutés à la chambre claire, au microscope ou à la loupe montreront tous les détails particuliers de notre observation et feront mieux comprendre le texte.

Nous allons d'abord étudier l'anatomie essentielle de l'embryon proprement dit dans chacune de ses parties et la constitution des annexes et de l'œuf dans son ensemble. Nous essayerons de déterminer l'âge exact du stade observé et ensuite, dans un tableau d'ensemble, dressé suivant le type de la Normentafel du professeur Keibel, nous allons résumer les caractères généraux de notre embryon. Dans ce tableau, nous donnerons, en outre, toutes les mensurations que nous avons dû prendre et que l'on trouvera énoncées dans le texte; pour les classifications générales, elles pourront servir de termes de comparaison et on les aura ainsi facilement sous les yeux.

I

L'EMBRYON

L'examen des coupes sériées nous révèle la présence d'une cavité kystique au sein du derme de la muqueuse utérine. D'un volume relativement considérable, cette cavité, à un faible grossissement, paraît d'abord vide; en réalité, elle renferme une

substance albuminoïde coagulée sous l'influence des réactifs fixateurs et même, sur un nombre de coupes restreint, on peut apercevoir, à l'intérieur de la cavité, un rudiment embryonnaire; elle est limitée de tous côtés par une paroi (paroi propre de l'œuf) qui se hérissé de prolongements vilieux réunis entre eux à leur extrémité distale, et comme mastiqués dans une enveloppe commune (fig. 2, pl. VI). L'ensemble constitue l'œuf, c'est-à-dire une vésicule de forme lenticulaire ou ovoïde, suivant la série des coupes examinées, encastrée dans l'épaisseur de la muqueuse, — vésicule choriale doublée intérieurement, dans toute son étendue, d'une couche mésodermique qui pénètre dans les villosités. Quant à la grande cavité qui règne entre le chorion et l'embryon, elle n'est autre que le coelome extra-embryonnaire ou cavité de l'œuf.

Logé dans un épaissement mésodermique du chorion, l'embryon se rattache par un pédicule à la face profonde de cette annexe, contre cette partie que nous appellerons plus tard la paroi dorsale de la vésicule choriale; il résulte de cette disposition que le rudiment embryonnaire n'occupe pas le centre de la cavité coelomique, mais qu'il se trouve situé en bordure, rejeté latéralement contre la portion la plus profonde du derme de la muqueuse dédoublé par la pénétration de l'ovule fécondé. Son volume semble tout petit si on le compare à celui de l'ensemble; et l'on se rendra bien compte des dimensions respectives de l'œuf et de l'embryon qui s'y enchâsse, quand nous aurons fait observer que l'œuf mesure en :

Longueur : 7 mm. 5;

Largeur : 4 mm.;

Hauteur : 12 mm. environ ¹;

et l'embryon, dans son ensemble (c'est-à-dire avec sa vésicule ombilicale) :

une longueur de 0 mm. 9 (crânio-caudale);

une largeur de 0 mm. 6 (diamètre bilatéral);

et une hauteur (c'est-à-dire un diamètre dorso-ventral) de 0 mm. 9.

1. Nous appelons hauteur la plus grande dimension qui se trouvait ici perpendiculaire au plan de section.

L'embryon proprement dit est représenté sur les coupes par un épaississement, en forme de raquette, du feuillet externe. Cette plaque embryonnaire, comme on peut le remarquer dans la figure 3 de la planche VIII, se compose d'une seule assise de cellules épithéliales cylindriques qui apparaîtrait plus régulière si la coupe était plus mince (10 μ); les noyaux disposés à diverses hauteurs donnent à l'ensemble de la coupe l'apparence d'un épithélium stratifié; on note la présence de nombreuses figures de caryocinèse; nous trouvons des éléments cellulaires en voie de préparation ou en voie de division, et l'on observe (fig. 2, pl. III) des stades de la plaque équatoriale et du tonnelet. Cette plaque ectodermique n'est pas syncytiale, les limites cellulaires apparaissent assez nettes; si nous examinons la forme et les dimensions de ces cellules épithéliales, nous constatons qu'il s'agit de cellules hautes, de la variété prismatique, leur hauteur ne varie guère et l'épaisseur de l'ectoderme embryonnaire assez uniforme atteint à peine 45 μ .

Sa forme générale change suivant les régions considérées. Les sections transversales, perpendiculaires au grand axe de l'embryon, passant au niveau de l'extrémité crâniale, nous montrent la coupe d'un bouclier assez régulièrement convexe. Plus loin, au contraire, vers la région moyenne et surtout vers l'extrémité caudale, un sillon profond partage cette convexité dorsale en deux parties inégales. Seule, la reconstruction en cire nous permettra de bien étudier la configuration extérieure de l'embryon: elle nous montre que le champ embryonnaire se délimite nettement des régions avoisinantes: dans son ensemble, c'est un bouclier oblong dont la circonférence paraît ovoïde. Sur la reconstruction il mesure 8 cm. 5 de longueur, 5 cm. 6 de largeur et 2 cm. 9 de flèche, ce qui, en millimètres, nous donne pour les dimensions réelles, grandeur nature:

$$0 \text{ mm. } 85 \times 0 \text{ mm. } 56 \times 0 \text{ mm. } 29.$$

Dans l'œuf de Von Spee (*V. H.*), le bouclier ovalaire mesure 0 mm. 37 \times 0 mm. 23: il apparaît beaucoup plus petit que celui de l'œuf *Gle* du même auteur.

Celui de Beneke qui, d'après les coupes, compte 0 mm. 75 de longueur n'a que 0 mm. 3 de largeur.

Le bouclier atteint déjà 4 mm. 17 de longueur et 0 mm. 6 de largeur, sur l'embryon de Keibel-Frassi.

Notre embryon ne présente pas encore, comme celui de D'Eternod (assez voisin du nôtre pourtant, puisque l'œuf compte 10 mm. de longueur), une légère torsion spiraloïde sur son axe. Il n'est pas davantage étiré en fuseau, comme celui de Beneke; mais comme l'embryon V. H. de von Spee, il offre une torsion générale suivant son grand axe et, pour cette raison, une asymétrie caractéristique. Au stade que nous observons, nous ne trouvons encore aucune trace des trois courbures dorsales principales qui apparaissent un peu plus tard et que D'Eternod a signalées notamment dans son œuf de 10 millimètres. Notre embryon se trouve à un stade très jeune et sur sa face dorsale, pas plus d'ailleurs que sur les coupes, nous n'observons de fourchette neurale, ni de blastopore, ni de canal neurentérique perforé de part en part comme dans l'œuf plus âgé de von Spee (*Gle*), ou comme dans celui de D'Eternod. Nous n'apercevons pas davantage les premiers rudiments du sillon médullaire; mais à peu de distance de l'extrémité crâniale nous voyons apparaître, sur la face dorsale convexe de l'embryon, un sillon qui se creuse de plus en plus, au fur et à mesure qu'il se rapproche de l'extrémité caudale : c'est le sillon primitif accompagnant la ligne primitive. Cette ligne empiète sur la portion crâniale de l'embryon et son étendue paraît relativement grande : elle mesure 0 mm. 54. Dans l'embryon de Frassi, la longueur égale 0 mm. 5; dans celui de Beneke, une ligne primitive droite, peu étendue, couvre à peine le tiers de la surface (0 mm. 25), et partage le bouclier en deux régions, droite et gauche, inégales, asymétriques.

Au stade que nous observons, la ligne primitive sépare l'écusson embryonnaire en deux parties bien distinctes, surtout dans la région caudale : l'une, la gauche, plus longue de deux centimètres sur le modèle en cire, offre un diamètre transversal de un centimètre et demi; l'autre, la droite, courte et large, présente un diamètre presque double du premier, soit trois centimètres et demi. Régulièrement incurvée et convexe à gauche, la ligne primitive, prolongée par la pensée, tombe perpendiculairement sur le

bord amniotique droit, à deux centimètres à peu près de l'union caudale de ce bord avec le symétrique gauche : rigoureusement rectiligne sur l'embryon de Beneke, elle ne présente encore aucune inflexion; sur les embryons D'Eternod et de Frassi, elle s'incurve en forme d'S ou se dispose à angle droit sur la portion caudale de l'ectoderme embryonnaire.

A son extrémité postérieure, comme dans l'embryon de Keibel-Frassi (1907), se trouve l'ébauche d'une membrane cloacale, très probablement au moins (bien que nous ne puissions le vérifier directement sur les coupes), puisque en ce point sur la reconstitution (coupe longitudinale) on voit l'ectoderme s'accoler étroitement de nouveau au feuillet sous-jacent (fig. 4, pl. VII), mais à son extrémité antérieure ou crâniale, nous ne voyons pas l'indice d'un canal neurentérique : nous avons pu nous en assurer par l'examen attentif des coupes et la reconstruction graphique de celles qui passent par la région où devrait exister le canal. Aussi nous semble-t-il que le canal neurentérique, s'il représente la cavité gastruléenne primitive, n'apparaît que d'une façon tardive et secondaire. Si l'on appelle gastrulation le processus par lequel prennent naissance les deux feuillets primordiaux, le canal neurentérique apparaît ici quand l'ectoderme et l'endoderme sont déjà bien différenciés et la ligne primitive existe dans toute sa netteté quand le canal fait encore défaut. Il semble bien que le canal neurentérique qui paraît plus tard, comme dans les exemples de Frassi et de Von Spee, est une formation secondaire.

Toutefois, dans nos premières observations, persuadé que nous devions trouver le canal et le cherchant avec obstination, nous avons fini par découvrir en un point de la ligne primitive, au fond du sillon, un canal virtuel allant de l'ectoderme vers l'endoderme sans atteindre celui-ci, ou mieux, dans l'épaisseur de l'ectoderme, une fissure tout à fait semblable à celle que Beneke représente dans les figures 32 et 33 (pl. VII). Mais ce qu'il y a de plus étonnant, c'est que nous avons renoncé à assimiler cette fissure peu nette à un rudiment de canal, quand, en traduisant le magnifique exposé que Beneke a fait de son embryon et en consultant ses planches qui représentent toutes les coupes de l'embryon, nous

nous sommes aperçu que Beneke avait eu la même illusion. L'image que nous avons observée, se trouve également un peu en deçà de la région initiale (crâniale) de la ligne primitive, le long de cette ligne, exactement en cette région où elle est figurée par Beneke; pour ceux que la question pourrait intéresser, nous ne pouvons mieux faire que de les renvoyer aux figures de l'atlas de Beneke, l'aspect est tout à fait le même que celui que nous avons observé. S'agit-il, dans ce cas, du canal neurentérique? Nous en doutons beaucoup. Dans tous les cas, ce ne serait que sa toute primitive ébauche.

Quoi qu'il en soit, à la base du bouclier court une rigole peu profonde, faisant tout le tour de l'embryon et bordée en dehors par les parois amniotiques qui montent peu à peu au-dessus de l'embryon, le recouvrent et le dissimulent à nos yeux, comme dans la figure 3 de la planche VI où la calotte amniotique est vue par sa face dorsale convexe. Par sa circonférence inférieure, l'embryon semble se continuer directement avec la paroi de la vésicule ombilicale appendue à sa face ventrale. Si nous supprimons le feuillet amniotique (fig. 4. pl. VI) nous voyons une cavité qui sépare de l'amnios la plaque embryonnaire.

Par suite de l'incurvation et de la torsion de l'embryon, on note la présence de deux protubérances caudales, saillantes, bien apparentes sur le dessin d'ensemble établi d'après la reconstruction en cire (fig. 4), mais inégales et asymétriques, comme nous l'avons déjà dit.

Nos reconstructions sont normales, car, en les comparant à celles d'Eternod (1894) (du premier œuf humain dont ait fait la reconstruction graphique et plastique complètes), ou à celles de V. Spee ou de Beneke, nous avons la satisfaction de constater qu'elles viennent corroborer leurs observations tout en apportant à la documentation embryologique des faits nouveaux.

Notre embryon a été débité en coupes séries orientées tangentiellement à la surface de l'amnios; aussi, pour prendre une notion exacte de la ligne primitive, avons-nous été dans l'obligation de construire en cire deux nouveaux modèles de l'embryon; que nous avons montrés avec l'ensemble des coupes à la *Réunion de*

L'Association des Anatomistes à Rennes. Dans chacune des reconstructions ainsi établies, nous avons pratiqué une section totale divisant l'embryon en deux parties. Dans l'une, la surface de section a suivi le grand axe de l'embryon, passant exactement par la ligne primitive dont nous nous sommes efforcé de suivre l'incurvation générale; dans l'autre, le plan de section, perpendiculaire au plan axial, passe assez rigoureusement au niveau de la partie moyenne de l'embryon.

Dans la Normentafel de Keibel, la figure 3 du texte montre une coupe à travers l'ébauche embryonnaire, l'amnios et le sac vitellin : la coupe a intéressé méthodiquement la région de la ligne primitive et l'on voit l'union de l'ectoderme et de l'endoderme.

Bien que notre embryon soit coupé tangentiellement, son incurvation est assez marquée pour que certaines sections puissent prendre l'aspect de coupes transversales sur les parties déclives : c'est ainsi que la portion caudale de la coupe représentée dans la planche VIII, figure 1, se montre intéressée transversalement. Un sillon bien accusé sépare les deux protubérances caudales et l'ectoderme invaginé forme les lèvres de la dépression. Au fond de ce sillon, le feuillet externe paraît uni à l'endoderme par un amas de cellules mésodermiques qui s'insinuent latéralement entre les deux feuillets primordiaux du blastoderme. Cet aspect mérite de retenir notre attention, car, à ce niveau seul, la ligne primitive apparaît coupée transversalement.

Pour connaître exactement les rapports des feuillets au niveau de la ligne primitive, nous allons examiner les reconstructions en cire que nous avons faites.

Dans la section transversale (pl. VII, fig. 2) on aperçoit sous l'amnios et en continuité avec lui vers la gauche de la figure, l'ectoderme assez épais, surtout à droite. Intimement unie à l'ectoderme dans la région moyenne et au-dessous de lui, se trouve la paroi de la vésicule ombilicale, constituée par l'endoderme et le mésoderme accolés. C'est artificiellement que le mésoderme s'est détaché de l'ectoderme, dans les préparations, il s'agit d'une rétraction des tissus, produite par les liquides fixateurs, signalée déjà par d'autres observateurs et que l'on retrouve d'une façon cons-

tante, même sur des embryons très bien fixés. La cavité que l'on aperçoit entre la paroi de la vésicule ombilicale et l'ectoderme n'existe pas par conséquent dans la réalité. Le tissu mésodermique non fissuré s'étend encore dans l'espace qui sépare l'ectoderme de l'endoderme, réunissant ces deux feuilletts l'un à l'autre ; il n'y a pas encore trace de coelome intra-embryonnaire.

Tout le long de la ligne primitive ou à son niveau, on remarquera l'union intime qui existe entre les feuilletts.

Dans la planche VII (fig. 1, section longitudinale), les aspects sont à peu près les mêmes. L'ectoderme apparaît plus épais, les deux petites cavités creusées entre la paroi de la vésicule ombilicale et l'ectoderme existent ici aussi artificielles ; nous faisons observer l'étendue de la ligne primitive et la zone de confluence des feuilletts. Vers la droite, on aperçoit le prolongement allantoïdien qui chemine dans le pédicule abdominal : la cavité amniotique se dilate, se renfle au voisinage du pédicule et l'on voit l'excavation qu'elle creuse dans la partie antérieure de ce pédicule.

Par sa face dorsale, l'embryon se met en rapport avec une cavité close de toutes parts ; par sa face ventrale, il se continue avec la vésicule ombilicale qui a déjà donné naissance au prolongement allantoïdien.

La plaque embryonnaire ectodermique se trouve en relation directe avec la vésicule endodermique tout le long de la ligne primitive, mais partout ailleurs elle en reste séparée par une couche mésodermique en continuité avec le chorion, même au niveau de l'extrémité crâniale. Dans nos premières observations, nous avons fait quelques restrictions au sujet de la présence du mésoderme en cette région : actuellement, nous sommes en mesure d'affirmer que le mésoderme existe aussi au niveau de la partie crâniale. La présence de cette troisième couche, mésodermique, séparant partout l'ectoderme de l'endoderme, avait déjà fait supposer à V. Spee que chez l'embryon humain, à un stade donné, la ligne primitive se prolonge jusqu'au voisinage de l'extrémité crâniale de la tache embryonnaire.

Sur l'ébauche embryonnaire, il n'y a pas encore de vaisseaux ; nous verrons que nous trouvons déjà des germes vasculaires san-

guins au pôle distal de la vésicule ombilicale et dans le pédicule abdominal et, d'autre part, des cavités vasculaires dans le chorion qui confine au coelome extra-embryonnaire.

Nous ne trouvons pas encore la grande veine signalée par Eternod et qui enveloppe l'embryon; s'il n'y a rien qui rappelle l'apparition des ébauches cardiaques, nous avons observé pourtant vers l'extrémité crâniale, dans l'épaisseur du mésoderme, un groupement cellulaire qui pourrait figurer les toutes premières formations cardiaques, mais nous ne saurions l'affirmer, bien que nous fussions dans la région exacte où le cœur apparaîtra tout d'abord.

Les protovertèbres ne se dessinent pas encore. Mais comme le cœur, comme le sillon médullaire, elles ne tarderont pas à faire leur apparition, puisque sur des embryons de quatorze à seize jours, mesurant de 1 mm. 5 à 2 mm. 5 de longueur, les crêtes médullaires se sont déjà soulevées, le cœur et un certain nombre de protovertèbres deviennent visibles.

Ainsi, sur notre embryon, il n'y a pas encore trace de formation neurale et déjà la vésicule ombilicale, l'amnios et l'allantoïde sont différenciés. La vésicule ombilicale offre même un volume relativement considérable, si on la compare à celui de l'embryon.

En étudiant successivement les annexes, nous aurons l'occasion de reviser méthodiquement les plus jeunes œufs humains connus jusqu'à ce jour et de les comparer avec soin à celui que nous possédons.

Toutefois, avant de terminer ce chapitre, nous devons rapprocher l'examen de nos coupes de l'observation de Beneke. Notre embryon, sur toutes les coupes, possède une face dorsale convexe; celui de Beneke, au contraire, se ressent encore de l'état primitif, il est concave et forme tout simplement le plancher de la vésicule amnio-embryonnaire. Sur les premières coupes, son épaisseur est beaucoup plus grande que celle du plafond ou feuillet amniotique; mais sur les dernières et à partir de la coupe 50, il y a peu de différence d'épaisseur entre le plancher, le plafond et les parties latérales. La vésicule amnio-embryonnaire présente une structure uniforme et sur tout son pourtour un épithélium prismatique haut constitue ses parois.

D'autre part, sur l'embryon de Beneke, dont l'orientation des coupes semble parfaite, la région de la ligne primitive mérite de retenir tout spécialement notre attention. Sur les coupes 30, 31, 32, 33 et 34 qui intéressent transversalement la ligne primitive, on voit, entre l'ectoderme épaissi localement et le feuillet interne, s'insinuer deux expansions cellulaires.

Chez la Lapine, comme chez le Poulet (Pouchet et Tourneux), c'est l'ectoderme qui donne naissance par sa face profonde au feuillet intermédiaire; dans toute la longueur de la ligne primitive l'endoderme et l'ectoderme sont nettement distincts l'un de l'autre et « le mésoderme provient manifestement de la voûte ectodermique, ainsi que le démontrent les coupes transversales de la ligne primitive sur l'aire germinative du Poulet (fig. 51, Tourneux) et sur la tache embryonnaire du Lapin ».

Sur l'embryon humain de Beneke, au point de contact de l'ectoderme et de l'endoderme, on voit se détacher les cellules mésodermiques; sur la coupe 34 surtout, un feuillet intermédiaire semble bien constitué et intercalé entre l'ectoderme et l'endoderme, mais la provenance endodermique du mésoderme paraît devoir être invoquée ici, bien plus que sa provenance ectodermique; il est frappant de voir combien les éléments mésodermiques paraissent en rapport intime avec l'endoderme.

Si nous n'examinions que les coupes tangentielles de notre embryon, nous serions amené à croire à l'existence d'une provenance ectodermique du mésoderme, mais nous savons combien les images tangentielles peuvent induire en erreur. La direction générale de nos coupes ne nous permet pas de prendre position dans le débat; toutefois, nous remarquons, dans nos figures, comme dans celles de Von Spee, en quelle dépendance étroite, vis-à-vis de l'endoderme, paraissent les cellules mésodermiques intra-embryonnaires. Nous avons tenu à signaler les quelques réflexions que nous ont suggérées l'examen de nos coupes et aussi de celles de Beneke ou d'autres observateurs; toutefois, nous pensons, comme M. le professeur Tourneux, que la différenciation des cellules mésodermiques, surtout chez l'Homme, est très précoce et contemporaine du stade blastula : le développement déjà considérable du coelome

extra-embryonnaire et du mésoderme chorial semble nous le prouver d'une manière surabondante.

II

L'AMNIOS

L'apparition de l'amnios est très précoce, puisque dans notre œuf nous trouvons cette annexe hautement différenciée : elle constitue déjà une cavité complètement close, régulière, asymétrique même comme l'embryon. Nous n'observons pas le canal amniotique vu dans l'œuf de Beneke, ni l'apparence d'un amnios ouvert comme celui signalé dans l'œuf pathologique de Mall. Dans les œufs de Spee et de Frassi, dans ceux plus jeunes de Peters et de Bryce-Teacher, par exemple, l'amnios se présentait également déjà comme une vésicule close. Aussi pensons-nous comme Keibel que l'amnios apparaît fermé dès le début et que c'est là sa situation primitive.

Dans l'œuf très jeune de Peters, on aperçoit déjà deux vésicules fermées : l'une endodermique ou future vésicule ombilicale, l'autre amnio-embryonnaire ou ectodermique. Dans l'œuf plus jeune de Bryce-Teacher on voit aussi deux vésicules, mais il est regrettable qu'elles soient si endommagées et l'amnio-embryonnaire déchirée et affaissée. Le toit de l'amnios s'accôle intimement d'abord et sur toute son étendue au chorion, qui le recouvre et fait corps avec lui : c'est ainsi que nous l'étudions dans l'œuf de Peters. Ses parois sont, à l'origine, uniformément épaisses, ce n'est que secondairement que la calotte amniotique s'amincit, et se détache ensuite du chorion par une sorte de délamination, en emportant avec elle un feuillet de mésoderme. Cet amincissement commence d'abord par le sommet de la calotte et gagne peu à peu le bord inférieur. La séparation de l'amnios du chorion n'est jamais totale; un pont de tissu mésodermique continue à rattacher au chorion l'extrémité postérieure de l'embryon.

Dans l'œuf de Peters, la lamelle amniotique ne s'est pas encore

séparée du chorion et nous observons déjà une cavité dont le plafond aminci se compose d'une seule rangée de cellules ectodermiques à noyaux bâtonoïdes. Dans l'œuf de Bryce, la vésicule amnio-embryonnaire, à un stade plus jeune, présentait en tous ses points une même épaisseur. Dans l'œuf de Strahl-Beneke, une vésicule ovoïde à toit mince et à plancher épais représente la cavité amniotique; les parois latérales paraissent encore épaisses sur plus de la moitié de leur hauteur, vers le sommet, elles s'amincissent peu à peu pour constituer une lamelle fine à noyaux très aplatis (coupes 1 à 44, Beneke). Vers l'extrémité caudale, ces parois se montrent excessivement minces, ainsi que le toit. Leur épaisseur augmente, au contraire, et d'une manière étonnante, vers l'extrémité crâniale et le toit devient aussi épais que le plancher; c'est surtout vers les coupes 50 à 60 que l'amnios offre de plus en plus l'aspect d'une vésicule arrondie à parois épaisses. Cette succession de figures nous fait comprendre que l'amnios peut être primitivement une masse pleine qui se creuse secondairement par déhiscence des éléments cellulaires. La cavité se formerait comme chez le *Murin* et non par la coalescence de replis ectodermiques. La cavité apparaît fermée de très bonne heure et elle se montre ainsi dans les plus jeunes stades connus. Si, dans notre observation, rien ne nous permet d'établir la genèse exacte de l'amnios et de déterminer son apparition primitive chez l'Homme, sous une forme massive, comme le pensent la plupart des observateurs, Van Beneden, Selenka, etc., nous trouvons du moins les traces des variations successives et de l'amincissement progressif des parois.

Comme Spee et Frassi, nous voyons que l'amnios n'est plus uni au chorion que par le pédicule ventral, en outre nous le trouvons encore relativement épais, tout le long du bord inférieur de la calotte, au voisinage de la circonférence inférieure du bouclier embryonnaire.

Dans les schémas *g, h, i, k, l, m*, de Beneke, le mésoderme apparaît d'abord plein, puis se creuse de vacuoles de plus en plus grandes au fur et à mesure que l'embryon grossit. Les travées mésodermiques qui séparent ces vacuoles s'amincissent peu à peu et finissent par disparaître. Le mésoderme qui entoure la vésicule

ombilicale et l'amnios tient encore au mésoderme chorial par une travée située au niveau de l'extrémité distale de la vésicule.

Dans son ensemble, l'amnios constitue une calotte ovoïde qui recouvre dans sa totalité la surface embryonnaire convexe et en épouse les contours et la forme générale. Un espace lenticulaire, convexe vers l'extérieur, c'est-à-dire vers le cœlome extra-embryonnaire, concave vers l'embryon, sépare la surface interne du feuillet amniotique de la surface de l'embryon. La hauteur de cette cavité est de 0 mm. 045 en moyenne; près du pédicule, au niveau de l'excavation, elle mesure 0 mm. 18. La plus grande longueur de la cavité se rapproche de 1 millimètre; sa plus grande largeur répond à 0 mm. 55.

Le toit amniotique, excessivement mince, compte à peine 5 à 6 μ , aux points où les noyaux font saillie; dans l'intervalle réservé entre deux noyaux successifs, l'épaisseur de la lamelle ne dépasse pas 1 μ . Au sommet de la calotte, le feuillet très délicat se compose de deux fines lamelles accolées: l'une, interne, appartient à l'ectoderme; l'autre, externe, vient du mésoderme. Au voisinage du pédicule abdominal, l'épaisseur de l'amnios devient plus considérable, elle atteint 30 μ environ; en cette région les deux portions épithéliales cœlomique et ectodermique se séparent l'une de l'autre et le tissu mésenchymateux s'insinue entre elles. A ce niveau, un prolongement caudal de l'amnios vient se loger dans une excavation du pédicule ventral et le *prolongement pédiculaire* se place en avant (crânialement) de l'allantoïde.

Beneke représente aussi un conduit amniotique qui manque dans la reconstruction de Keibel, dans l'œuf de Peters et dans celui de Bryce et de Teacher.

Enfin l'épaisseur de l'amnios apparaît aussi plus notable au pourtour de la plaque embryonnaire. En dehors du sillon peu profond qui occupe le pourtour de la tache embryonnaire montent les replis amniotiques latéraux en cette région, un épaissement de la calotte amniotique forme un rebord assez bas qui limite la circonférence inférieure de la calotte. Sur la coupe (fig. 3, pl. VIII) on voit nettement que ce rebord est dû au repliement de l'ectoderme au-dessus de la plaque embryonnaire. Les deux lames sont

bien distinctes : l'une continue la lame épithéliale cœlomique, l'autre se montre en continuité directe avec l'ectoderme de l'embryon. Peu de tissu mésenchymateux s'insinue entre elles.

Dans la zone moyenne et vers le sommet de la calotte, on note la présence dans la lamelle amniotique syncytiale de deux rangées de noyaux, l'une interne, l'autre externe; arrondis ou ovoïdes, en général, les noyaux externes mesurent 5 à 7 μ de diamètre; allongés, étirés, aplatis, les noyaux internes ont à peine 2 à 3 μ , vus de profil. Dans ces régions, c'est-à-dire dans la plus grande partie du feuillet amniotique, il n'y a pas trace de tissu mésodermique interposé. Nous n'avons trouvé, d'aucun côté, de vaisseaux semblables à ceux que D'Eternod a rencontrés dans l'amnios.

Remarquons, en terminant, comme la plupart des observateurs n'ont pas manqué de le faire observer, que la cavité amniotique en est venue à se constituer chez l'Homme, quand l'embryon est à peine indiqué par une plaque épaissie ectodermique qui forme le plancher de la cavité. Il s'agit tout simplement d'une accélération du développement, d'un processus de tachygenèse.

III

LA VÉSICULE OMBILICALE

Chez notre embryon qui ne mesure pas un millimètre de longueur, la vésicule ombilicale représente déjà un organe bien distinct qui fait hernie dans une cavité extrêmement développée : le cœlome externe. L'amas vitellin s'est transformé de bonne heure en une vésicule qui a donné naissance par son plancher à l'endoderme ombilical et par son toit à l'endoderme intestinal.

Il est une règle générale que nous avons pu vérifier : sur les œufs très jeunes, la vésicule ombilicale offre un volume de beaucoup supérieur à celui de l'embryon. D'autre part, son plus grand diamètre se rapproche beaucoup de celui de l'embryon et ce rapport apparaît constant sur les très jeunes embryons humains. C'est plus tard seulement que la croissance de l'embryon se fait

beaucoup plus rapidement que celle de la vésicule et que le plus grand diamètre de celle-ci devient dorénavant inférieur à celui de l'embryon. Ainsi, sur l'embryon humain dont la longueur atteint 3 à 4 millimètres, les dimensions de la vésicule sont à peu près de 3 à 4 millimètres. Sur celui de 2 mm. 5, le plus grand diamètre de la vésicule atteint également 2 millimètres à 2 mm. 5; sur celui de 1 millimètre à 1 mm. 5 sa longueur ne dépasse pas davantage cette dimension.

Sur l'embryon examiné, le plus grand diamètre atteint la longueur de l'embryon même, c'est-à-dire 0 mm. 9; le petit diamètre mesure 0 mm. 55 et la hauteur répond à 0 mm. 84.

Un peu revenue sur elle-même, la vésicule ombilicale offre l'aspect réniforme, sur les coupes passant par la région moyenne. Les sections voisines du pôle proximal sont régulièrement ovoïdes, leurs bords externe ou interne ne portent que de légères saillies; les coupes de la zone distale possèdent une limite externe festonnée et frangées par places. Aussi, sur le modèle en cire, la vésicule offre des aspects macroscopiques bien différents, suivant les régions considérées. Au pôle proximal, dans la région de l'équateur et, en général, dans les deux tiers supérieurs, la vésicule ombilicale présente une surface externe lisse; au pôle distal et dans le tiers inférieur qui l'avoisine, les irrégularités de surface sont caractéristiques: la paroi se hérissé de saillies et de crêtes dont l'ensemble constitue des reliefs très notables.

L'épaisseur de la paroi vésiculaire varie du simple au double et même au quintuple; dans les régions où elle est le moins considérable, elle mesure 10 μ , en d'autres elle dépasse 40 μ , c'est l'épaisseur moyenne, 45 μ , que nous observons presque partout; en d'autres enfin, nous trouverions 100, 120 et 150 μ , au niveau des saillies et des franges principalement.

Sur la surface interne nous ne constatons pas ces saillies vasculaires dont parlent quelques observateurs. Cela n'a rien d'étonnant: notre embryon est très jeune, et la paroi de la vésicule se compose essentiellement d'un épithélium implanté sur une membrane mésodermique peu riche en vaisseaux et (ceux-ci localisés, quand ils existent, au pôle distal). Les reliefs de la surface interne sont

rares et peu apparents et ne présentent aucun rapport avec les festons ou avec les petites franges dont les filets pendent dans le cœlome extra-embryonnaire.

Parmi les observateurs, les uns décrivent l'épithélium de la vésicule ombilicale comme formé de deux ou trois assises cellulaires (Robin); les autres le dessinent comme une assise simple (Keibel, Hubrecht, Spee, Peters, Selenka, Jordan, Bryce-Teacher); d'autres, enfin, le trouvent tantôt simple, tantôt stratifié, et cela dépend des points considérés (Tourneux, D'Eternod, Branca).

Si nous examinons les œufs les plus jeunes, il apparaît qu'au début du développement, l'épithélium est simple; la stratification cellulaire ne se montrerait que par endroits et serait secondaire. Dans l'œuf de Bryce-Teacher, la vésicule endodermique se compose d'une enveloppe de protoplasma dans laquelle on aperçoit des noyaux aplatis.

Dans l'œuf de Peters, l'endoderme de la vésicule ombilicale sur le segment vésiculaire tourné vers l'embryon, est unistratifié et bien distinct des éléments du mésoderme. Les noyaux disposés sur un seul rang sont noyés dans une nappe commune de protoplasma. La cavité renferme quelques cellules, des coagulations et des boules.

Dans l'œuf de Strahl et Beneke, dans la zone voisine de l'embryon, on remarque une assise régulière et unique de noyaux allongés, ovoïdes. D'après le dessin, cet épithélium est aplati, assez semblable à celui que Henneguy a décrit en 1892, chez les embryons de lapins. Jusqu'à la fin du septième jour, l'endoderme chez ces embryons est formé de cellules aplaties. Puis en certains points les cellules ont tendance à se stratifier, leur volume augmente et leur forme devient polyédrique.

Graf Spee, dans l'embryon étudié en 1896, les figure assez volumineuses, prismatiques et parfois séparées des voisines par un contour net. Dans la planche qui se trouve annexée au texte, l'auteur représente les noyaux ovoïdes ou arrondis, parfois serrés les uns contre les autres, parfois très distants et rares, sinon absents. C'est à peine si, sur une centaine de noyaux figurés dans l'endoderme vitellin, on peut apercevoir une dizaine de cellules isolées des voisines par une esquisse de contour,

Chez un très jeune embryon de *Semnopithecus nasicus*, Selenka observe que les éléments endodermiques apparaissent distincts, séparés les uns des autres et hauts sur le segment qui fera partie plus tard de l'embryon; ils sont bas et fusionnés dans le segment opposé.

F. Keibel (1893) dessine cet épithélium sous forme d'une nappe protoplasmique semée de noyaux, et c'est ainsi que Minot le reproduit dans son précis d'Embryologie (1910).

Dans notre cas, l'épithélium qui limite la face interne de la vésicule ombilicale apparaît simple, la stratification cellulaire ne s'observe que par places; on aperçoit aussi quelques petites masses syncytiales granuleuses, à deux, trois et même quatre noyaux. En certains points également on trouve une ou deux cellules à contours vagues, en forme de raquettes, polymorphes, et qui présentent peu d'affinités pour les matières colorantes. Situés le plus souvent en bordure, ces éléments nagent parfois dans le liquide de la cavité vésiculaire; ils ressemblent en tout à ces cellules desquamées ou en voie de dégénérescence signalées par d'autres observateurs, dans des stades plus avancés.

L'épithélium de revêtement se compose de cellules de forme et de taille variables ou plutôt l'endoderme revêt l'aspect d'une lame protoplasmique syncytiale, semée de noyaux. C'est seulement de loin en loin que l'on voit une cellule se limiter par un contour net des cellules qui l'avoisinent. Il ne saurait s'agir d'un artefact, puisque, par des procédés différents de fixation et de coloration, on a pu arriver aux mêmes résultats. Notre œuf est normal et bien fixé, ainsi que l'attestent les nombreuses figures de caryocinèse et les détails chromatiques des noyaux. Aussi inclinons-nous à penser que l'hypothèse émise par Branca est l'expression de la réalité et se trouve vérifiée une fois de plus, à savoir qu'un syncytium représenterait la forme initiale de l'endoderme vitellin.

Parfois, les noyaux sont serrés régulièrement les uns contre les autres, arrondis et mesurant 10 à 15 μ ; c'est sous cet aspect qu'on les rencontre le plus souvent; en d'autres points, les noyaux beaucoup plus petits, 5 μ , se rassemblent ou restent distants; en d'autres points encore, ils semblent déborder la nappe protoplas-

mique qui s'étire et paraît former des cellules distinctes aplaties, ou triangulaires, ou losangiques ou endothéliiformes. Rien n'est plus variable que la forme des noyaux, on les trouve arrondis, ovoïdes, allongés en bâtonnets; rien n'est moins fixe que leur taille : elle oscille entre 4 et 20 μ ; rien n'est plus irrégulier que leur distribution dans le cytoplasme syncytial. Le plus souvent, tassés les uns contre les autres, ils donnent à l'endoderme l'allure générale d'un tissu épithélial prismatique simple; parfois très distants, ils laissent entre eux des plages protoplasmiques assez étendues, dépourvues de noyaux. Dans toute une série de coupes, nous pouvons même voir la lame endodermique représentée seulement par une mince traînée protoplasmique sans noyaux. En ces points, l'endoderme paraît discontinu. Ceci n'a rien qui doive nous étonner; dans l'embryon de Graf Spee, nous remarquons une interruption semblable.

Dans l'œuf de Strahl et Beneke (1910), l'endoderme ne paraît pas faire tout le tour de la vésicule ombilicale. Au pôle distal, surtout sur les parties latérales de la zone avoisinante, les noyaux, très rares et allongés ou aplaties, se montrent complètement absents par places. Dans la faible épaisseur de la lamelle protoplasmique, on n'aperçoit plus nettement les noyaux.

En d'autres points, l'épithélium se stratifie : cette stratification est-elle apparente ou réelle? Ne serait-elle pas artificielle et due à l'obliquité des coupes? Nous pouvons affirmer qu'elle existe, car le tissu conjonctif, comme l'écrit Branca, « devrait lui aussi être obliquement sectionné et occuper une étendue plus considérable qu'à l'état normal ». Il n'en est rien, comme le montre l'examen des coupes de la vésicule.

Le noyau, sujet à de grandes variations dans ses caractères généraux, possède une membrane très apparente, un gros nucléole arrondi, central ou de siège excentrique, parfois deux nucléoles sphériques; parfois aussi, il est impossible de distinguer le ou les nucléoles des gros grains de chromatine semés sur le réticulum de linine. Quand le nucléole est unique, et c'est le cas le plus fréquent, on voit partir dans tous les sens de grêles rayons de linine recouverts de granulations chromatiques poussiéreuses.

Sur la structure de cet endoderme vitellin, nous ne savons rien de précis et nos fixations ou nos colorations ne nous ont pas permis de savoir si la structure est bien réticulée ou alvéolaire, comme le figure Paladino, ou filaire, comme le pense Saxer. Est-il chargé d'enclaves constituées par des grains (Robin) ou des gouttelettes de graisse (Kölliker, Henneguy, Spee)? Nous n'avons rien vu de ces différenciations protoplasmiques ou de ces enclaves signalés par ceux qui ont observé des embryons plus âgés. Cette recherche ne devait nous fournir que des résultats négatifs, à cause du mode de fixation de l'embryon : on a noté d'ailleurs que les enclaves manquent chez les très jeunes embryons. De même, le protoplasma fonctionnel, très rare chez l'embryon de 5 millimètres (Branca), est de plus en plus développé chez les embryons de 9 et 11 millimètres.

Une bandelette de fermeture encadre-t-elle l'assise cellulaire qui borde la cavité vésiculaire? Une bordure ciliée ou en brosse s'est-elle développée sur certaines cellules épithéliales? Le cytoplasme apparaissait granuleux et sans vacuoles. Nous avons démonté une préparation colorée à l'hémalum et nous avons ainsi pu colorer une série de huit coupes à l'hématoxyline au fer; mais nous n'avons pas vu ces formations qui se colorent vivement par l'hématoxyline au fer et offrent un polymorphisme remarquable : ni filaments flexueux ou droits, très fins, isolés ou groupés en petits faisceaux, ni corpuscules assez courts, globuleux ou bâtonnoïdes, ni capsules concentriques.

Nous ne trouvons pas davantage de dérivés endodermiques; il n'y a ni bourgeons épithéliaux pleins, ni diverticules glanduliformes, ni kystes dus à l'oblitération de quelques diverticules. A ce stade d'ailleurs, l'absence de bourgeons épithéliaux doit être la règle. F. Keibel, qui représente la vésicule ombilicale d'un jeune embryon humain, figure l'épithélium simple et reposant sur une lame conjonctive semée de capillaires. C'est seulement au moment où l'embryon humain possède dix-huit protovertèbres que Graf Spee voit l'endoderme vitellin émettre des bourgeons d'abord au segment distal, puis au pôle proximal de la vésicule.

Pour A. W. Meyer, les bourgeons sont inconstants. Ils apparaissent vers la deuxième semaine et leur genèse relèverait de

plusieurs processus; tantôt il s'agit d'invaginations irrégulières de l'endoderme, tantôt les invaginations creuses s'isolent de l'endoderme original, par constriction et soudure.

Pour D'Eternod, sur un embryon de 2 mm. 11, on ne trouve pas encore de bourgeons épithéliaux. Sur un embryon de 3 mm. 4, il existe des bourgeons pleins ou creux émanés de l'endoderme vitellin.

L'embryon que nous observons est trop jeune pour que nous puissions tirer de son étude quelques conclusions relatives à la genèse des dérivés endodermiques et, qui plus est, aux relations qu'affectent entre eux les différents types.

Nous avons pensé qu'il nous serait facile de différencier les uns des autres les éléments cellulaires et de distinguer l'endoderme vitellin proprement dit du futur épithélium intestinal; nous trouvons, dans nos premières observations, un nombre considérable de cellules endothéliiformes dans la région du futur intestin et les cellules cubiques semblaient prédominer sur l'endoderme vitellin proprement dit; mais, comme nous remarquons dans cette région des plages étendues de cellules aplaties, nous ne pouvons tirer de notre examen aucune conclusion ferme: toutefois nous avons tenu à exprimer les résultats de nos recherches sur ces détails spéciaux de délimitation cellulaire.

Le mésenchyme sur lequel repose la lame épithéliale présente des aspects très différents; par endroits, il manque même complètement. Des cellules mésodermiques, étoilées, anastomosées, semblables aux cellules fixes du tissu conjonctif adulte, étalées quelquefois parallèlement à la surface interne de la vésicule, superposées sur un, deux ou trois rangs, forment la zone sous-jacente à l'endoderme. Du côté du cœlome externe, elle est limitée par une rangée de cellules, assise unique essentiellement polymorphe, constituée tantôt par de hautes cellules prismatiques, tantôt par des pavimenteuses, basses. Branca trouve l'épithélium péritonéal représenté par des cellules polyédriques, très hautes, implantées sur un rang. Il est cubique sur les embryons examinés par Janosik, polymorphe pour Paladino. Il peut prendre la forme d'un endothélium dont le noyau fait saillie dans le cœlome extra-

embryonnaire : l'épithélium, d'abord très haut, se réduit progressivement sur la vésicule ombilicale; il prend la forme cubique et finit par s'aplatir. Cette transformation s'effectuerait par îlots. Sur l'embryon de Strahl et Beneke (0 mm. 75 de longueur) on ne constate que des noyaux assez rares, arrondis, ovoïdes ou allongés, répartis en dehors de la vésicule ombilicale dans une très mince lamelle de protoplasma.

Le noyau des cellules cœlomiques de notre embryon présente un nucléole, parfois deux : en général, ils sont moins volumineux que ceux de l'endoderme et la couche cellulaire apparaît ordinairement syncytiale.

Dans les régions où la nappe mésenchymateuse intermédiaire fait défaut, le mésothélium double immédiatement la couche endodermique. Le revêtement cœlomique n'est ni régulier, ni continu. Les noyaux petits, moyens ou gros, plus nombreux que ceux de l'endoderme, se distribuent aussi d'une façon très variable. Vers le pôle proximal, on note la présence de tissu mésenchymateux sur tout le pourtour de l'endoderme vitellin; plus loin, la face vésiculaire opposée à la zone d'insertion du pédicule abdominal est presque complètement dépourvue de ce tissu. Les éléments cellulaires mésenchymateux peuvent s'ordonner en cordons qui courent de l'endoderme à l'épithélium cœlomique et circonscrivent entre eux de grandes cavités. Des cordons cellulaires de même constitution et de mêmes dimensions réunissent dans l'embryon l'endoderme à l'ectoderme; le plus souvent, les points d'insertion de ces cordons sont rompus. Il n'y a pas encore trace de cœlome intra-embryonnaire, à moins que l'on ne veuille considérer les cavités situées entre les cordons des cellules comme les premiers indices de la formation du cœlome intra-embryonnaire.

Vers le pôle proximal, la nappe conjonctive intercalée entre l'épithélium cœlomique et l'endoderme vitellin se montre vierge de germes vasculaires sanguins. Comme dans le plus jeune embryon de Spee, comme dans celui de Frassi, on ne trouve d'îlots vasculaires sanguins qu'au pôle distal et dans le pédicule abdominal.

Ces bourgeons sont, dans l'épaisseur de la paroi de la vésicule ombilicale, de plusieurs variétés :

1° Ils sont pleins et formés de plusieurs assises cellulaires disposées concentriquement;

2° Ils constituent un amas opaque de substance amorphe parsemée irrégulièrement de noyaux de même taille;

3° Autour d'une lumière arrondie peuvent se disposer régulièrement des éléments cellulaires homotypes, inclus dans le mésenchyme environnant;

4° Les festons irréguliers de la surface externe peuvent être remplis de cellules serrées les unes contre les autres, non différenciées le plus souvent, avec des éléments en mitose, où nous avons trouvé des stades de la plaque équatoriale;

5° Certains de ces îlots présentent un arrangement uniforme des cellules à leur périphérie. Leur cavité est ou non cloisonnée et on y observe des éléments déjà différenciés. Dans l'un d'eux, mesurant 40 μ de diamètre, nous apercevons une cellule à voile protoplasmique transparent, un élément plasmodial à quatre noyaux et deux autres à noyau arrondi et à écorce protoplasmique si restreinte qu'elle les fait ressembler à des lymphocytes géants. Dans un autre îlot, nous notons la présence de quatre de ces cellules à gros noyau. D'autres cavités relativement grandes sont étroitement pédiculées et contiennent à peine un ou deux éléments à gros noyau et à mince écorce de cytoplasme.

De notre observation, nous pouvons conclure que les « îles du sang » ou les premiers germes vasculaires sanguins apparaissent en dehors de l'embryon, dans l'épaisseur de la vésicule. Nous ne saurions affirmer que ces îlots s'anastomosent en réseau, nous pouvons écrire seulement que ces îlots sont placés au voisinage les uns des autres, intimement accolés. Le mésoderme se forme de très bonne heure; alors que l'endoderme n'est pas encore totalement constitué, le tissu mésenchymateux apparaît déjà hautement différencié. Il est difficile, dans ces conditions et pour le cas qui nous concerne, de dire si les îlots sont d'origine endodermique ou mésodermique. Il semble bien que, dans notre observation, ils résultent de la transformation *in situ* de cellules mésenchymateuses, comme l'admettent quelques auteurs et comme Maximow les a décrits en 1910.

Nous remarquons dans certaines îles du sang l'apparition de petites fissures dans le bourgeon plein primitif. Un ou deux éléments s'aplatissent contre la surface externe. Quant au contenu, il se compose d'éléments qui commencent à se différencier de leurs voisins. Leur écorce protoplasmique devient plus large et moins granuleuse; certains paraissent s'envelopper d'un voile cytoplasmique hyalin et prennent déjà une allure de leucocyte. Bien que nous sachions que les leucocytes apparaissent beaucoup plus tôt qu'on ne l'avait pensé tout d'abord, nous ne pouvons dire que les éléments aperçus par nous soient des leucocytes : aucun caractère spécifique ne nous autorise à porter cette affirmation.

Sur un œuf humain très jeune (l'embryon mesurait 1 mm. 3), D'Eternod a signalé deux veines qui courent dans l'épaisseur du mésoderme de la vésicule ombilicale et contournent le champ embryonnaire. Selenka a retrouvé chez le singe cette disposition spéciale de l'appareil veineux.

Nous ne trouvons pas chez notre embryon ces formations veineuses si caractéristiques; mais nous pouvons nous ranger à l'opinion de Selenka, pour avancer que la première en date est la circulation de la vésicule et qu'elle précède de beaucoup la circulation de l'embryon. D'après nos observations personnelles, il ne reste aucun doute à ce sujet.

IV

L'ALLANTOÏDE

Ahlfeld fixait au onzième jour le début du développement du diverticule allantoïdien. Actuellement, on a acquis la certitude que sa formation s'accomplit encore plus tôt. L'embryon humain *Gle* de Von Spee, décrit en 1889, possédait déjà un canal allantoïdien bien développé. Dans son embryon de 1 mm. 3 qui présente des analogies frappantes avec les embryons de W. His, *SR* et *E*; — avec l'embryon de F. Graf Von Spee, *Gle*, et avec ceux de Giacomini, de Keibel, et qui rappelle dans ses principaux traits les embryons de *Tragulus javanicus* et des singes de Java, étudiés par

Selenka, — D'Eternod observe un canal allantoïdien qui a la forme d'un tractus épithélial creux, allongé, sinueux et sans renflement vésiculaire appréciable. L'embryon *V. H.* de Von Spee (1896), qui ne mesure que 0 mm. 4 de longueur, présente un bourgeon allantoïdien de 0 mm. 34 qui s'enfonce en zigzaguant dans le pédicule. Un diverticule allantoïdien très net se voit également dans l'embryon de Frassi (1907).

L'allantoïde, comme les annexes en général, se développe de très bonne heure, chez l'Homme; toutefois cette ébauche apparaît beaucoup plus tard que l'amnios; elle n'est pas davantage contemporaine de la vésicule endodermique et l'on ne saurait prétendre que, dès son origine, la cavité endodermique émet un cul-de-sac allantoïdien. Dans l'œuf très jeune de Peters où la longueur de l'embryon ne dépasse pas 0 mm. 19, l'ébauche de l'allantoïde figurée par un court diverticule est douteuse. Dans l'œuf de Heine et Hofbauer (1911), dont la grosseur répond à celui de Peters, il aurait été intéressant de voir comment se présente l'ébauche allantoïdienne, si toutefois elle existe déjà à ce stade. Malheureusement, nous n'avons pu nous procurer le travail original, et dans l'extrait que nous avons eu sous les yeux il n'est pas fait mention de l'allantoïde.

Dans l'œuf le plus jeune connu, celui de Bryce et de Teacher, les deux vésicules amnio-embryonnaire et vitelline apparaissent déjà bien constituées, mais si l'amnios forme déjà, à ce stade très reculé du développement, une cavité close, il n'y a pas encore d'indication de la production allantoïdienne ou les auteurs ne l'ont pas figurée dans leur diagramme.

Pour Beneke, alors que l'amnios se montre déjà très développé, l'allantoïde ne serait encore figuré que par un petit renflement du sac endodermique.

Par conséquent, l'allantoïde prend naissance aux dépens d'un bourgeon de l'endoderme, ce bourgeon paraît creux dès le début de sa formation et il émane de la vésicule endodermique, bien avant que les cellules qui forment le revêtement discontinu interne du sac vitellin primitif ne se soient différenciées en éléments du futur intestin et en cellules de la vésicule ombilicale. Aussi ne peut-on

dire que, chez l'homme, l'allantoïde naît d'un cul-de-sac de la vésicule ombilicale et encore moins qu'il représente un bourgeon creux provenant de l'intestin postérieur. C'est secondairement que l'allantoïde paraît dériver de la vésicule ombilicale proprement dite ou qu'elle paraît s'implanter sur la paroi ventrale de l'intestin caudal. L'allantoïde dérive, en réalité, d'une évagination de la cavité endodermique primitive : parmi les différenciations successives qui se produiront dans les parois de cette cavité, elle représente vraisemblablement la première et la plus importante.

Le bourgeon allantoïdien forme la limite crâniale du futur intestin caudal; sur notre embryon, il marque la limite antérieure de la membrane anale, si elle existe; aussi indique-t-il la situation exacte du premier ombilic. Faisons observer que, chez notre embryon très jeune, la membrane anale arrive de la sorte jusqu'à l'ombilic. Keibel a déjà appelé l'attention sur ce point; on a même voulu tirer de ce rapport anatomique des déductions relatives à la pathogénie de l'*exstrophie vésicale*; nous nous garderons bien de donner sur ce sujet une opinion personnelle, basée sur la description d'un seul embryon, même très jeune et normal, mais il est hors de doute, d'après notre observation, que la membrane anale remonte primitivement jusqu'à l'ombilic.

A partir du moment de l'apparition de l'allantoïde, l'intestin et la vésicule ombilicale seront séparés l'un de l'autre et auront acquis une limite naturelle. Crânialement et sur le pourtour de la tache embryonnaire, cette limite sera tracée par le repliement de l'ectoderme, très net chez notre embryon.

L'état primitif de ces formations embryonnaires se trouve représenté dans les œufs jeunes, par le stade des deux vésicules, dépourvues de prolongement pédiculaire, logées qu'elles sont dans un épaissement du mésoderme du chorion. Au fur et à mesure que l'embryon s'isolera du chorion et que le coelome extra-embryonnaire pénétrera plus avant entre le toit de l'amnios et le chorion, le pédicule ventral se formera. Cette pédiculisation amène quelques variations de position de l'embryon qui pivote vraisemblablement autour du pédicule, point d'attache. Ainsi s'accroît le prolongement amniotique, apparu très tôt, et ainsi

s'ébauche peut-être le prolongement allantoïdien. Quoi qu'il en soit, au stade que nous observons, les deux vésicules possèdent chacune leur prolongement pédiculaire.

L'allantoïde apparaît, dans notre cas, comme un canal borgne, et présente sur presque toutes les sections transversales en série un calibre uniforme. Sa longueur totale dépasse 0 mm. 4; sa largeur, 120 μ ; l'épaisseur des parois mesure 50 μ environ; la lumière ne dépasse pas 20 μ . Nous n'avons pas observé de dilatation terminale; d'ailleurs sa présence, au dire de M. Tourneux qui l'a trouvée chez un embryon beaucoup plus âgé (quatre centimètres), serait une anomalie.

Plongée dans l'amas mésodermique relativement épais qui constitue le pédicule abdominal, l'allantoïde ne zigzague pas dans le mésenchyme qui l'enveloppe. Son trajet apparaît assez régulièrement rectiligne. Comme nous l'avons écrit, elle est en rapport immédiat crânialement avec le mésoderme du prolongement pédiculaire amniotique et médiatement environné par le cœlome extra-embryonnaire.

Dans l'épaisseur du pédicule, autour de l'allantoïde, nous apercevons des ébauches vasculaires. Deux îlots allongés très nets se placent tout à fait au voisinage de l'allantoïde. L'un d'eux adhère à la paroi externe de l'allantoïde; son diamètre égale à peu près celui de cette annexe sur la première coupe où il apparaît; sur les coupes suivantes, le volume de l'îlot augmente progressivement et s'arrondit, sa section transversale devient ovoïde; situé d'abord au contact et au-dessus de l'allantoïde entre celle-ci et le chorion de la capsule de l'œuf, l'îlot se place bientôt sur le côté de l'allantoïde, distalement par rapport à l'amnios, et se rapproche du cœlome extra-embryonnaire; puis il s'éloigne encore davantage du point d'attache du pédicule, et on le trouve bientôt situé sur un plan inférieur à celui de l'allantoïde, près de l'amnios. Ainsi il a décrit autour de l'allantoïde un tiers de cercle; en section longitudinale l'îlot dans son ensemble a la forme d'un rein et l'allantoïde se situe en face de la région hilare.

L'autre îlot, également placé au-dessus de l'allantoïde, est régulièrement ovoïde; sa section transversale le représente arrondi;

beaucoup moins volumineux que le premier, il mesure à peine 40 μ et son diamètre ne dépasse guère celui de l'allantoïde. Dans ses dimensions moyennes, il correspond presque exactement à la moitié de l'autre îlot vasculaire.

C'est le second de ces îlots que nous avons dessiné très fidèlement à l'objectif à immersion. Dans le tissu mésenchymateux lâche qui constitue le pédicule, on observe déjà, à l'objectif faible, une petite région où les noyaux se montrent nombreux et serrés les uns contre les autres; on en compte quinze à seize dans un espace restreint alors que, dans une portion correspondante du mésenchyme, on en dénombrerait à peine cinq ou six, sur un même plan. Cet amas de noyaux attire l'attention de l'observateur le moins prévenu; en y regardant de plus près et avec des objectifs plus forts, on voit la substance fondamentale former le cercle tout autour de l'îlot. Deux cellules s'aplatissent à la périphérie de l'îlot et, comme leur diamètre s'accroît suivant l'un des axes, elles deviennent ovoïdes et leur noyau s'allonge également. A l'intérieur on voit des noyaux arrondis, bien colorés (moins fortement toutefois que ceux de l'allantoïde), avec un gros nucléole, le plus souvent, et de nombreux grains de chromatine, tantôt croûteux, tantôt poussiéreux, suivant les noyaux envisagés. Autour de ces noyaux régulièrement arrondis, qui mesurent de 12 à 20 μ , se dispose une écorce de cytoplasma d'apparence granuleuse et légèrement teinté par l'hémalun ou par l'hématoxyline au fer; nous ne notons aucune différenciation spéciale du protoplasma. Cette masse primitivement syncytiale a une tendance très apparente à se segmenter en petites cellules distinctes et, d'après notre dessin, on se rendra facilement compte que cette fragmentation du syncytium est déjà très avancée. Un des éléments cellulaires, mesurant 40 à 50 μ environ, offre même un protoplasme d'aspect granuleux (en une seule zone très limitée) et dans l'ensemble presque uniformément clair et transparent; est-ce là l'élément cellulaire à voile hyalin dont parlent quelques observateurs et la différenciation des éléments se ferait-elle si tôt? Pour notre compte, nous n'oserions l'affirmer, toutefois le fait méritait d'être signalé pour ceux qui voudraient déjà y voir l'apparition d'une formation leucocytaire primitive.

Structure de l'allantoïde. — Rien ne ressemble davantage à la section transversale de l'allantoïde que la section d'un canal biliaire interlobulaire observé dans un espace porte. Comme lui, l'allantoïde offre à considérer une gaine et des éléments épithéliaux.

La gaine n'appartient pas en propre à l'allantoïde, mais au mésoderme du pédicule ventral. Le canal allantoïdien est essentiellement constitué par une seule assise de cellules prismatiques disposées radiairement autour de la lumière centrale. Les noyaux parfois arrondis et le plus souvent ovoïdes mesurent 15 à 20 μ . Si on les compare à ceux du mésenchyme qui les environnent, ils sont moins volumineux en général que ceux-ci, mais beaucoup plus fortement colorés; il en est de même du cytoplasme qui les enveloppe et dont la teinte paraît assez foncée. Dans ces noyaux, le nucléole est assez gros (fig. 5, pl. IX), parfois deux ou trois gros grains de chromatine les remplacent et le reste de la chromatine garde l'aspect poussiéreux ou croûteux.

V

LE CHORION

Le chorion est la membrane la plus superficielle de l'œuf. Dans les premiers développements de l'œuf, ce qui frappe le plus l'observateur, c'est le peu d'extension de l'embryon, en égard au volume total de l'œuf : d'une façon très précoce apparaît le mésoderme qui se clive précipitamment dans sa portion extra-embryonnaire. Deux lames résultent de ce clivage, l'interne se réfléchit à la surface de l'amnios et de la vésicule ombilicale, l'externe va tapisser la face interne de la vésicule trophoblastique. Ainsi, de la juxtaposition de la portion extra-embryonnaire du mésoderme somatopleural et de la couche superficielle épithéliale ectodermique, naît une membrane qu'on appelle le chorion.

Si un syncytium avilleux représente le trophoblaste primordial comme dans l'œuf de Bryce-Teacher, le chorion se couvre de bonne heure de villosités. D'une façon très précoce, il ressemblera

à un « teignon » (Varnier), c'est-à-dire que la vésicule ovulaire, transparente, paraîtra velue sur toute sa surface.

Dans l'œuf de Merttens, les villosités sont déjà d'épaisses colonnes de trophoblaste avec un court noyau mésoblastique. Mais avant de recouvrir tout le pourtour de la lentille ovulaire les villosités se cantonnent à la région équatoriale. Ainsi les œufs de Breuss, de Reichert, de Mall s'entourent d'une large ceinture de villosités courtes, mais déjà ramifiées. L'œuf de Ahlfeld présente aussi des villosités ramifiées réparties sur toute sa surface externe, mais l'auteur avoue avoir oublié de noter la disposition exacte de ces expansions choriales.

Quoi qu'il en soit, l'œuf que nous étudions n'appartient à aucun de ces stades primitifs. Il se rapproche beaucoup des œufs de la quatrième phase, décrite par D'Eternod. Les villosités déjà nombreuses et bien développées se répartissent d'une manière assez uniforme et diffuse sur le chorion. Elles mesurent 1 mm. 2 à 2 millimètres de longueur sur l'œuf de D'Eternod : $10 \times 8,2 \times 6$. Une zone est réservée toutefois dans le voisinage de l'insertion embryonnaire et, si l'on distingue moins bien le champ glabre ventral, il subsiste des vestiges du champ dorsal. Les œufs de D'Eternod : *Jen*, n° 6; *Vuill*, n° 7; et *Du. Ga.*, n° 8, bien gradués, offrent à l'observateur les divers stades du placenta diffus transitoire. « Dans une vue stéréoscopique de la partie dorsale de son œuf : *Du. Ga.*, n° 8 », D'Eternod met en évidence très nettement la portion qui correspond à ce champ dorsal : les villosités infléchies sur elles-mêmes, forment, d'après l'auteur, des lignes de soudure de la coque trophodermique : ces lignes convergent au niveau du point d'insertion du pédicule embryonnaire, légèrement enfoncé en fossette arrondie.

Dans l'œuf *Gle* de V. Spe, des vestiges du champ embryonnaire existent également.

Réparties sur toute la surface, les villosités mesurent de 0 mm. 5 à 1 mm. 9, sur l'œuf de Frassi.

Dans la figure 64, tableau 16 du remarquable travail de Beneke, des villosités choriales de dimensions très variables, plus longues en général vers les pôles, se hérissent à la périphérie du chorion.

Notre œuf, comme celui de Beneke et comme tous les œufs en général, a la figure d'un ovale, dans les coupes passant par la région moyenne; sa forme rappelle celle que présenterait un œuf de poule coupé par le milieu, dans le sens de la longueur. Aussi, pour la facilité de la description, distinguerons-nous comme D'Eternod deux faces ovulaires, dans chaque coupe : l'une dorsale, aplatie, correspond à la face profonde du chorion de la muqueuse et se trouve en rapport avec la face choriale sur laquelle se fait l'insertion du pédicule abdominal de l'embryon; l'autre, opposée, un peu bombée, serait ventrale, c'est-à-dire tournée vers la cavité de l'utérus. La portion dorsale, convexe, de l'embryon, se trouve en rapport avec la face ovulaire dorsale; la partie ventrale avec la vésicule ombilicale est en rapport avec la face ventrale. Ainsi, sur nos coupes (fig. 2, pl. VI), nous appellerons pôle inférieur, le caudal par rapport à l'embryon et supérieur le crânial. Les deux faces correspondent aux champs glabres primitifs, dorsal et ventral. Les deux pôles supérieur et inférieur sur chaque coupe répondent à la plage équatoriale villeuse de l'œuf de Reichert ou de l'œuf de Mall. En ouvrant le chorion de l'œuf de Mall, on trouve l'embryon situé juste à l'opposé de la zone villeuse, c'est-à-dire vers le champ dorsal; de même dans l'œuf de Reichert. Il en est ainsi d'ailleurs pour tous les œufs de D'Eternod qui se trouvent à ce stade. C'est par analogie que nous avons appelé ces régions : champ dorsal, champ ventral. La zone équatoriale sera la région située perpendiculairement au méridien passant par les faces dorsale et ventrale.

QUEL EST LE MODE DE RÉPARTITION DES VILLOSITÉS SUR LA SURFACE
CHORIALE DE NOTRE ŒUF?

Pourvues de digitations nombreuses, les villosités présentent à considérer un tronc dont la base s'insère sur le chorion et des arborisations de forme et de dimensions très variables : quelques-unes composent de véritables ramifications pénicillées, d'autres poussent des rameaux successivement sur toutes leurs faces. Presque toujours leurs extrémités distales se prolongent par des

sortes de tractus massifs, syncytiaux, qui adhèrent intimement à une coque épaisse qui les mastique ensemble. Ainsi se forment les *crampons* ou *agrafes* (*Haftzotten* des Allemands) qui se soudent au syncytium de la coque de trophoderme.

Nous n'avons pas vu de villosité pénétrer dans la lumière des glandes : lorsqu'on examine des œufs humains jeunes fraîchement expulsés, la première chose qui doit frapper l'observateur, dès qu'il a débarrassé l'œuf de la caduque qui l'entoure, c'est cette enveloppe, qui réunit les unes aux autres les digitations vilieuses. Elle n'a pas manqué d'intéresser les observateurs : Von Spee dit qu'avec les petites pinces à disséquer ou les aiguilles à dissocier, il faut exercer un effort appréciable pour arriver à la dilacerer ou à détacher les agrafes vilieuses, et D'Eternod nous apprend qu'elle se présente à la loupe, sous forme d'une couche demi-translucide, homogène et résistante.

Au niveau des points de contact avec la décidue, on constate d'importantes modifications cellulaires : les éléments paraissent frappés de dégénérescence hyaline.

A côté des villosités longues et ramifiées, il en est de courtes et de rudimentaires et en certains points la coque de trophoderme s'avance très près du chorion. Quelques observateurs ont même pensé que toutes les villosités ne s'attachaient pas au trophoderme, et qu'il pouvait se produire des *villosités flottantes*. Dans les schémas du Placenta, on remarque souvent la présence des villosités ainsi figurées et même dans une de ses Planches, D'Eternod les représente à tout hasard. « Bornons-nous à dire, ajoute-t-il, qu'avec le matériel dont nous avons pu disposer, il ne nous a pas été possible de préciser si, finalement, il se produit, oui ou non, des *villosités-crampons*. »

Nous avons cherché dans nos préparations s'il existait des images qui nous permettraient de confirmer cette hypothèse : nous avons même établi quelques reconstructions graphiques, mais nous devons à la vérité de dire que s'il existe des villosités flottantes ou libres d'attache à leur extrémité distale, leur nombre n'est pas très élevé. Il est bien entendu que si l'on se contente d'examens superficiels ou rapides, on trouvera beaucoup de villosités libres ; il s'agit

le plus souvent, dans ces cas, de coupes obliques et, en les suivant en série, on les voit s'attacher finalement à la coque ou s'anastomoser avec des villosités voisines qui se sont déjà rattachées au trophoderme périphérique sur des sections transversales placées sur des coupes supérieures ou inférieures par rapport à la coupe examinée. Toutefois nous avons observé la présence de tout petits bourgeons libres, qui poussaient sur les parois de digitations agrafées; le fait n'est pas douteux. Comme le pense aussi D'Eternod, rien ne s'oppose à ce que des bourgeons villeux, émis d'abord librement, n'aillent secondairement s'attacher à la coque trophodermique ou même au plasmodium syncytial d'autres villosités voisines.

Un autre détail a encore retenu notre attention : de l'assise plasmodiale des villosités choriales, nous voyons parfois s'élever de longs et larges bourgeons syncytiaux; on dirait que le plasmode se met à proliférer et l'on pourrait penser que le mésoderme axial va pénétrer secondairement dans le bourgeon, régularisant ensuite ces assises de revêtement. Nous avons observé de ces bourgeons, mais nous avons remarqué qu'il s'agissait le plus souvent de coupes tangentielles et, jusqu'à plus ample informé, nous ne pouvons, d'après le seul stade examiné ici par nous, affirmer que les villosités s'accroissent aux dépens de leur assise plasmodiale.

Nous avons essayé de trouver les sièges de prédilection des villosités : nos recherches à ce sujet sont venues confirmer celles faites déjà par d'autres et corroborer quelques hypothèses basées sur l'ensemble des observations. En étudiant les caduques, nous chercherons à connaître les causes qui peuvent faire varier les formes, les dimensions et la répartition des villosités.

Sur les dessins représentés dans la planche A (dans le texte), on pourra se rendre compte de la disposition générale des villosités autour du chorion; par l'examen des coupes en série, nous avons pu voir combien peuvent varier la longueur, la largeur, l'insertion, l'épaisseur des villosités et aussi le nombre de leurs rameaux.

Une remarque importante : au niveau du point d'attache de l'embryon sur le mésoderme du chorion, les villosités se font plus rares. Toutefois, un peu au-dessus de la zone d'insertion du pédi-

cule abdominal, on note la présence d'une villosité longue, large et épaisse que nous observons successivement sur 24 coupes des lames 17, 18 et 19. On reconnaîtra facilement cette région sur les modèles en cire ou sur les dessins qui en ont été faits, en coupe ou en projection (fig. 3, pl. VI; fig. 1, pl. VII).

Au-dessous se montre une zone relativement large presque complètement dépourvue de toute grande villosité. Sur la paroi dorsale, suivant une longueur qui correspond au tiers du plus grand diamètre de l'œuf, se trouve un champ glabre ou, s'il n'est pas glabre au sens absolu du mot, du moins peut-on affirmer qu'il ne porte que des villosités rares, courtes, minces et peu ramifiées. Ce champ est limité vers le pôle supérieur par une haute villosité ou par un groupe de villosités que nous retrouvons régulièrement sur toute la série des coupes. Cet espace correspond sans aucun doute à la face dorsale glabre, au champ dorsal primordial figuré par D'Eternod. Comme nous pensons qu'aucun observateur n'a étudié en détail jusqu'alors le mode de répartition exact des villosités, nous avons cru faire œuvre utile en insistant sur ce point particulier; cette tâche sera d'autant plus facile que notre embryon a été débité régulièrement en série et qu'aucune coupe n'a été perdue. Si nous examinons la planche A, sur le champ dorsal, dans la figure 2 (Lame 17, coupe 2), nous trouvons une toute petite villosité et deux petites saillies rudimentaires;

Sur la figure 3 (Lame 17, coupe 5), une base d'insertion assez large et une petite villosité, étroite; sur la figure 4 (Lame 18, coupe 1), il n'y a pas trace de villosité.

Sur les figures 5 et 6 (Lame 18, coupe 4 et coupe 8), comme sur la figure 7 (Lame 19, coupe 4), il n'y a pas davantage de villosités. Les coupes ont été dessinées de quatre en quatre. Nous n'avons figuré sur nos dessins les villosités qu'au niveau de leur point d'insertion; volontairement, nous avons négligé celles qui ne s'inséreraient sur le chorion que sur des coupes sus- ou sous-jacentes à celles représentées ici successivement. Pour la lecture facile des figures, nous n'avons pas représenté davantage les sections transversales, obliques ou tangentielles appartenant aux villosités figurées déjà avec leur point d'insertion ou à d'autres intermédiaires.

Quand, sur nos dessins, la villosité apparaît interrompue à son extrémité distale, cela signifie qu'elle était là en continuité directe avec la coque trophodermienne.

Sur les coupes de la lame 16, commencent à apparaître plusieurs

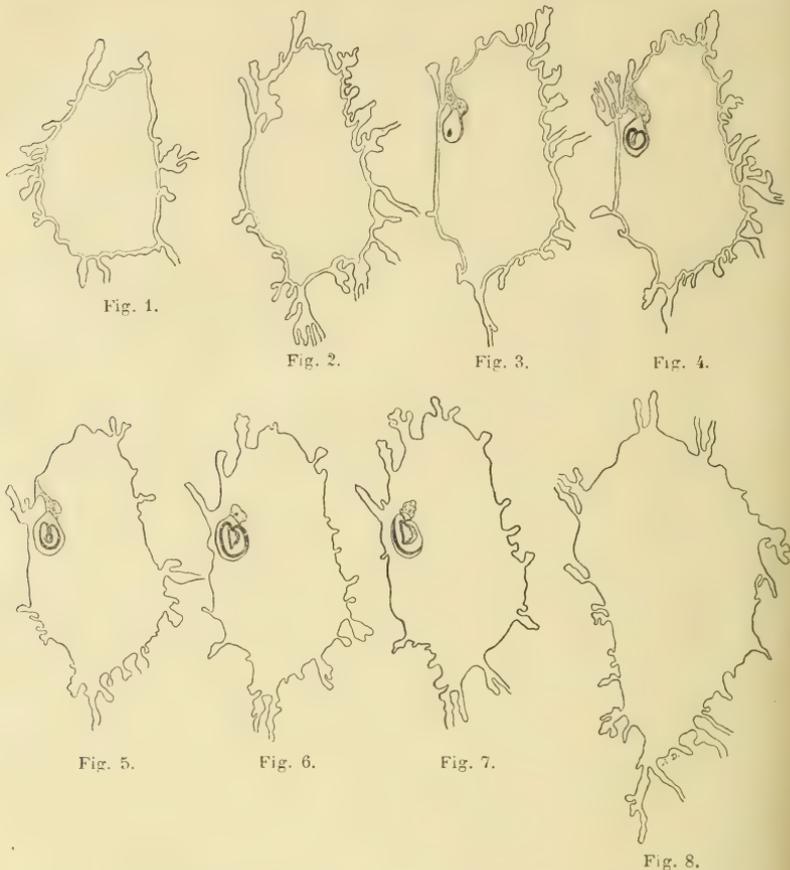


PLANCHE A. — Mode de répartition des villosités, montrant le champ glabre dorsal et le champ glabre ventral. — Grossissement = 7.

Fig. 1 : lame 4. — Fig. 2 et 3 : lame 17, coupes 2, 5. — Fig. 4, 5 et 6 : lame 18, coupes 1, 4, 8. — Fig. 7 : lame 19, coupe 4. — Fig. 8 : lame 23, coupe 2.

petites villosités, cinq à six à peine au niveau du champ dorsal sur l'ensemble des coupes (huit) que porte cette lame. Sur les lames 15, 14, 13, 12, etc., ces villosités deviennent de plus en plus nombreuses et de plus en plus développées. Sur la lame 4 (fig. 1), très éloignée déjà de celle où l'on voit l'insertion du pédicule abdominal,

les villosités paraissent réparties uniformément sur tout le pourtour et l'on ne saurait plus faire aucune distinction dans leur répartition.

En deçà et en delà de la région d'insertion, les villosités semblent plus longues, plus larges et plus ramifiées que sur la face ventrale. Cette apparence se manifeste en particulier sur la lame 23 (fig. 8).

2. D'autre part, les villosités ne sont pas uniformément réparties sur la surface de l'œuf et leur quantité varie d'une manière considérable, selon les régions étudiées; ce qui frappe tout d'abord, c'est que leur nombre prédomine dans la région des pôles.

3. En face du champ glabre dorsal, près du caillot sanguin séparant l'œuf de la caduque réfléchie, on observe sur quelques coupes, huit à dix à peine, une surface ventrale de peu d'étendue où les villosités semblent en quantité restreinte. Cette zone est-elle le reliquat du champ glabre ventral primordial? Nous le croyons et nous ferons remarquer que la plupart des observateurs signalent son état rudimentaire et sa disparition rapide; c'est à peine si elle s'indique dans les stades jeunes : le champ glabre dorsal persiste plus longtemps. Sur les coupes des lames 16 et 17, $\frac{17}{2}$, $\frac{17}{3}$, $\frac{18}{4}$ (fig. 2, 3 et 4) cet aspect se présente encore d'une manière assez nette et contraste singulièrement avec celui des pôles où les villosités apparaissent en nombre beaucoup plus grand.

De l'ensemble de nos observations et de la numération des villosités nous pouvons tirer les déductions suivantes (fig. a) :

1° Aux deux calottes supérieure et inférieure (c'est-à-dire crâniale et caudale), les villosités sont longues et richement ramifiées. Il y a un bouquet important formé de trois à cinq larges villosités, serrées l'une contre l'autre;

2° C'est surtout aux points marqués par une croix que les villosités apparaissent en plus grand nombre et le plus richement ramifiées; c'est principalement en A et en B que les implantations deviennent larges.

3° Les villosités moins longues et moins nombreuses du côté du foyer hémorragique qui dessine une virgule, près de la caduque

capsulaire, ne peuvent vraisemblablement allonger leurs tentacules de ce côté, la place leur étant mesurée. Elles restent naines; de même, du côté de la face dorsale, leur hauteur est faible et leur nombre toujours inférieur à celui des villosités situées en face.

Sur tout le pourtour de l'œuf, il s'est formé une couche épaisse

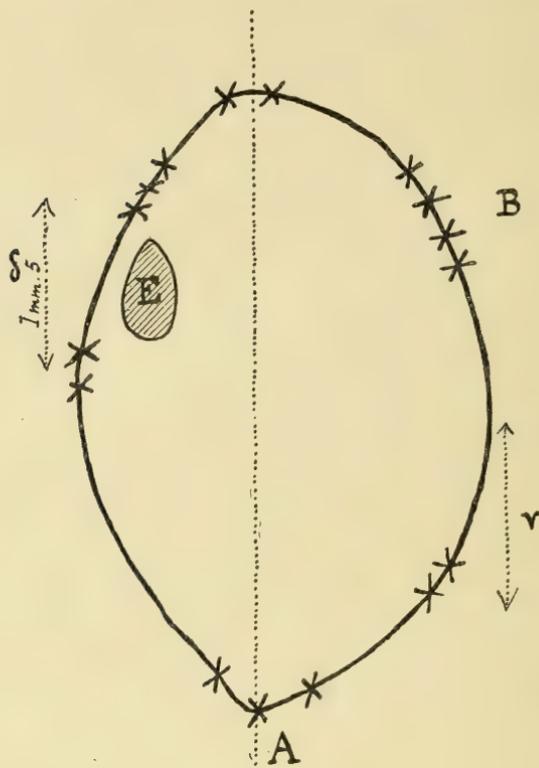


Fig. a.

plus ou moins syncytiale qui constitue la coque trophodermienne (fig. 1, pl. VI). C'est cette coque qui, pour D'Eternod, joue un rôle prépondérant: d'abord elle réunit les unes aux autres les digitations villosités et à sa face interne nous apercevons les crampons qui retiennent les extrémités distales des villosités; par sa face externe, elle envoie dans le derme de la muqueuse utérine des prolongements de fixation où nous trouvons de grandes lames

interstitielles et des foyers de dégénérescence cellulaire (pl. IX, fig. 4).

Entre les villosités écartées les unes des autres et tendues entre le chorion et la coque trophodermienne, existent les espaces intervilleux. Nous avons cherché en vain l'assise endothéliale les tapisant, autrefois signalée par Keibel; nous n'avons trouvé dans ces espaces que des globules sanguins dont quelques-uns viennent parfois se tasser régulièrement contre la couche périphérique, plasmodiale des villosités, constituant une bordure artificielle. Les glandes utérines dilatées, remplies de sang, sont rompues quelquefois au niveau des espaces intervilleux et paraissent communiquer librement avec eux. Keibel et Frassi trouvent un grand nombre d'embouchures de glandes dans les espaces intervilleux, alors que d'autres observateurs ne les ont vues qu'exceptionnellement. Nous avons cherché ces embouchures d'une façon systématique : elles existent, mais peu abondantes. Beneke discute ces faits et pour lui deux explications semblent possibles; ou bien il s'agit dans le cas de Keibel-Frassi d'une variation individuelle, comme il s'en produit certainement, nous le savons; ou bien il s'agit d'un stade de développement tout à fait passager et fugace, qui serait pris sur le vif. L'avenir nous apprendra, ajoute Beneke, laquelle de ces deux opinions est la vraie; pour lui et jusqu'à plus ample informé il adopte la seconde. Quant à nous, il nous semble que la présence des glandes ouvertes au pourtour de l'œuf n'a rien qui doive nous étonner : l'œuf, pour s'enfouir dans l'épaisseur du chorion de la muqueuse et d'autre part pour accroître son volume, refoule devant lui et corrode en partie le tissu propre de la muqueuse; les capillaires dilatés et les culs-de-sac glandulaires immédiatement circonvoisins de l'œuf se rompent, et le sang qu'ils renferment se déverse dans les espaces intervilleux. L'embouchure des glandes dans les espaces se fait ainsi d'une façon mécanique et l'irruption sanguine modifie successivement l'aspect et les dimensions du plasmodium trophodermique.

Ainsi la coque, formation très importante, pour D'Eternod, bien qu'elle constitue une enveloppe continue à la périphérie de l'œuf, présente de ci de là des solutions de continuité, des fentes ou des

orifices plus ou moins larges; par leur intermédiaire les lacunes sanguines de la caduque communiquent directement avec les espaces intervilleux.

Sur l'œuf de Frassi qui paraît un peu plus âgé que le nôtre, les villosités semblent en bien plus grand nombre que sur celui que nous avons observé. Les villosités, on le sait, augmentent de nombre jusqu'au second mois; celles qui sont tournées vers la caduque réfléchie s'atrophient, celles qui regardent la sérotine s'accroissent au contraire. C'est l'inverse de ce qui se passe au début du développement du chorion vilieux. On a deux images nettes de ces faits dans les planches de Beneke. Dans la planche XV, (fig. 66), l'auteur figure la section transversale d'un utérus à la fin du premier mois de la grossesse : on ne voit presque plus de villosités, vers la caduque réfléchie; leur quantité apparaît considérable du côté de la sérotine. Dans la planche XVI (fig. 63), qui nous montre l'œuf implanté dans la paroi utérine, au début du troisième septenaire, les villosités se répartissent sur toute la surface externe. Aux pôles (comme dans notre cas), nous trouvons d'une part une villosité à base d'insertion très large, se ramifiant immédiatement quatre fois, d'autre part au pôle opposé une villosité longue offrant cinq digitations terminales : cet état du développement paraît bien fixe, nous retrouvons sur nos lames plusieurs coupes qui offrent exactement le même aspect (coupes 15, 16, 17, 18) au niveau des pôles; sur les parois dorsale et ventrale les caractères généraux des villosités ressemblent à s'y méprendre à ceux que nous remarquons dans nos figures. Le nombre des soulèvements mésodermiques choriaux paraît aussi plus élevé du côté de la caduque réfléchie, comme dans notre observation.

Mais il y a quelque différence entre nos deux œufs si nous considérons la paroi dorsale, c'est-à-dire celle tournée vers la sérotine, et cela doit tenir à deux causes que nous éluciderons dans un des chapitres suivants : d'abord l'embryon, dans le coelome extra-embryonnaire, a son grand axe parallèle au petit axe de l'œuf, il n'a pas encore basculé autour de son pédicule abdominal; d'autre part, les glandes dilatées situées en face de la paroi dorsale de l'œuf sont inférieures en nombre à celles de notre observation, et

l'apoplexie du derme paraît aussi beaucoup moins intense. Quoi qu'il en soit, le schéma général des zones d'implantation villosités sur le chorion ovulaire du stade de Beneke semble superposable à celui que nous avons représenté dans notre figure A. Il suffit pour s'en convaincre de comparer par curiosité la figure A de notre texte à la figure 64 de la planche XVI de Beneke.

Dans le tableau ci-dessous nous avons résumé le mode de répartition des villosités choriales et leur nombre sur notre œuf.

| NUMÉROS DES LAMES | PAROI DORSALE | PAROI VENTRALE | PÔLES |
|-------------------|--|---|---|
| 1 à 4 | Répartition uniforme des villosités sur les parois choriales. Toutefois elles sont moins longues sur la paroi dorsale. | | Relativement plus longues et plus richement ramifiées. |
| 5 à 8 | Villosités moins nombreuses que sur la paroi ventrale. | | |
| 9 | 10 | 17 | |
| 10 | 9 | 20 | |
| 11 | 13 | 20 | |
| 12 | 12 | 16 | |
| 13 | 10 | 17 | |
| 14 | Villosités assez courtes : Nombre, sept à huit. | | |
| 15 | | | |
| 16 | 6 | La coquetrophodermienne arrive très près du chorion sur la lame 17. | |
| 17 | 4 | 10 | |
| 18 | 3 | 10 | |
| 19 | 6 | 12 | |
| 20 | 8 | 10 | |
| 21 | 8 | 10 | |
| 22 | 10 | 8 | |
| 23 | 9 | 4 | |
| 24 à 31 | Disposition à peu près uniforme. | | Deux ou trois au pôle supérieur, quatre à cinq au pôle inférieur, dans chaque lame. |
| 32 à 34 | Villosités moins larges et moins développées en général. | | |
| 35 à 38 | Villosités plus nombreuses que sur la paroi dorsale. | | |
| | Villosités moins longues, mais surtout moins nombreuses, au niveau du caillot en virgule. | | |
| | Champ glabre. | | |
| | Champ glabre : 3 | | |
| | (Villosités courtes, 0 peu nombreuses), 0 | | |
| | Étendue, 4 ^{mm} ,5. 1 | | |

Dans sa structure, le chorion comprend deux couches : l'une mésodermique constituant l'axe de la villosité et la bordure de la grande cavité péri-embryonnaire ou cœlome externe, et l'autre ectodermique ou épithéliale.

Nous observons dans l'axe mésodermique des éléments cellu-

lares de deux sortes : fusiformes et étoilés ou multipolaires. Les cellules multipolaires envoient dans toutes les directions des prolongements fins et déliés. Quand la coupe est bien ordonnée, les cellules paraissent disposées concentriquement par rapport à la surface de l'axe. Dans le pédicule abdominal, ces cellules paraissent tantôt isolées, tantôt anastomosées par leurs prolongements; en général, les noyaux sont moins nombreux dans le chorion et dans le pédicule abdominal que dans les villosités.

Les cellules fusiformes possèdent des noyaux ovoïdes; parfois serrées les unes contre les autres, rangées parallèlement en faisceaux, elles rappellent en quelque sorte l'aspect des fibres musculaires lisses jeunes. Parfois aussi elles sont séparées par de larges fentes sans contenu visible ou écartées par des tractus superficiels d'une paroi vasculaire sectionnée obliquement ou transversalement. Dans ces lumières des fissures mésodermiques du chorion et dans les fissures similaires du pédicule abdominal, il n'y a aucun contenu, ni sang, ni cellules endothéliales, ni substance conjonctive amorphe, ni aucun dépôt. Autour des fissures se rangent parfois, en traînées parallèles, sur plusieurs assises, les éléments fusiformes. Dans le pédicule abdominal, les cellules fusiformes semblent grêles et leurs prolongements s'irradient suivant diverses directions.

Y a-t-il des vaisseaux dans les villosités choriales? Parfois, on peut suivre au centre de la villosité une lumière arrondie que l'on retrouve sur plusieurs coupes sériées. Une ou deux cellules plus aplaties se disposent en bordure, mais on ne trouve pas de véritable endothélium. Parfois, dans une même section transversale de villosité choriale on trouve deux lumières semblables. Si ce sont des vaisseaux, ils se montrent à un stade primitif de leur développement.

La surface de la villosité est recouverte par l'ectoderme chorial qui se dispose en deux assises : l'une, profonde, repose directement sur l'axe mésodermique de la villosité; l'autre, superficielle, apparaît en contiguïté et peut être en continuité avec la première.

La couche profonde de l'épithélium chorial, nettement cellulaire, se compose d'éléments cylindriques et les limites des cellules sont fortement marquées. Placés sur un seul rang, ces éléments offrent

à considérer, en leur centre, un noyau relativement volumineux, sphérique, peu coloré : le réseau chromatique délié laisse apercevoir le long de ses mailles un ou deux gros grains de chromatine. Cette assise représente le *cytoblaste* de Van Beneden ou la couche cellulaire de Mathias Duval.

L'assise externe, colorée plus vivement, constitue une véritable coulée protoplasmique, non réductible en cellules distinctes, parsemée irrégulièrement de noyaux, à laquelle Van Beneden donna le nom de *plasmodiblaste* et que Mathias Duval appela *couche plasmodiale*; c'est la couche syncytiale de Langhans ou encore le symplaste de Laulanié. Cette nappe protoplasmique renferme des noyaux plus petits et plus colorés que ceux de la couche interne : ces noyaux diffèrent considérablement de ceux de la couche cellulaire; invariablement petits, ils se teignent en foncé et ils doivent ce dernier caractère à la nature finement granuleuse du réseau chromatique. Sur sa face libre, cette couche présente un plateau jaunâtre d'apparence, dans lequel se montre une striation verticale : c'est la bordure en brosse signalée par Keibel et par Von Spee.

La formule remarquable de Mathias Duval est parfaitement applicable au placenta de l'Homme et l'on se convainc aisément que ce placenta, comme celui des *Rongeurs*, représente bien à son origine « une hémorragie maternelle circonscrite et enkystée par des éléments ectodermiques ». Le système épithélial formé par ces deux assises appartient, en effet, à l'ectoderme primaire.

Si, comme nous l'avons fait, on suit sur des coupes sériees la couche plasmodiale ou superficielle, on s'aperçoit vite qu'elle ne constitue pas une gigantesque cellule unique, semblable à un plasmode de myxomycète, et recouvrant successivement toutes les villosités choriales. Elle se compose de cellules distinctes, mais d'étendue parfois considérable et extraordinairement irrégulières. Les unes forment de larges rubans, parfois repliés sur eux-mêmes (fig. 2, 3, 4, planche IX) qui viennent revêtir la surface des villosités et recouvrent ainsi plusieurs villosités voisines : on les trouve aussi, en coupe, sur la surface externe de la coque trophodermique. D'autres dessinent de minces filaments; d'autres encore, très grêles et effilés à l'une de leurs extrémités se renflent considérablement à

l'autre; ils forment aussi des masses étalées, plus ou moins profondément découpées et envoient des expansions qui, à partir d'un point donné, divergent comme les rayons d'une étoile à 4, 5, ou 6 branches. Parfois encore, on aperçoit des cellules isolées, à plusieurs noyaux, simulant des cellules géantes. Au fur et à mesure que l'œuf grossit, les villosités s'accroissent et s'allongent à leurs extrémités distales. Tous les tissus prolifèrent; la couche syncytiale s'accroît aussi avec activité, mais nous ne pensons pas que ce soit aux dépens de celle-ci que se fait surtout l'accroissement des villosités. D'autre part, on aperçoit de place en place des éléments protoplasmiques de volume relativement plus petit, bien que leurs dimensions soient parfois encore assez considérables; elles semblent ne plus faire partie de l'assise plasmodiale discontinue que nous avons décrite ci-dessus et forment, dans les coupes, des cellules géantes indépendantes. Ces prétendues cellules géantes, ne résultent que d'un morcellement apparent des parties constituant la couche syncytiale discontinue, atteintes plusieurs fois par le microtome (fig. *b, c, d, e*, planche dans le texte). D'autre part, ces aspects de cellules géantes résultent encore d'une transformation considérable du plasmoditrophoblaste primitif, comme Peters et Bryce l'ont bien observé. L'extraordinaire irrégularité dans la disposition de l'assise est due à un processus de vacuolisation qui a brisé les masses primitives, grandes, solides et cohérentes et leur a donné progressivement cet aspect déchiqueté d'une éponge à mailles rompues, et ont laissé pénétrer dans leurs mailles le sang des vaisseaux dont ils ont détruit successivement la paroi endothéliale.

Quoi qu'il en soit, dans ces pseudo-cellules géantes, de forme très variable, on aperçoit des vacuoles, remplies parfois de débris granuleux, d'hématies ou encore d'un leucocyte dont le noyau seul aurait été coloré. Ces vacuoles sont-elles, comme certains le pensent, des vacuoles de digestion? Y trouve-t-on des gouttelettes de graisse? Nos préparations ne nous ont pas permis (à cause de la récolte du matériel d'étude) de rechercher les caractères précis de ces enclaves cytologiques.

De petites vacuoles débouchent sur les bords du syncytium;

d'autres apparaissent plus grandes, allongées, ovoïdes; d'autres

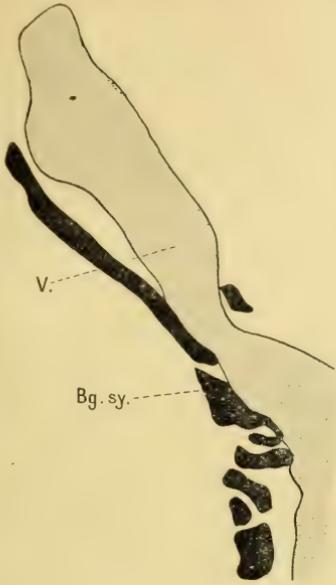


Fig. b



Fig. c

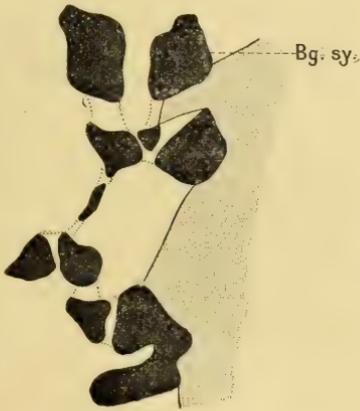


Fig. d

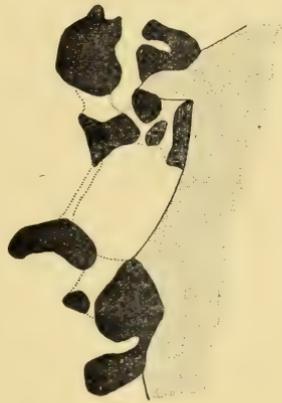


Fig. e

Fig. b, c, d, e.

enfin, plus considérables encore, figurent de grandes lacunes et nous

pouvons observer tous les stades intermédiaires entre les masses où la vacuolisation commence et parsème irrégulièrement la surface plasmodiale, la criblant de petits orifices, et le réseau plasmodial déroulé dont les mailles sont remplies de globules sanguins maternels.

Trouvons-nous dans nos préparations quelques faits qui pourraient nous permettre de connaître l'origine des couches cellulaires et plasmodiale? Nous ne saurions reprendre en détail les discussions interminables qui ont pu s'élever au sujet de l'origine ou de la nature exacte de l'assise syncytiale. On sait actuellement, sans aucun doute, que le revêtement épithélial de la villosité provient du tissu fœtal et non du tissu maternel refoulé. D'après des observations faites sur de jeunes œufs humains, et en particulier par Catherine van Tussenhœk, l'existence d'une couche syncytiale sur les villosités d'une vésicule choriale a été révélée même sur une vésicule incluse dans l'ovaire. On pourrait penser que l'épithélium folliculaire jouerait peut-être le rôle important dans ce cas; il n'en est rien vraisemblablement, puisque la couche syncytiale apparaît de la même façon sur une vésicule incluse dans le stroma même de l'ovaire, en dehors du follicule de De Graaf. Ni les éléments du derme de la muqueuse, ni le revêtement épithélial ne sauraient par conséquent entrer en ligne de compte, puisqu'ici ils sont absents. C'est bien aux tissus fœtaux que ces assises cellulaires doivent leur origine: elles représentent une édification ectodermique et le mode d'implantation de l'œuf utérin de Bryce et de Teacher permet de ne plus mettre en doute l'origine ectodermique du plasmode.

Quels sont les rapports génétiques des deux assises entre elles? La plasmodiale vient-elle de la cellulaire ou la cellulaire de la plasmodiale? Pour Minot, Van Beneden, Peters, la couche cellulaire donnerait naissance en se transformant à la couche plasmodiale; Katschenko, Marchand, Peters ont constaté d'autre part des formes de passage entre le syncytium et la couche cellulaire: ce fait plaiderait en faveur de l'origine du plasmode aux dépens de la couche cellulaire. Pour D'Eternod, c'est l'assise plasmodiale qui végète au niveau du crampon villeux, tandis que la couche à cellules distinctes se différencie ultérieurement aux dépens du plasmodium.

L'examen systématique des séries ne nous a pourtant amené à aucune conclusion ferme : comme il faut toujours se garder des généralisations hâtives et se méfier des apparences, il nous a semblé que nous ne pouvions émettre une opinion ayant quelque valeur dans la discussion, puisqu'elle ne serait basée que sur l'examen d'un seul stade. Toutefois il nous paraît que l'assise plasmodiale doit être moins ancienne que la cellulaire : et c'est cette dernière qui modèlerait de proche en proche la superficielle, au fur et à mesure que l'axe mésodermique s'accroîtrait. Quoi qu'il en soit, aucun fait précis ne nous permet de rejeter les conclusions de D'Eternod, basées sur un grand nombre d'observations.

VI

LE COELOME

En regardant les figures 1 et 2 de la planche II, on aperçoit entre le feuillet externe épaissi de l'embryon et le feuillet interne une fente qui semble représenter le coelome interne. Nous savons qu'il n'en est rien, que l'espace ainsi réservé se produit artificiellement, et qu'il ne se trouve pas entre l'ectoderme et l'endoderme, mais entre l'ectoderme et le mésoderme qui se détache en totalité de celui-ci au moment de la fixation de l'embryon ; de même quand on veut fixer des villosités intestinales de l'Homme, même avec d'innombrables précautions, on trouve assez souvent dans les coupes le chorion de la villosité détaché de l'épithélium et rétracté vers la base de la villosité. Le même phénomène de rétraction se retrouve chez la plupart de embryons jeunes et nous l'observons en particulier dans les figures de l'œuf de Von Spee (V. H.) et l'auteur appelle *membrana prima* la limite externe de cette portion mésodermique rétractée.

Le feuillet relativement épais qui se trouve sous l'ectoderme représente ainsi, en réalité, le mésoderme et l'endoderme accolés ; sur les coupes, nous avons vu, en étudiant la paroi de la vésicule ombilicale, que ce mésoderme est peu abondant, qu'il se compose

surtout de cordons cellulaires avec des espaces vides dans l'intervalle de ces cordons : le cœlome intra-embryonnaire n'existe pas encore.

Il n'en est pas de même du cœlome externe ou extra-embryonnaire qui a pris déjà dans notre œuf un développement considérable. Cela n'a rien qui doive nous étonner : dans les œufs humains très jeunes, on observe que le chorion subit de très bonne heure un accroissement rapide, il se développe beaucoup plus rapidement que l'embryon dont le siège devient de plus en plus excentrique. Entre les annexes embryonnaires et le chorion se constitue aussitôt un espace dont le volume s'élève rapidement. Dans l'œuf de Peters, le cœlome externe s'est déjà affirmé et son développement apparaît relativement considérable. Pour Bryce et Teacher, le cœlome extra-embryonnaire se montrerait avant l'apparition d'une ligne primitive ou d'un axe embryonnaire et avant la formation du mésoderme dorsal du corps de l'embryon. Dans l'œuf de Beneke, assez voisin du nôtre par la disposition générale des villosités, le cœlome offre des dimensions proportionnellement considérables.

L'espace compris entre le chorion d'une part, la vésicule ombilicale et l'amnios de l'autre est occupé par un magma coagulé dessinant à l'intérieur de l'exocœlome des tractus assez épais le divisant en aréoles. L'une de ces travées se rencontre sur un assez grand nombre de coupes : elle traverse le cœlome dans son tiers inférieur, une autre constituée également par une substance albumineuse coagulée fait le tour de l'embryon, l'encastre, contourne le pédicule et double en dedans le mésoderme du chorion (voir fig. 2, planche I). En d'autres régions encore, des tractus plus ou moins grêles traversent la cavité de l'œuf et délimitent des cavités plus petites. Nos observations ne nous ont pas permis d'attacher à leur existence une importance quelconque, mais nous pensons volontiers que ces matières albuminoïdes peuvent jouer vis-à-vis de l'embryon un rôle de fixation ; peut-être aussi, comme le pensent certains observateurs et en particulier D'Eternod chez l'*Homme* et Selenka chez *Hylobates Rafflesii*, jouent-elles un rôle important dans la nutrition de l'embryon.

Nous ne trouvons pas, dans nos préparations, de vaisseaux

émanés des appendices villeux du sac vitellin et « qui se prolongent d'une manière très évidente le long de quelques travées et vont même jusqu'au chorion ». C'est Giacomini qui a appelé d'abord l'attention sur la masse myxomateuse ou magma réticulé, qui se dispose dans l'intérieur du cœlome, parcouru par de minces travées qui aboutissent à la lame mésodermique compacte de la périphérie. L'idée émise par D'Eternod que les matières albuminoïdes s'accumuleraient dans l'exocœlome pour servir de réserve nutritive dans laquelle l'œuf pourrait ensuite puiser ses éléments nourriciers, nous a paru très heureuse.

VII

IMPLANTATION DE L'ŒUF. CADUQUES

Considéré en place, dans l'épaisseur du derme, l'œuf soulève la muqueuse et la fait saillir d'une manière appréciable dans la lumière de l'utérus. L'épaisseur du derme qui le recouvre varie considérablement suivant les points envisagés; elle oscille entre 250 μ et 1 200 μ environ, suivant les points envisagés; on peut dire, d'après l'examen des coupes en série, que l'œuf en pénétrant dans le derme dédouble, en quelque sorte, ce tissu en deux lames d'épaisseur bien inégale: ainsi se constitue la chambre d'implantation de l'ovule fécondé; ainsi prennent naissance les trois membranes classiques, les caduques vraie, réfléchie et sérotine.

Si l'on a cru, bien à tort, pendant longtemps, que l'arrivée de l'œuf dans la cavité utérine provoquait la formation de replis boursoufflés de la muqueuse, que l'œuf allait se loger dans une des dépressions de cette muqueuse et finissait par être englobé dans une véritable capsule constituée par le bourgeonnement et la soudure des plis qui circonscrivent la cupule primitive, les observateurs sont devenus très sceptiques sur ce mode de fixation de l'œuf et ont rejeté ces conceptions primitives par trop simplistes.

Une lumière toute nouvelle a été jetée récemment sur la question de l'implantation de l'ovule humain fécondé grâce aux beaux travaux de Selenka, Mathias Duval, Von Spec, Hubrecht, chez les

Rongeurs et chez les *Insectivores*, grâce aussi aux travaux de Peters, S. Minot, Léopold, D'Eternod, Bryce-Teacher, Keibel-Frassi, Beneke, etc. ; ils nous serviront bientôt de termes de comparaison.

Les rapports anatomiques et physiologiques entre l'utérus et l'ovule fécondé sont de plus en plus intimes, au fur et à mesure que l'on s'élève dans l'échelle de la série des Vertébrés : la progression semble graduée et régulière. C'est chez l'Homme que serait atteint le dernier terme de toute une gradation adaptative. Vraisemblablement, l'œuf prend contact avec la muqueuse utérine, détruit l'épithélium utérin, comme V. Spee l'a vu chez le *Cobaye*, gagne le derme et y pénètre de plus en plus profondément. L'œuf humain de Bryce-Teacher s'encapsule ainsi dans une enveloppe caduque, constituée par le chorion : en une toute petite zone, d'aspect cratériforme, cette capsule présente une solution de continuité qui marque sans doute l'endroit précis par où l'ovule fécondé est entré dans la muqueuse : l'épithélium de revêtement recouvre toute la caduque capsulaire, sauf au niveau de la cicatrice.

Le trajet que l'œuf a creusé s'efface peu à peu, par rapprochement de ses deux lèvres. Dans l'œuf de Peters, l'orifice de pénétration est comblé et surmonté par une sorte de champignon fibrineux déjà organisé.

De même, si l'œuf de Spee (1905) s'enveloppe d'une couche régulière de tissu organisé, une aire relativement large, dans laquelle la caduque fait défaut, est occupée par un amas de fibrine et de globules sanguins.

D'autres œufs, notamment celui décrit par Reichert, montrent, au-dessus du blastocyste, une petite zone de décidue capsulaire ou réfléchie, différant dans sa structure du reste de la caduque et constituée apparemment par du tissu cicatriciel.

Dans l'œuf de Frassi, nous ne trouvons plus trace de cette pénétration dans la muqueuse par effraction. La cavité d'implantation s'entoure de la caduque, mais il n'y a pas de cicatrice apparente. De même, dans l'œuf de *Beneke*.

Dans notre œuf, on remarque surtout (fig. 2, planche VI) dans la caduque réfléchie, fissurée en certains points, la présence d'un immense caillot, renflé en forme de virgule, sur certaines coupes,

ou en forme de croissant, sur d'autres. Ce caillot ne se trouve pas inclus dans l'épaisseur de la caduque, comme on le croirait d'abord, mais il s'intercale exactement entre la coque elle-même et la caduque réfléchie. Ce caillot a une longueur de 4 à 5 millimètres. Sa largeur est de 750 μ environ. Des amas sanguins de volume plus ou moins considérable, constitués par des capillaires dilatés ou par des infiltrations globulaires, occupent cette portion de la caduque. Au niveau du caillot les villosités sont moins nombreuses et plus courtes; elles semblent gênées dans leur expansion normale. Plus tard, vers la cinquième semaine environ, c'est à cette région du caillot que l'œuf s'attachera plus solidement qu'à tout autre point de la chambre ovulaire.

Ainsi l'œuf se loge dans la muqueuse, il se comporte vis-à-vis d'elle comme un parasite, et se nourrit aux dépens des tissus de la mère. Cette pénétration de l'œuf dans le chorion de la muqueuse s'accompagne de réactions tout à fait caractéristiques et nouvelles : du côté de la muqueuse utérine, c'est sa transformation en *caduques* ou *décidues* dont l'ensemble constitue « l'organe gestateur maternel » (D'Éternod); du côté de l'œuf, c'est la formation de « l'organe gestateur fœtal », le *trophoblaste* de Hubrecht, le *trophoderme* de Minot. Au stade que nous examinons, le trophoderme est chorial vilieux sur presque toute sa surface, comme nous l'avons montré en étudiant le chorion : il joue un rôle important dans l'implantation de l'ovule fécondé, d'où le nom de *blastophore* qu'on lui avait encore donné : il fixe l'œuf aux caduques qui se différencient d'une façon précoce. En adoptant la classification de Bâle, nous appellerons *caduque vraie* la portion de décidue qui intéresse la surface générale de la muqueuse du corps utérin, *caduque capsulaire*, la partie de la muqueuse utérine qui passe au-dessus de l'œuf (*caduque réfléchie*) et enfin *caduque basale* la portion située entre l'œuf et la paroi utérine (*sérotine*).

Dès la pénétration de l'ovule fécondé, le chorion de la muqueuse offre tous les signes d'une réaction proliférante intense, les glandes utérines s'allongent, augmentent de calibre; les capillaires se dilatent, d'autres de diamètre réduit font leur apparition et Peters a même signalé la formation de petites artères hélicines. Les

éléments de la trame conjonctive prolifèrent d'une manière très active et l'on peut voir, dans nos préparations, la multiplicité des éléments jeunes et néoformés.

Du côté de la *caduque basale* ou sérotine, les glandes considérablement hypertrophiées offrent l'aspect de grandes lacunes remplies de foyers hémorragiques. Elles ont perdu en partie ou en totalité leur revêtement épithélial; l'épithélium persiste assez souvent au sommet des crêtes ou parties rentrantes des glandes : les noyaux se sont retirés vers le pôle d'insertion de la cellule; les cellules n'ont plus que la moitié de leur hauteur, les limites du cytoplasme se sont effacées, les cils sont tombés, les contours des cellules finissent par disparaître, un plasmodium se constitue tant à la surface de la muqueuse que dans les cryptes.

Ces lacs glandulaires sont remplis de sang de telle sorte que de minces cloisons persistent à peine entre elles. A côté de ces immenses lacunes se trouvent aussi des vaisseaux nombreux et dilatés, mais beaucoup moins larges que les glandes dont nous venons de nous occuper.

En d'autres points de la *caduque vraie* et surtout en face des pôles de l'œuf, les glandes restent bien reconnaissables à leur structure spéciale, bien qu'elles soient très hypertrophiées (Minot a appelé l'attention sur ce point) et surtout encore à leur épithélium de revêtement : les noyaux semblent moins pâles, le cytoplasma n'apparaît plus granuleux, les cellules sont hautes et régulièrement disposées, perpendiculaires au plan tangent superficiel.

En général, les glandes de la muqueuse se disposent en éventail autour de l'œuf : leur direction est oblique de dedans en dehors ou de la profondeur vers la surface. En face de la paroi dorsale avilleuse du chorion (champ dorsal), de chaque côté du plan prolongé, mené par l'équateur de l'œuf, se dispose symétriquement une paire de glandes utérines considérablement hypertrophiées. D'abord deux médianes, situées l'une et l'autre de chaque côté du plan médian, légèrement divergentes à leur base, c'est-à-dire vers la capsule ovulaire. De chaque côté de celles-ci, en dehors, nous remarquons une autre glande et ces deux glandes divergent l'une de l'autre, à leur base, d'une manière considérable,

comme si elles voulaient passer au-dessus des pôles de l'œuf (fig. 2, planche VI). Enfin, plus en dehors et symétriquement placées, se disposent des glandes encore pelotonnées et hypertrophiées, mais de moins en moins larges et de moins en moins bourrées d'éléments sanguins au fur et à mesure qu'elles atteignent les pôles. Au niveau des pôles leur calibre se réduit beaucoup.

Les quatre glandes médianes, dilatées à l'extrême, sont visibles à l'œil nu sur les préparations, elles mesurent un calibre de un demi à un millimètre, et même plus. Celles qui sont situées au delà et dont le calibre se réduit au voisinage des pôles ont des dimensions qui oscillent entre 100 et 140 μ . Aux pôles mêmes, le diamètre se réduit à 80, à 60 et même à 50 μ .

Nous ferons remarquer que les villosités choriales commencent à apparaître longues, nombreuses et ramifiées, là où les glandes divergent et présentent des dilatations peu accentuées. C'est surtout en face de la paroi dorsale avilleuse que nous observons les plus grandes dilatations et par suite les plus grands lacs sanguins. De même, sur la paroi opposée ou ventrale, c'est vis-à-vis du caillot sanguin que les villosités choriales se trouvent gênées dans leur développement. La présence des lacs sanguins ou, si l'on veut, les pressions variables résultant des changements de consistance de la muqueuse, suivant les points considérés, jouent un rôle appréciable dans la situation et l'accroissement des villosités.

Sur les deux faces, dorsale et ventrale, l'œuf se trouve comprimé, d'où son aspect ovoïde, lenticulaire; cette compression s'exagère au niveau des champs dorsal et ventral : dans l'un, par la présence de volumineux lacs sanguins glandulaires; dans l'autre, par la pression de la cicatrice ou du caillot sanguin résultant de l'effraction primitive de la paroi. Aussi, est-ce au niveau des pôles de l'œuf, c'est-à-dire dans les régions où l'œuf se trouve le plus libre, que les villosités acquièrent leur plus grande expansion. C'est D'Eternod qui a bien montré quelles sont les circonstances qui déterminent les diverses fluctuations du développement du chorion, nous n'y reviendrons pas; les variations de nutrition, les variations dans les efforts jouent un rôle de premier ordre. Deux grands lacs sanguins maternels tendent à se former : le lac sanguin dorsal primordial qui

recouvre le champ glabre correspondant, le lac sanguin ventral qui recouvre le champ glabre ventral. Sur les bords, les villosités peuvent s'étendre à leur aise et il se dessine tout d'abord une couronne villeuse circulaire, comme dans l'œuf de Reichert. Nos observations nous permettent de confirmer ces interprétations et les figures montrent bien, sur notre embryon, la prédominance des productions villeuses au niveau des pôles.

La caduque réfléchie ou *capsulaire* mesure environ 250 μ et 1 100 à 1 250 μ au niveau du caillot : nous avons pu observer que la zone centrale est vasculaire, comme l'a montré V. Spee (V. H.), et occupée par un exsudat fibrineux et une infiltration sanguine. Il n'y a pas de glandes, ni grandes ni petites, sauf au point où la caduque capsulaire se continue avec la caduque vraie. Elle se montre semée d'éléments cellulaires bien différents de forme et de taille, cellules fusiformes avec noyau ovoïde, petites cellules polyédriques à noyau plus ou moins arrondi, grandes cellules avec un ou plusieurs noyaux : cellules déciduales, mais tous les noyaux paraissent riches en chromatine et présentent le plus souvent un nucléole très net. Des hématies, des leucocytes s'infiltrèrent entre tous ces éléments et forment parfois de petits amas. Au delà de la saillie formée par la caduque dans la cavité utérine, on note la réapparition capsulaire du revêtement épithélial et l'on peut voir, un peu au delà, les orifices des glandes débouchant dans la cavité utérine. Les cellules les plus superficielles de la caduque réfléchie s'aplatissent et ont en coupe l'apparence fusiforme : nous ne croyons pas pouvoir assimiler à un revêtement épithélial cette assise discontinue constituée par les éléments conjonctifs les plus superficiels.

La caduque réfléchie qui recouvre l'œuf de Beneke ne renferme pas un volumineux caillot en croissant comme le nôtre ; on y trouve bien une infiltration sanguine diffuse et plusieurs lacs sanguins dont l'un prend quelque importance, mais cette caduque réfléchie, comme la caduque basale d'ailleurs, est évidemment moins apoplectique que celles qui enveloppent notre œuf : les infarctus que l'on y observe n'atteignent qu'un volume restreint.

Aussi la répartition des villosités apparaît plus uniforme ; les

causes de compression sur les faces dorsale et ventrale disparaissent en partie; le champ glabre dorsal nous semble indiqué, mais il n'attire pas, comme dans notre vésicule choriale, l'attention de l'observateur. Il serait intéressant toutefois d'examiner en série les coupes de cette région dans l'œuf de Beneke. L'absence du grand lac sanguin maternel « primordial, dorsal » sur la figure 64, Planche 16, l'orientation différente de l'embryon pourraient peut-être servir à contrôler une fois de plus les hypothèses très curieuses et très vraisemblables émises par D'Éternod, à la suite d'observations multiples qui portent sur de jeunes embryons à des stades différents du développement.

Nous pensons, comme lui (et nous avons exposé en détail nos remarques à ce sujet), que l'œuf comprimé sur ses deux faces laisse ses villosités s'accroître librement d'abord aux pôles où la compression se réduit, au début, au minimum, puis sur la face ventrale et enfin sur la face dorsale : c'est sur cette dernière qu'elles se développent le moins dans notre cas. Dans l'observation de Beneke, les dilatations glandulaires apparaissent moins considérables et par suite la résistance et les pressions sont moins grandes, aussi le développement des villosités peut-il se produire plus facilement sur la paroi dorsale ovulaire de l'œuf de Beneke que sur la face correspondante de notre œuf.

L'examen complet de nos séries et la disposition particulière des glandes ont éveillé dans notre esprit une hypothèse qui nous a paru avoir quelque intérêt. En pénétrant dans la muqueuse, l'œuf a corrodé la paroi des vaisseaux qu'il a rencontrés, les a déchirés partiellement et le sang qu'ils contenaient s'est répandu entre les éléments constitutifs du derme et a envahi les cavités des glandes utérines. Cette région de pénétration doit être limitée, pensons-nous, et nous allons essayer de la définir. Dans notre observation deux glandes à peine se dilatent à l'extrême et ce sont celles qui répondent exactement au milieu de la face dorsale de l'œuf. Les autres glandes, et nous avons appelé l'attention sur ce point, divergent et semblent s'écarter en deux groupes, l'un passe au-dessus du pôle supérieur, l'autre au-dessous du pôle inférieur; par conséquent elles ont dû faire place à l'œuf au moment de son encas-

trement et l'ovule fécondé, de volume primitivement réduit, les a d'abord écartés légèrement, puis au fur et à mesure qu'il s'enfonçait plus profondément et qu'il se développait davantage, l'écartement des glandes devint plus considérable. Comme l'érosion a intéressé surtout quatre glandes sur les coupes et que l'hémorragie se montre surtout abondante dans les cavités des 2 glandes médianes, ne pouvons-nous admettre que l'implantation de l'ovule s'est faite juste en face de ces deux glandes?

En d'autres observations, le nombre des glandes ainsi considérablement dilatées apparaît moins élevé, mais, dans chaque cas, les plus périphériques s'écartent de plus en plus, pendant que l'œuf augmente de volume. Nous ne trouvons parfois dans les figures d'autres embryons qu'une seule grosse glande dilatée et remplie de sang, alors que les voisines divergent en éventail et contiennent peu de globules. La disposition des villosités, comme celle des glandes, peut varier, dans chaque cas particulier, d'une façon surprenante : elles doivent surtout différer suivant l'importance de l'irruption du sang maternel. Ne serait-ce pas au niveau de la glande primitivement ou secondairement érodée que se produirait l'implantation, puisque c'est la seule qui, sur la coupe, semble gorgée de globules sanguins? Si, pour nos considérations, nous voulions nous en tenir à la coupe unique que nous offre Beneke, nous pourrions conclure par l'affirmative. L'auteur seul pourrait nous dire ce qu'il pense de notre hypothèse par l'examen sérié de la région villose dorsale. Il suffirait de voir si la zone de dilatation que l'on retrouve sur un très grand nombre de coupes est toujours dans le prolongement du même foyer.

Sous des influences diverses et que nous ne connaissons pas encore, les infiltrations de sang maternel peuvent s'exagérer, mais on trouve dans tous les cas des infiltrations limitées soit dans l'épaisseur de la caduque, en général, soit dans la caduque réfléchie. Tantôt, dans la caduque réfléchie, il y a plusieurs petits lacs, tantôt un seul grand : ce lac ou ce caillot sanguin (le mot est impropre au point de vue physiologique) se trouve au voisinage du pôle supérieur, ou bien vers le pôle inférieur ou encore, comme dans notre cas, franchement sur la face ventrale. Suivant ces modalités,

la poussée des villosités sera entravée dans la région correspondante du chorion. Ce qui confirme toutes ces observations, c'est que plus tard aussi, quand il se fera une dilatation excentrique de l'œuf, dans le sens de la moindre pression, c'est-à-dire vers la cavité de l'utérus, cette dilatation aura pour conséquence de faire disparaître les villosités sur cette face et le chorion villex se transformera en chorion larve. D'autre part, il n'y a pas que sur le champ avilleux dorsal, au niveau de l'insertion du pédicule abdominal, que nous trouvons ces modifications de structure; sur la même face dorsale et en des régions très éloignées de l'insertion embryonnaire, nous trouvons des zones où la saillie des glandes, injectées de sang au point d'en crever, devient plus considérable et se rapproche de la cavité ovulaire. Le retentissement sur la paroi choriale ne se fait pas attendre et en ces régions précises, en dehors du champ avilleux dorsal, nous observons ainsi des sortes de plaques de pelade, c'est-à-dire des zones où les villosités font totalement défaut ou bien sont excessivement courtes.

D'ailleurs, il ne s'agit en l'espèce que d'un phénomène constant en biologie générale, que les phénomènes de compression viennent de l'intérieur ou de l'extérieur. Si nous considérons, par exemple, les rapports des villosités intestinales avec les follicules clos situés dans l'épaisseur du chorion de la muqueuse, nous observons deux modalités typiques : tantôt, les villosités disparaissent complètement de la surface, au niveau d'un gros follicule saillant, et s'ordonnent tout autour de sa base en lui formant une couronne; tantôt, et c'est le cas le plus rare, de petites villosités recouvrent le follicule, mais alors le follicule est de petites dimensions, et ceci explique la persistance des appendices de la muqueuse.

Bujard a étudié tout récemment le mécanisme par lequel prennent naissance toutes les formations appendiculaires du tégument interne; pour lui les villosités intestinales, comme les appendices choriaux, subissent peu de modifications dans leur structure intime, mais les fluctuations dans le volume comme dans la forme générale sont considérables : tous les stades existent, comme dans notre observation, entre l'ondulation simple et la villosité pénicillée ou richement arborisée.

VIII

AGE

Quel est l'âge de l'embryon que nous avons observé, quelle place peut-on lui assigner dans la Normentafel de l'Homme du Pr. Keibel?

L'estimation clinique donne dix jours au type que nous avons étudié en détail. En réalité, il est très difficile de fixer d'une manière exacte l'âge d'un embryon ou celui d'un œuf en général. Les règles formulées par His, pour arriver à une détermination certaine, sont inapplicables, dans le cas particulier, au calcul de l'âge des plus jeunes stades.

Quand un observateur a eu la chance de posséder un embryon dont l'âge peut être précisé, on doit s'efforcer de relier les faits connus à ceux fournis par des stades très voisins. On réunira le plus grand nombre possible de renseignements; les recherches porteront sur les dates de la menstruation, le stade de développement des divers feuilletts ou annexes embryonnaires, sur l'état, la forme ou la longueur de la ligne primitive, l'aspect général du corps de l'embryon et les phases de la placentation. On recherchera encore le mode d'implantation, la disposition des lacs sanguins, et c'est de l'ensemble de ces documents que l'on pourra tirer une conclusion aussi voisine que possible de la vérité.

1° Pris isolément, chacun de ces renseignements ne pourra nous fournir de données précises. Ainsi l'on ne saurait se baser uniquement sur la menstruation : car en admettant même la connaissance exacte de la dernière apparition des règles, fait que le médecin ne peut presque jamais constater scientifiquement, l'âge de la grossesse est une des questions les plus difficiles à résoudre.

Menstruation et ovulation ne sont pas des phénomènes intimement liés l'un à l'autre et il n'y a plus aucun doute pour personne qu'entre deux périodes de menstruation, un follicule de De Graaf puisse crever et l'ovule être fécondé. Rappelons que pour certains la menstruation se produirait une douzaine de jours après la ponte ovulaire qui la détermine.

2° Le calcul de l'âge d'après les mensurations seules n'apporte pas davantage de résultat certain. Tel œuf plus âgé qu'un autre assez voisin peut être moins avancé en développement. On pourra se baser, comme l'ont fait d'autres observateurs, sur la date et le mode de l'implantation de l'ovule fécondé dans la profondeur du chorion muqueux.

Il n'est pas probable que l'œuf humain puisse être inclus plus tôt que celui du Cobaye et les faits semblent montrer qu'il faut accepter l'opinion de Graf-von Spee, à savoir que l'inclusion pour les œufs humains ne peut exister avant sept jours.

Si, d'autre part, nous consultons le tableau comparatif dressé par Bryce et Teacher, nous remarquons que les auteurs adoptent ce délai de sept jours et, parmi les œufs cités, il en est quelques-uns pour lesquels il ne saurait subsister aucun doute sur l'âge : tel celui d'Eternod, où il s'agissait d'une « femme digne de confiance ».

4. Dans la classification de Minot, notre œuf se caserait dans le troisième stade. Le premier se caractérise pour l'auteur par la segmentation de l'œuf; le second, par le développement de la vésicule blastodermique; dans le troisième, il existe une ligne primitive et l'auteur ajoutait, dans son édition de 1903 : « No human ovum with a primitive streak before the formation of the medullary plate has been observed. » Depuis lors quelques types ont été observés à ce stade, comme Minot l'écrit dans son édition de 1910, et nous verrons que notre embryon se case parmi les plus jeunes connus à ce stade.

5. Dans la Normentafel de l'homme du Prof. Keibel, le plus jeune embryon décrit et le premier de la série est celui de Frassi. Mais il y a encore un petit nombre d'embryons qu'il nous faut citer et qui sont moins âgés que le plus jeune de la Normentafel. Ce sont ceux renfermés dans l'œuf de Reichert, de Wharton Jones, de Breuss, de Schwabe; mais il manque à ces observations les documents fournis par les méthodes de la technique moderne, appliquées aux œufs plus récemment étudiés. L'absence de termes homologues de comparaison nous fera également laisser volontairement de côté les œufs de Ahlfeld, de Beigel et Löwe, de Breuss, de Van Heukelom, de Hitschmann et Lindenthal, de Hoffmeier, de

Kollmann, de Léopold, de Marchand, de Rauscher, de Von Spee (*Gle*), de Keibel et de Stolper.

Si l'interprétation de Bryce est exacte, l'œuf qu'il a étudié est le plus jeune et le rudiment embryonnaire se trouve à un stade très précoce du développement. Mais, pour la recherche de l'âge de notre embryon, cet œuf comme celui de Peters ou celui de Heine et Hofbauer apparaissent comme beaucoup trop jeunes et cependant Bryce et Teacher leur assignent déjà treize à quatorze jours d'existence dans leur tableau comparatif. L'œuf de Peters ne saurait être âgé seulement de trois à quatre jours, comme on le dit communément après l'auteur lui-même. C'est à ce titre seulement que le nôtre serait de dix jours : or il est plus âgé, comme nous le verrons bientôt.

Les dates les plus précises sont celles données par les cas de Merttens, Beneke, Rossi Doria, Eternod et Reichert. Dans l'observation de Merttens, l'œuf de 4 mm. \times 3 mm. fut trouvé dans des produits de curettage envoyés pour examen au laboratoire de Langhans; le curettage a été fait 21 jours après le début de la dernière menstruation : celle-ci dura 5 jours, laissant une période intercalaire de 16 jours : c'est l'âge maximum de l'œuf. Merttens le considère comme âgé de moins de 16 jours : quoi qu'il en soit, il est à peine un peu plus développé que celui de Peters; aussi l'âge de 13 à 14 jours donné à l'œuf de Peters se rapproche-t-il de la réalité.

L'embryon de Beneke, un peu plus jeune que celui de l'œuf de v. Spee (*V. H.*), provient d'un œuf qui mesure 4 mm. $2 \times 2,2 \times 1,2$, à l'intérieur. Beneke estime que l'âge de son embryon est peut-être de 12 à 14 jours, mais qu'il ne dépasse pas certainement 18 jours.

Presque semblable aux deux précédents, l'œuf de Reichert mesure intérieurement 5 mm. 5×3 mm. 3 et compte 17 à 18 jours.

Nous ne citerons que pour mémoire l'œuf de Rossi Doria, dont les dimensions se rapprochent suffisamment de celles du nôtre. Bien que l'œuf paraisse remarquablement bien conservé, il ne renferme pas d'embryon : d'ailleurs, la décidue capsulaire semble rompue.

Il reste l'œuf de d'Eternod qui, au point de vue de la détermina-

tion de l'âge, paraît un des plus importants de la littérature embryologique. Bien conservé et décrit avec soin, il compte 18 à 19 jours. La femme « digne de confiance » donne ce renseignement très précis : « 21 jours se sont écoulés après un seul coït ». L'embryon qu'il renferme mesure 1 mm. 3 de longueur et 0,18 à 0,22 de largeur. Il est au même stade de développement que l'embryon classique de v. Spee (*Gle*), mais un peu plus petit en tous points. L'embryon *Gle* de v. Spee est le second de la Nomenclature du Pr. Keibel.

Notre œuf, comme le n° 4 du Pr. Keibel, est plus jeune que celui de d'Eternod et l'œuf de d'Eternod est manifestement plus jeune que le *Gle* de v. Spee. Il devient alors inutile de pousser plus loin nos comparaisons.

La situation de notre stade dans la série des embryons connus jusqu'à ce jour se trouve intermédiaire entre le *V. H.* de v. Spee et l'embryon de Beneke d'une part, entre celui de D'Eternod et le *Gle* de v. Spee d'autre part. Il est assez voisin de celui bien étudié par Frassi.

L'œuf de Frassi, obtenu par hystérectomie, renferme un rudiment embryonnaire qui mesure 1 mm. 17 × 0 mm. 6. Son âge est compris entre 16 et 18 jours par comparaison avec ceux de Beneke et de D'Eternod. Minot annonce que « The Harvard Embryological Collection » possède un embryon, série 825, en excellent état de préservation, qu'il est un peu plus jeune que celui de Frassi et que bientôt son observation sera publiée.

Notre embryon apparaît également un peu plus jeune que celui de Frassi, le canal neurentérique n'y est pas encore indiqué, le développement des villosités semble beaucoup moins avancé que dans l'œuf de Frassi et les dimensions respectives de l'œuf : 7 mm. 5 × 4 mm. × 12 mm., sont inférieures à celles de l'œuf de Frassi : 13 mm. × 5 mm. De même, pour l'embryon : 0,9 × 0,6 opposé à 1,17 × 0,6, son âge exact serait de 13 à 15 jours, 17 au maximum.

Quoi qu'il en soit, notre embryon apparaît beaucoup plus jeune que l'embryon connu et devenu classique, décrit avec minutie par Gr. v. Spee au stade du canal neurentérique.

Bryce et Teacher ont établi pour les embryons, décrits jusqu'alors, une « échelle d'âge » que nous reproduisons ci-dessous :

| | | | |
|--------------------------|--------|------|-------|
| 1. Bryce-Teacher | 13 | à 14 | jours |
| 2. Peters..... | 13 1/2 | à 14 | — 1/2 |
| 3. Jung..... | 14 1/2 | à 15 | — 1/2 |
| 4. Merttens..... | 14 1/2 | à 15 | — 1/2 |
| 5. Beneke..... | 16 | à 17 | — |
| 6. V. Spee (V. II.)..... | 17 | à 18 | — |
| 7. Léopold..... | 17 | à 18 | — |
| 8. Reichert..... | 17 | à 18 | — |
| 9. Bossi-Doria..... | 18 | à 19 | — |
| 10. Eternod..... | 18 | à 19 | — |
| 11. Frassi..... | 18 | à 19 | — |
| 12. V. Spee (Gle)..... | 19 | à 20 | — |

Dans son magnifique exposé, Beneke adopte cette classification ; seulement il estime que son embryon doit trouver place avant celui de Merttens et peut-être même avant celui de Jung. Rien n'est plus difficile que l'appréciation exacte de l'âge d'un embryon, quand on songe, comme nous le disions, que Peters a assigné 3 à 4 jours au type qu'il a décrit, au lieu de 13 à 14.

Actuellement que nous possédons plusieurs termes de comparaison, les observateurs, soucieux de tenir grand compte des recherches antérieures aux leurs, pourront consulter avec fruit cette partie de Normentafel que M. Keibel ne manquera pas d'ajouter à ses tables.

La classification par tableau ne commence actuellement, dans la Normentafel de Keibel, qu'au type décrit par Frassi.

D'après l'ensemble des détails, le développement de l'œuf, le mode de ramification et la répartition des villosités, d'après la disposition des feuilletts primordiaux et l'aspect général de l'écusson embryonnaire, notre type viendrait se placer dans le tableau général un peu plus loin que l'embryon de Beneke ; il est certainement moins jeune que celui-ci : cela ne fait aucun doute, mais la différence n'apparaît pas considérable. Nous obtiendrions ainsi le classement suivant, notre embryon se plaçant entre les deux groupes suivants :

| | | | |
|-----|---|-----------------------|------------------|
| I. | { | Beneke | 12 à 14 jours. |
| | | Von Spee (V. H.)..... | Un peu plus âgé |
| | | Debeyre | 13 à 15 jours. |
| II. | { | Frassi..... | } 18 à 19 jours. |
| | | D'Eternod..... | |

Les conclusions de notre étude ou le résumé de nos observations se trouvent exposés ci-dessous.

TABLEAU, SUIVANT LE TYPE DE LA NORMENTAFEL DE M. KEIBEL

EMBRYON HUMAIN.

(Collection du Laboratoire d'Histologie et d'Embryologie de la Faculté de médecine de Lille.) Professeur : M. LAGUESSE.

| | | |
|------------------------|---|--|
| MENSURATIONS. | { | L'œuf à l'extérieur mesure 7 mm. 5 × 4 mm. × 12. |
| | | Les parois de l'œuf = 0,95. |
| | { | La cavité de l'œuf = 5,6 × 2,1. |
| | | La caduque réfléchie va de 250 μ à 1 250 μ, au niveau du caillot. |
| AGE. | { | L'Embryon, dans son ensemble : 0,9 × 0,6 × 0,95. |
| | | La vésicule ombilicale : 0,9 × 0,53 × 0,84. |
| | { | Treize à quinze jours. |
| | | Dans l'ensemble, bouclier oblong mesurant 0 mm. 85 × 0,56 × 0,29. |
| FORME DU CORPS. | { | La ligne primitive, régulièrement incurvée et convexe à gauche, le partage en deux portions distinctes. Pas de courbures dorsales, mais protubérances caudales, inégales et asymétriques. |
| | | Au-dessous de la plaque ectodermique, représentant l'embryon, est appendue la vésicule ombilicale. |
| | { | L'embryon se rattache à la face profonde du chorion par un pédicule abdominal de 300 à 320 μ × 200 à 250 μ. |
| | | Épaisseur de l'épaississement ectodermique qui figure le corps de l'embryon = 45 μ environ. |
| LIGNE PRIMITIVE. | { | Pas de canal neurentérique. |
| | | Ébauche de la membrane cloacale. |
| SEGMENTS PRIMORDIAUX. | { | Longueur de la ligne primitive : 0 mm. 54. |
| | | Pas encore. |
| SYSTÈME NERVEUX. | { | Pas apparu. |
| TUBE DIGESTIF. | | Pas encore de différenciation de segments. |
| COEUR ET VAISSEAUX. | { | Germes vasculaires sanguins dans la paroi de la vésicule ombilicale au pôle distal, dans le pédicule abdominal et vaisseaux dans le chorion. Pas de vaisseaux dans l'embryon. |
| | | |
| COELOME. | { | Le coelome extra-embryonnaire est très développé. |
| | | Il n'y a pas trace de coelome intra-embryonnaire. |
| CHORION ET VILLOSITÉS. | { | Le chorion a une épaisseur de 45 μ. L'assise épithéliale à elle seule compte 12 μ. Deux champs glabres dorsal et ventral persistent : c'est le dorsal le plus important. Les villosités mesurent de 400 à 1 600 μ. |
| | | |

| | | |
|---------------|---|---|
| AMNIOS. | { | Cavité amniotique close de toutes parts. |
| | | Prolongement amniotique pédiculaire. |
| ALLANTOÏDE. | { | Cauval allantoïdien. |
| | | Longueur : 0 mm. 4. |
| OBSERVATIONS. | { | Hystérectomie abdominale. |
| | | Fixation : Liquide de Zenker. |
| | | Colorations : Hémalun, Hématoxyline au fer. |
| | | Épaisseur des coupes : 10 μ . |
| | { | L'œuf a été débité en série avec la portion de muqueuse utérine qui le contenait. |

Bibliographie.— DEBEYRE, *Comptes rendus de l'Association des Anatomistes*, 1911. Reconstruction en cire. — DEBEYRE, *Comptes rendus de l'Association des Anatomistes*, 1912. Nouveaux modèles en cire et présentation des coupes.

DEBEYRE, *Journal d'Anat. et Physiol*, 1912.

IX

Index bibliographique.

- Nous ne donnons ci-dessous que le titre des principaux ouvrages consultés spécialement par nous.
- AHLFELD. — Beschreibung eines sehr kleinen menschlichen Eies, *Arch. f. Gynäkol.*, Bd. XIII, 1878.
- BEIGEL et LÖWE. — Beschreibung eines menschlichen Eichens aus der zweiten bis dritten Woche der Schwangerschaft, *Arch. f. Gynäkol.*, Bd. XII, 1877, p. 421.
- BEIGEL. — Der drittkleinste bisher bekannte menschliche Embryo, *Arch. f. Gyn.*, Bd. XIII, 1878, p. 437-440.
- BENEDEN (È. VAN). — Recherches sur les premiers stades de développement du murin, *Anat. Anz.*, Bd. XVI, 1899.
- BENEKE (voir STRAHL et BENEKE).
- BRANCA. — Recherches sur la vésicule ombilicale de l'homme, *Annales de Gynéc. et d'obstét.*, octobre 1908.
- et POTOCKI. — L'œuf humain et les premiers stades de son développement, Steinheil, Paris, 1905.
- BROMAN (I.). — Embryologie, 1911.
- BRYCE (H.), JOHN H. TEACHER, JOHN M. MUNKO KERR. — Contributions to the study of the early development and imbedding of the human ovum. — I. On early ovum imbedded in the decidua. — II. On early ovarian pregnancy, *Glasgow*, 1908, Maclehose et Sons.
- BRYARD. — Les appendices choriaux (crêtes et villosités) dans les semi-placentas diffus, *Bibliogr. anat.*, t. XVI, fasc. 4, 1907, p. 273.
- Villosités intestinales, types anatomiques, variations expérimentales, *Verhandl. d. Anat. Gesellsch.*, XXII^e Vers., Berlin, 1908, p. 212. Berichtigung, *Anat. Anzeiger*, Bd. XXXIII, H. 15, 1908, p. 400.
- D'ETERNOD. — Premiers stades de la circulation sanguine dans l'œuf et l'embryon humains, *in extenso. Anat. Anzeiger*, 1899, t. XV, nos 11 et 12, p. 181-189, avec 4 figures.
- Des premiers stades de l'œuf humain et de son implantation dans l'utérus, *C. R. de l'Ass. des Anat.*, VII^e sess., Genève, 1905, p. 195-299.
- L'œuf humain. Implantation et Gestation. Trophoderme et Placenta, *Mémoire publié à l'occasion du Jubilé de l'Université*, Genève, 1909.
- Il y a un lécitophore dans l'embryon humain, *C. R. de l'Ass. des Anat.*, Bordeaux, VII^e sess., 1906, p. 139-142.
- Même sujet : *in extenso*, avec 6 gravures dans le texte, *Bibl. Anat.*, 1906, t. XV, p. 244-258.
- DUVAL (M.). — Le Placenta des Rongeurs, *Journal d'Anatomie*, 1889.

- FRASSI. — Ueber ein junges menschliches Ei in situ, *Arch. mikr. Anat.*, Bd. LXX, 1907.
 KEIBEL. — Ein sehr junges menschliches Ei, *Arch. f. Anat. u. Physiol.*, 1890, p. 250-267. Taf. 14, *Anat. Abt. Jg.*
 — Normentafel zur Entwicklungsgesch. des Menschen, Iéna, 1908.
 MALL (F.). — A human embryo of the second week, *Anat. Anz.*, Bd. VIII, 1893, p. 630.
 MINOT (S. Ch.). — A Laboratory Text Book of Embryology, First Edition, Philadelphia, 1903.
 — A Laboratory Text-Book of Embryology, Second Edition, Philadelphia, 1910.
 POTOCKI et BRANCA. — *L'œuf humain et les premiers stades de son développement*, Paris, 1905.
 ROSSI, DORIA TULLIO. — Ueber die Einbettung des menschlichen Eies, studiert an einem kleinen Ei der zweiten Woche, *Arch. f. Gynäk.*, Bd. LXXXVI, 1905.
 STRAHL, HANS et BENEKE (R.). — Ein Junger menschlicher Embryo. Mit 14 Abbildungen im Text und 67 Abbildungen auf den Tafeln 1-18, Wiesbaden, 1910.
 TOURNEUX. — *Précis d'embryologie humaine*, Octave Doin, 1909.
 VON SPEER. — Beobachtungen an einer menschlichen Keimscheibe mit offener Medullarrinne und Canalis neurentericus, *Arch. f. Anat. u. Entw.*, 1889, p. 159-176, *Anat. Abt. Jg.*
 — Neue Beobachtungen über sehr frühe Entwicklungsstufen des menschlichen Eies, *Arch. f. Anat. u. Phys.*, 1896, p. 159, *Anat. Abt.*

X

Explication générale des renvois accompagnant les figures des planches.

| | | | |
|---------------------|--|-------------------|--|
| <i>All.</i> | = Allantoïde. | <i>E. l.</i> | = Cellules losangiques en coupe |
| <i>Am.</i> | = Calotte amniotique. | | (Revêtement endodermique |
| <i>A. plasm.</i> | = Assise plasmodiale (couche syncytiale). | | de la vésicule ombilicale). |
| <i>C. a.</i> | = Cavité amniotique. | <i>End.</i> | = Endoderme. |
| <i>Cad. b. (s.)</i> | = Caduque basale ou sérotine. | <i>E str.</i> | = Épithélium stratifié de la vésicule ombilicale. |
| <i>Cad. r.</i> | = Caduque réfléchie. | <i>F. a.</i> | = Feuillet amniotique. |
| <i>Caïl.</i> | = Caillot sanguin. | <i>Gl. ut. d.</i> | = Glandes utérines dilatées. |
| <i>C. cell.</i> | = Couche ectodermique à cellules distinctes. | <i>L. p.</i> | = Ligne primitive. |
| <i>C. dé.</i> | = Cellules déciduales. | <i>L. s. mat.</i> | = Laes sanguins maternels. |
| <i>C. g.</i> | = Bourgeons syncytiaux du chorion (Prétendues cellules géantes). | <i>L. s. tr.</i> | = Lacunes sanguines du trophoderme. |
| <i>Ch.</i> | = Chorion. | <i>Més.</i> | = Mésoderme |
| <i>Ch. gl. d.</i> | = Champ glabre dorsal. | <i>Muq. ut.</i> | = Muqueuse de l'utérus. |
| <i>Ch. gl. v.</i> | = Champ glabre ventral. | <i>P. a.</i> | = Pédicule abdominal. |
| <i>Cœ. e.</i> | = Cœlome extra-embryonnaire (Exocœlome). | <i>P. c.</i> | = Protubérences caudales. |
| <i>Cr.</i> | = Crampons villoses (agrafes). | <i>P. inf.</i> | = Pôle inférieur. |
| <i>C. troph.</i> | = Coque trophodermienne (Theca trophodermæ). | <i>P. sup.</i> | = Pôle supérieur. |
| <i>C. v. o.</i> | = Cavité de la vésicule ombilicale. | <i>P. v.</i> | = Paroi ventrale. |
| <i>D. ut.</i> | = Derme ou chorion de la muqueuse utérine. | <i>Rep.</i> | = Repli amniotique. |
| <i>E.</i> | = Embryon. | <i>Sil.</i> | = Sillon primitif. |
| | | <i>Tra.</i> | = tractus (magma réticulé de Giacomini). |
| | | <i>V.</i> | = Vacuoles (Lacunes interstitielles du syncytium). |
| | | <i>V. ch.</i> | = Villosités choriales. |
| | | <i>V. o.</i> | = Vésicule ombilicale. |

XI

Légende explicative des planches.

PLANCHE VI.

Fig. 1. — Vue d'ensemble de l'œuf que nous avons observé, enfoui complètement dans le chorion de la muqueuse utérine. Grandeur réelle = 7 mm. 5.

Fig. 2. — Vue d'ensemble de cet œuf, in situ, à un faible grossissement. On aperçoit l'embryon dans le coelome externe, situé marginalement par rapport au chorion et à ses villosités; à droite et en bas, le caillot sanguin, en forme de croissant; à gauche, les glandes utérines; remarquer celles qui, placées en face du champ embryonnaire glabre dorsal, se montrent très dilatées. Grossissement = 10.

Fig. 3. — Reconstruction en cire de l'embryon attaché au chorion par le pédicule abdominal. La face convexe, étranglée en biscuit, représente la partie supérieure de la calotte amniotique et du pédicule abdominal, à son point d'insertion. Le modèle en cire est figuré, réduit aux 5/9. — D'autre part le modèle en cire primitif, comme les suivants, présente des dimensions 100 fois supérieures à celles de l'embryon dans la réalité.

Fig. 4. — Reconstruction en cire : la calotte a été enlevée, on aperçoit la face dorsale, convexe, du bouclier embryonnaire, séparée en deux portions inégales par la ligne primitive. En face de la section transversale du canal allantoïdien que l'on observe dans le pédicule abdominal, on voit les deux protubérances caudales. La vésicule ombilicale à surface externe hérissée de petites saillies se trouve rejetée à gauche : le point d'attache au chorion, pour la clarté du dessin, figuré en pointillé, a été projeté par la pensée vers la droite. Réduction aux 5/9 du modèle en cire.

PLANCHE VII.

Fig. 1. — Reconstruction en cire. Nouveau modèle présenté à Rennes, XIV^e Sess. des Anat. L'embryon a été coupé sagittalement, suivant la direction exacte de sa ligne primitive. Réduction de moitié du modèle en cire.

Fig. 2. — Autre reconstruction en cire, présentée également à Rennes. — L'embryon coupé frontalement, la section passe au niveau de la région moyenne de la ligne primitive. Réduction de 1/6 du modèle en cire.

PLANCHE VIII.

Fig. 1. — Coupe d'ensemble de l'embryon. Section tangentielle. Grossissement = 125.

Au centre se montre la vésicule ombilicale avec son assise mésodermique rétractée autour de l'endoderme. On aperçoit la ligne primitive avec le sillon primitif. La couronne épithéliale épaisse figure l'ectoderme embryonnaire. Tout autour de celle-ci se trouve la cavité amniotique limitée par la paroi de l'amnios et au pôle, supérieur, le pédicule abdominal avec l'allantoïde.

Fig. 2. — Section tangentielle intéressant un secteur de l'écusson embryonnaire et montrant les rapports qui existent entre l'embryon et l'amnios d'une part, l'embryon et la vésicule ombilicale d'autre part. Le mésoderme se détache artificiellement de l'ectoderme. Lam. 16. Seconde rangée. Coupe 2. — Grossissement = 125.

Fig. 3. — Section tangentielle de l'embryon qui passe au delà de la coupe (figure 1; planche III), et se rapproche d'une des plus larges surfaces de section de la vésicule ombilicale. Elle montre la naissance de l'évagination allantoïdienne. Lam. 17. Seconde rangée. Coupe 3. — Grossissement = 175.

PLANCHE IX.

Fig. 1. — Un fragment de chorion avec une villosité trifurquée, montrant son axe mésodermique et ses deux couches cellulaires ectodermiques, à cellules distinctes et plasmodiales. A l'extrémité de la villosité choriale, on aperçoit les crampons ou agrafes et la coque de trophoderme qui soude ensemble les ramifications des villosités.

Fig. 2, 3 et 4. — Bourgeons syncytiaux sous forme de cellules géantes libres ou attachées au syncytium. Atteints plusieurs fois par le microtome, ces bourgeons simulent des cellules géantes indépendantes dans les coupes. *v.* Lacunes interstitielles ou vacuoles du syncytium.

Fig. 5. — Ilot sanguin. — Dessin fait au microsc. Nacet — Ocul. 1. Ch. cl. Nacet. Imm. homo 1/18 Nacet. Réduit de moitié.

Fig. 6. — Cellules du mésoderme axial vilieux. Quelques éléments sont disposés en file.

PLANCHE X.

Photographies tirées d'après les préparations originales. Les figures 1, 2, 3 et 4 représentent respectivement les mêmes aspects que les dessins des planches VI (fig. 2), VIII (fig. 1), VIII (fig. 2) et IX (fig. 1).

BOURSE PHARYNGIENNE
ET RÉCESSUS MÉDIAN DU PHARYNX

CHEZ L'HOMME ET CHEZ LE CHEVAL,

FOSSETTES PHARYNGIENNE ET NAVICULAIRE CHEZ L'HOMME

Par J. P. TOURNEUX

Chef de clinique chirurgicale à la Faculté de médecine de Toulouse.

Dans un certain nombre de cas, on observe contre la voûte du pharynx, à l'extrémité inférieure du sillon médian de l'amygdale pharyngienne, une dépression tubuleuse de la muqueuse plus ou moins profonde, qui se dirige obliquement d'avant en arrière vers l'apophyse basilaire de l'occipital. Cette dépression a été signalée pour la première fois en 1842 par F.-J.-C. Mayer qui lui donna le nom de *bursa pharyngea*. Exceptionnellement, son extrémité profonde s'enfonce dans l'épaisseur même de l'apophyse basilaire, et provoque contre la face pharyngienne de cet os, en avant du tubercule pharyngien, la formation d'une fossette (*fovea pharyngea*).

Les auteurs sont loin d'être d'accord sur les caractères de la bourse pharyngienne, confondue fréquemment avec le récessus médian du pharynx, et surtout, sur son mode de formation; le rôle qu'elle joue dans la production de la fossette pharyngienne est également diversement interprété. Le présent mémoire a pour objet de grouper les indications éparses dans nos publications antérieures, et de présenter une étude embryologique aussi complète que possible de la bourse et de la fossette pharyngiennes. Il sera naturellement divisé en deux paragraphes distincts, dont le

premier sera consacré à la bourse pharyngienne et au récessus médian du pharynx, et le second à la fossette pharyngienne.

I. — BOURSE PHARYNGIENNE ET RÉCESSUS MÉDIAN DU PHARYNX

La bourse pharyngienne circonscrite en arrière par le pli angulaire, occupe l'extrémité postérieure du sillon médian de la voûte du pharynx. Tapissée par la muqueuse plissée en long, elle se dirige obliquement d'avant en arrière et de bas en haut vers l'apophyse basilaire de l'occipital. Elle répond à l'extrémité supérieure du constricteur supérieur du pharynx et du ligament occipito-pharyngien de Frobiep, et se trouve comprise entre les sommets des muscles longs de la tête. D'après Luschka dont elle porte également le nom (*bourse de Luschka*), sa profondeur varierait de quelques millimètres à 15 mm., sur une largeur au plus de 6 mm. Vers la fin de la vie fœtale, la bourse se trouve située de 1,5 à 2 mm. en arrière du milieu de la synchondrose sphéno-occipitale, et, chez l'enfant de la première année, de 5 mm. environ (Killian). D'après Mégevand, la distance qui la sépare de la cloison des fosses nasales, chez l'adulte, est comprise entre 6 et 12 mm.

Ainsi que nous le verrons, à propos de l'historique, un grand nombre d'observateurs se refusent à considérer la bourse pharyngienne comme une formation anatomique propre. C'est une simple dépression de la muqueuse analogue aux récessus latéraux, et qu'il convient par suite d'appeler récessus médian du pharynx. Nous pensons que la bourse et le récessus pharyngiens représentent deux dépressions distinctes, pouvant être superposées, mais pouvant aussi être séparées, comme chez l'embryon de cheval, par exemple.

On a signalé, chez différents animaux, des formations se rapprochant par leur configuration du récessus pharyngien de l'homme, et parfois désignées sous le nom de bourses pharyngiennes (porc, chevreuil, ours, veau, cheval, marmotte, singe, etc.), mais les dépressions plus ou moins accusées décrites sous ce nom sont loin

d'avoir la même signification. C'est ainsi que, chez l'ours, il existe deux bourses pharyngiennes (Meyer, 1830) ou poches pharyngiennes (Alix, 1877) volumineuses, mesurant plusieurs centimètres, paires et symétriques, comprises entre l'orifice œsophagien et la base du crâne. C'est ainsi encore que la bourse du porc signalée par F.-J.-C. Mayer (1840) est placée beaucoup plus bas que le récessus pharyngien de l'homme. Sur un embryon de porc de 28 mm., nous la trouvons placée immédiatement en arrière de l'orifice œsophagien, et en regard du renflement chordal interposé aux corps des deux premières vertèbres cervicales.

Après avoir rappelé les principaux faits signalés par les auteurs, et leur interprétation, nous rechercherons le mode de développement de la bourse pharyngienne, successivement chez l'homme et chez le cheval.

A. — HISTORIQUE.

Les opinions les plus divergentes ont été émises sur la signification et sur l'origine de la poche pharyngienne. Luschka (1868) la considère comme liée à la formation de l'hypophyse, tandis que Dursy (1869), W. Müller (1874), Ganghofner (1878), ne voient qu'une simple dépression de la muqueuse, un *recessus pharyngis medius* comparable aux récessus latéraux ou fossettes de Rosenmüller. Froriep (1882) fit faire un pas considérable à la question, en montrant, sur un fœtus de 3,8 cm. (milieu du troisième mois), la corde dorsale en relation intime avec le fond de la poche. Vers la fin du deuxième mois de la vie embryonnaire ou au commencement du troisième, la corde dorsale, dans son trajet basilaire, émet un certain nombre de bourgeons. Si l'un de ces bourgeons vient à atteindre l'endoderme pharyngien et à se souder avec lui, il peut en résulter la formation d'une bourse pharyngienne, la muqueuse s'écartant de la base du crâne, en raison de l'accroissement de l'inflexion de la nuque, et du développement des muscles longs de la tête.

Tornwald (1885) considère de son côté, la bourse comme une formation anatomique propre, tandis que Schwabach (1887 et

1888) pense, en conformité d'opinion avec Ganghofner, qu'une bourse pharyngienne normale, telle qu'elle a été décrite par Luschka, n'existe pas, mais qu'on trouve à la partie postérieure de l'amygdale pharyngienne, sur la ligne médiane, une simple dépression de la muqueuse ne s'enfonçant jamais dans la profondeur, et n'atteignant pas le cartilage basilaire. Cette dépression n'est autre chose que l'extrémité postérieure du sillon médian de toute amygdale pharyngienne.

Killian (1888), dans un travail très documenté, s'élève contre la théorie de Frieriep qui reposerait sur un cas unique. A la suite de nombreuses observations, il est conduit à envisager deux sortes de dépressions : le simple récessus, et la bourse pharyngienne embryonnaire (*bursa pharyngea embryonalis*) qui se différencie du récessus en ce qu'elle atteint l'apophyse basilaire. « La bourse pharyngienne embryonnaire doit être considérée comme une véritable évagination de la muqueuse du pharynx en arrière et en haut contre l'occipital. Elle n'est pas le résultat d'actions mécaniques, mais bien la conséquence de phénomènes formatifs actifs » (Killian). Quant au récessus, il convient de l'envisager comme un rudiment de poche.

Sur 70 fœtus du 4^e au 8^e mois, 3 nouveau-nés et 2 enfants de 10 jours et de 1 an, Killian a constaté 28 fois une simple dépression conique (40 p. 100 des cas), et 14 fois une véritable bourse (20 p. 100). Le plus jeune des fœtus examinés était âgé de 12 semaines, et c'est ce qui explique sans doute que Killian n'ait pu observer les connexions intimes signalées par Frieriep entre le fond de la bourse et la chorde dorsale. Killian fait remarquer, d'autre part, que, si la théorie de Frieriep était conforme à la réalité, on serait en droit de s'attendre à rencontrer, au moins une fois exceptionnellement, une bourse située à un autre endroit (plus en avant) que la bourse de Luschka. Or, nous avons eu l'occasion d'observer, chez un même fœtus, plusieurs bourses pharyngiennes, également en rapport par leur fond avec le segment basilaire de la chorde dorsale (p. 527).

Enfin, Killian fait remarquer la difficulté qu'il y a à comparer les formations fœtales avec celles de l'adulte. Personne n'a

encore décrit, chez l'enfant, une véritable bourse pharyngienne. Aussi serait-il préférable de remplacer, chez l'adulte, l'expression de bursa pharyngea par celle de récessus ou de pseudo-bursa, ainsi que l'a proposé Suchanek (1887).

Kostanecki (1889) désigne la dépression de l'homme adulte sous le nom de diverticule rétropharyngien, et celle des autres mammifères sous celui de diverticule épipharyngien (Albrecht).

A la réunion de l'Association des anatomistes tenue à Lille en mars 1907, nous avons exposé, le Professeur Tourneux et moi, une série de dessins concernant le développement de la base du crâne dans ses rapports avec la corde dorsale et l'hypophyse. Dans la note accompagnant la présentation de ces dessins, dont quelques-uns confirment les données de Froriep, nous nous exprimions ainsi :

Il convient de distinguer, ainsi que l'a indiqué Killian (1888), la poche pharyngienne du récessus pharyngien. Le récessus est une dépression de la paroi postérieure du pharynx, souvent étirée transversalement (cheval), provoquée par les adhérences du ligament occipito-pharyngien. Quant à la poche pharyngienne, elle affecte la forme d'un tube dont l'extrémité profonde est en relation avec la corde dorsale... (Froriep, 1882). Les deux formations peuvent être superposées, c'est-à-dire qu'au fond du récessus peut s'ouvrir la poche; mais elles peuvent être également distinctes, ainsi que nous en avons observé un exemple très net sur un fœtus de cheval de 52 mm. Chez l'homme et aussi chez le cheval, la bourse pharyngienne est inconstante.

Nous avons développé les indications sommaires de la note précédente dans une thèse pour le doctorat en médecine (1911) ainsi que dans un mémoire publié en commun avec le Professeur Tourneux, dans le *Journal de l'Anatomie* (n° Janvier-Février 1912). Voici la conclusion de ce récent mémoire relative aux connexions qu'affecte la corde avec la poche pharyngienne.

Le récessus, sans relation directe avec la corde, paraît résulter de l'inflexion céphalique postérieure (courbure de la nuque) déterminant l'angle du pharynx, et des adhérences que le ligament occipito-pharyngien contracte avec la muqueuse du pharynx.

Quant à la formation de la bourse pharyngienne, elle est provoquée,

ainsi que l'a montré Froriep, par une adhérence de la chorde avec l'endoderme pharyngien. Nous pensons que cette adhérence est primitive, c'est-à-dire que la chorde a conservé en un point de son étendue, peut-être en raison de la courbure céphalique, ses connexions originelles avec l'endoderme, dans l'épaisseur duquel elle était primitivement enclavée le long de la ligne médiane. La différence de croissance des différents segments du cartilage basilaire, reportant le canal chordal inférieur en arrière, l'épaississement des parties molles du pharynx, déterminent secondairement la production d'un diverticule creux (bourse pharyngienne), au point même où la chorde était intimement unie à l'épithélium du pharynx.

Chez l'embryon de cheval, le fond de la bourse est rattaché à la chorde par un tractus plus ou moins long, résultant de l'étirement de la gaine chordale.

Dans certains cas, on peut observer, sur le même fœtus humain, deux bourses distinctes, en rapport toutes deux par leur extrémité profonde avec la chorde dorsale : une bourse principale siégeant au-dessus du bord supérieur du constricteur supérieur (bourse de Luschka), et une bourse accessoire située plus en avant.

Linck a publié récemment (1911) une étude fort complète sur l'évolution de la chorde dorsale chez l'homme. L'auteur a été ainsi amené à s'occuper du segment prébasilaire de la chorde, et de ses rapports avec la bourse pharyngienne. Ce segment prébasilaire, par suite de l'allongement du cartilage basilaire et de l'épaississement des parties molles de la paroi du pharynx, se trouve étiré et se rompt en plusieurs endroits. Les cellules chordales font hernie du côté convexe, d'une façon passive, et sans présenter des phénomènes de bourgeonnement. Il en est de même en arrière pour le segment de la chorde contenu dans le ligament sus-penseur. Plus tard, survient la fragmentation complète de la chorde. Les portions entourées de la gaine persistent plus longtemps que les autres ; les derniers vestiges s'observent sur le fœtus de 25 cent. de longueur totale.

Sur un embryon de 2 cent., Linck trouve en un point la chorde en relation intime avec l'épithélium du pharynx. Le canal chordal s'ouvre dans la cavité du pharynx en forme d'entonnoir, et les cellules épithéliales se substituent progressivement aux cellules chordales. L'auteur en conclut que, dans la suite, l'allongement

du segment occipital de la plaque basilaire, plus rapide que celui du segment sphénoïdal, et l'épaississement des téguments peuvent entraîner la formation d'une bourse pharyngienne.

Sur 16 fœtus, Linck a rencontré 9 fois une fossette épithéliale; deux fois, cette fossette se trouvait en rapport avec la corde dorsale (embryons de 2 cent. et de 5,5 cent.).

Un certain nombre d'observateurs croient pouvoir identifier la bourse pharyngienne à la poche de Seessel que contourne le segment terminal de la corde, pour venir se fixer sur le revêtement endodermique de la poche de Rathke. Ils s'appuient sur les connexions que contracterait la corde avec l'endoderme de la poche de Seessel chez quelques mammifères et, en particulier, chez le mouton.

Déjà, en 1894, Kupffer pensait avoir observé sur l'embryon de mouton que l'épithélium épaissi du fond de la poche de Seessel se détachait de l'endoderme, pour se mettre en rapport avec l'extrémité de la corde qui apparaît ainsi lobulée. Les recherches ultérieures de Saint-Remy (1896) n'ont pas confirmé cette manière de voir. L'endoderme occupant le fond de la poche donne bien naissance à un bourgeon épithélial (embryons de mouton et de lapin), mais ce bourgeon évolue sur place, et ne tarde pas à entrer en régression. Bien accusé sur les embryons de mouton de plus d'un centimètre, il a complètement disparu au stade de 2,5 cent. Quant au renflement lobé de l'extrémité de la corde, il résulte exclusivement du bourgeonnement du tissu chordal.

Récemment (1910), L. Grünwald, à l'occasion d'une note sur un kyste de la gaine de la corde, insiste à nouveau sur les connexions qu'affecte la corde avec le fond de la poche de Seessel, chez l'embryon de mouton, et, dans une série de dessins, s'efforce de montrer la continuité entre l'endoderme de la poche et la branche antérieure de la corde, dont l'extrémité supérieure est bifurquée chez le mouton.

Robert Meyer (1910), à la suite d'observations sur des embryons humains du premier et du deuxième mois, reconnaît, comme cause directe de la production d'une bourse pharyngienne, la persistance de l'union originelle entre la corde et l'endoderme pharyngien,

par conséquent un manque de séparation entre les deux. Sur des embryons de 2,5 mm., 8,5 mm., 14 mm., 21 mm., la corde basilaire est intimement unie, sur une certaine étendue, avec l'endoderme pharyngien. Des embryons plus âgés (28 mm., 30 mm. et 40 mm.) montrent dans la région de la voûte du pharynx une dépression tubuleuse plus ou moins accusée qui se dirige en arrière et en haut vers l'apophyse basilaire de l'occipital qu'elle peut atteindre. La corde dorsale adhère au fond de cette dépression, et même, sur l'embryon de 28 mm., on peut constater, au point d'union, le mélange intime des éléments de la corde et des cellules endodermiques. R. Mayer ajoute que la bourse pharyngienne médiane de l'adulte peut également se prolonger dans certains cas jusqu'à la base du crâne, et que ce fait permet de l'identifier à la bourse du fœtus, et, par conséquent, à la poche de Seessel, ainsi que l'a indiqué Grünwald.

Les recherches que nous poursuivons depuis plusieurs années sur différents groupes de mammifères, corroborent entièrement les observations de Saint-Remy. La poche de Seessel ne participe en rien, au moins chez les mammifères, à la constitution de l'hypophyse; elle ne contribue pas davantage au bourgeonnement ou à la lobulation de l'extrémité céphalique de la corde avec laquelle son revêtement endodermique ne présente que des rapports de contiguité. Enfin, la présence de plusieurs bourses pharyngiennes sur le même embryon, en union par leur extrémité profonde avec la corde, semble devoir écarter tout rapprochement avec la poche de Seessel.

Voici les faits que nous avons observés chez l'embryon de la lapine et chez l'embryon de mouton (en collaboration avec M. Ch. Faure).

Chez l'embryon de la lapine, la poche de Seessel persiste pendant un certain temps comme un amas épithélial plein qui s'enfonce, à la manière d'un bourgeon, dans le tissu mésodermique sous-jacent. Cet amas dont on peut facilement suivre l'évolution sur des embryons de 4,5 mm., 12 mm., 18 mm. et 30 mm., est particulièrement accusé en stade de 30 mm. Il affecte la forme d'un cône, dont la longueur peut atteindre 200 μ , tandis qu'au-dessus de lui

une petite élevation papillaire, de forme également conique, fait saillie dans la cavité du pharynx (fig. 4). Nous avons proposé (1907) de désigner la première de ces formations sous le nom de *cône plongeant*, et la seconde sous celui de *cône saillant*. Au stade de 40 mm., les deux cônes ont disparu, et la surface de la muqueuse est absolument lisse, en regard du basisphénoïde. Toutefois, sur un embryon plus âgé de 6,5 cent., nous retrouvons

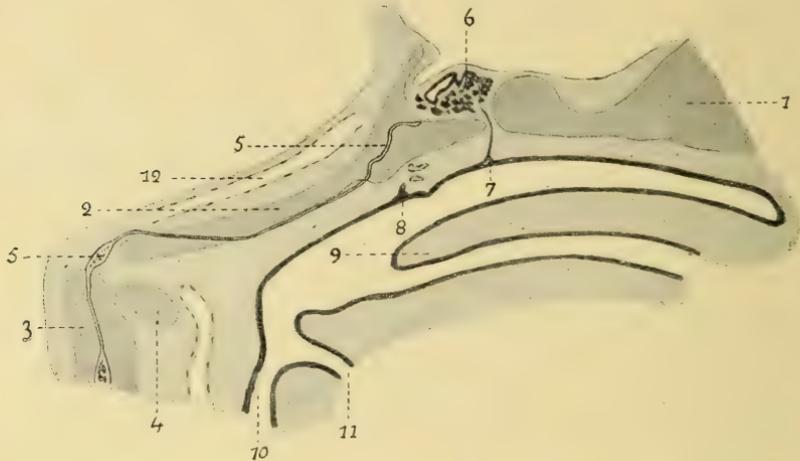


Fig. 1. — Coupe médiane de la région pharyngienne sur un embryon de lapin de 30 mm. (gr. 15/1). — 1, lame ethmoïdale; 2, lame basilaire; 3, apophyse odontôïde de l'axis; 4, arc antérieur de Pallas; 5, corde dorsale; 6, lobe glandulaire de l'hypophyse; 7, pédicule hypophysaire; 8, cône plongeant en avant duquel se trouve le cône saillant; 9, voile du palais; 10, œsophage; 11, larynx; 12, tronc basilaire.

encore, au niveau de la selle turcique, le cône saillant, qui nous paraît représenter un vestige du voile du palais primitif.

En ce qui concerne le mouton, sur une dizaine d'embryons échelonnés entre les stades de 7 mm. et de 50 mm., et dont la tête a été décomposée en coupes médianes (sagittales et axiales), nous n'avons jamais observé les connexions intimes signalées par Grünwald entre la branche antérieure de l'extrémité chordale et le fond de la poche de Seessel. Sur un embryon de 7 mm., l'extrémité céphalique de la corde apparaît nettement bifurquée. La branche verticale, située dans le prolongement de la corde dont elle représente un bourgeonnement secondaire, mesure une épaisseur de 30 μ sur une longueur de 100 μ . Quant à la branche anté-

rière, d'une largeur de $20\ \mu$, elle contourne le fond de la poche de Seessel, accolée à l'endoderme pharyngien, pour aller se fixer sur l'ectoderme de la poche de Rathke, au voisinage de son embouchure. Au stade de $10\ \text{mm.}$, la corde ($20\ \mu$) est séparée de l'endoderme pharyngien par une couche mésodermique d'une épaisseur de $20\ \mu$. La branche antérieure de la bifurcation terminale semble avoir disparu, et l'extrémité de la corde a développé

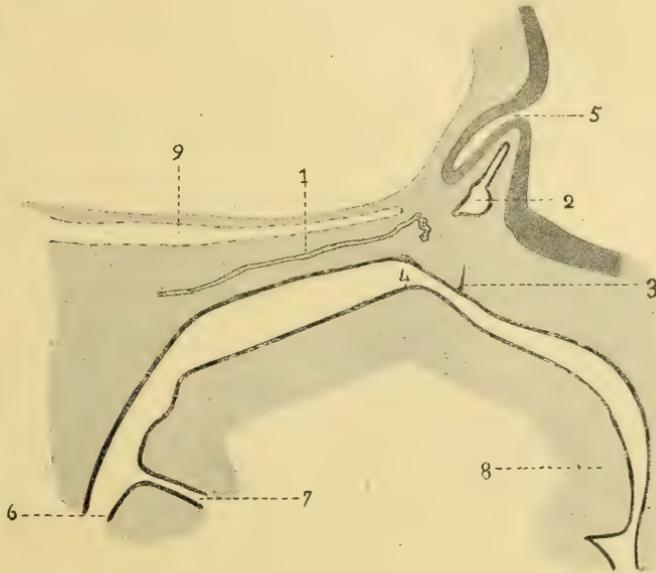


Fig. 2. — Coupe médiane de la région pharyngienne sur un embryon de mouton de $15\ \text{mm.}$ (gr. 30/1). — 1, corde dorsale; 2, poche hypophysaire; 3, vestige du pédicule hypophysaire; 4, poche de Seessel; 5, processus infundibuli; 6, œsophage; 7, tube laryngo-trachéal; 8, langue; 9, tronc basilaire.

des bourgeons sans relation avec la poche de Seessel et même avec la poche de Rathke dont les sépare une distance de $40\ \mu$. Dans les stades ultérieurs, la couche mésodermique interposée entre la corde et l'épithélium pharyngien, y compris le revêtement de la poche de Seessel, augmente progressivement d'épaisseur. Le pédicule qui, sur l'embryon de $12\ \text{mm.}$, rattache l'épithélium pharyngien à la poche hypophysaire, a disparu dans presque toute sa longueur sur l'embryon de $15\ \text{mm.}$ (fig. 2), et l'extrémité chordale, bosselée et bourgeonnante, se termine à une distance de $100\ \mu$ environ de la poche hypophysaire. Quant à la poche de Seessel,

elle n'est plus représentée que par un épaissement local de l'endo-derme pharyngien (cône plongeant) s'enfonçant à la manière d'un bourgeon dans la couche mésodermique sous-épithéliale. Ce cône plongeant (80 μ) que nous retrouvons encore sur l'embryon de 28 mm., est situé en regard de l'extrémité renflée de la corde ou un peu en arrière, mais sans relation avec le tractus chordal. Il ne répond pas, par sa position, à la bourse pharyngienne située plus en arrière, au niveau de l'angle du pharynx, et au-dessus du constricteur supérieur du pharynx. D'ailleurs, ainsi que nous le faisons remarquer plus haut, on peut observer, sur le même fœtus humain, plusieurs bourses pharyngiennes dont l'une principale siège au niveau de l'angle du pharynx, et dont les autres rudimentaires sont placées plus en avant.

B. — BOURSE PHARYNGIENNE CHEZ LE FŒTUS HUMAIN.

Fœtus examinés : 36 mm. (hématéine, Van Gieson); 44/57 mm. (Müller, hématéine, Van Gieson); 46 mm. (formol, hématéine, Van Gieson); 50 mm. (alcool, acide picrique, hématéine, Van Gieson); 62/78 mm. (Müller, hématéine, Van Gieson); 65/80 mm. (alcool, hématéine, Van Gieson); 79/105 mm. (Müller, hématéine, Van Gieson); 80/120 mm. (Müller, hématéine, Van Gieson); 100/140 mm. (Formol, Müller, hématéine, Van Gieson); 105/142 mm. (alcool, acide picrique, hématéine, Van Gieson); 110/160 mm. (Müller, hématéine, Van Gieson); 118/170 mm. (Müller, hématéine, Van Gieson).

Sur tous ces fœtus, au nombre de 12, appartenant au 3^e et au 4^e mois de la vie fœtale, nous n'avons rencontré qu'à trois reprises une bourse pharyngienne nettement caractérisée (fœtus de 44/57 mm., de 46 mm. et de 100/140 mm.). Les autres fœtus ne montraient au niveau de l'angle du pharynx qu'une légère dépression, plus ou moins évasée, et, parfois, étirée transversalement. Cette dépression, dont le soulèvement amygdalien doit accuser la profondeur, nous paraît être le point de départ du récessus médian de l'adulte, qui répondrait ainsi, selon Ganghofner et Schwabach à l'extrémité postérieure du sillon médian de l'amygdale pharyngée.

1^o *Fœtus 44/57 mm. (fig. 3).* — Ce fœtus est remarquable par la présence de trois bourses pharyngiennes, ou au moins de trois

formations épithéliales en rapport, par leur extrémité profonde, avec un segment de la chorde basilaire. La bourse principale, postérieure, répond manifestement, par sa situation au niveau de l'angle du pharynx, à la bourse pharyngienne de Luschka, et se dirige de même vers le canal chordal inférieur. Elle affecte la forme d'un tube mesurant une longueur de 650 μ sur une épaisseur

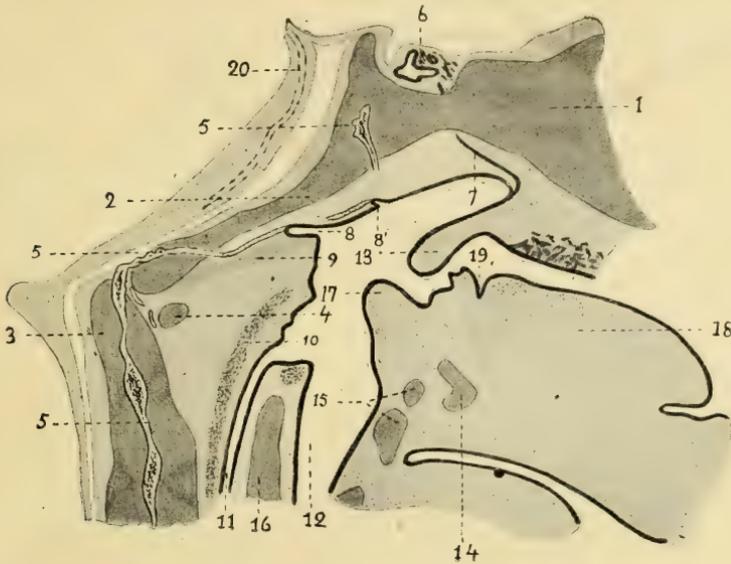


Fig. 3. — Coupe médiane de la région pharyngienne sur un fœtus humain de 44/57 mm. (gr. 10/1). — 1, plaque ethmoïdale; 2, plaque basilaire; 3, apophyse odontoïde de l'axis; 4, arc antérieur de l'atlas; 5, chorde dorsale interrompue sur une partie de son trajet; 6, lobe glandulaire de l'hypophyse; 7, pédicule hypophysaire; 8, bourse pharyngienne en rapport par son extrémité profonde avec la chorde dorsale; 8', poche pharyngienne accessoire également en rapport avec la chorde; 9, ligament occipito-pharyngien; 10, constricteur supérieur du pharynx; 11, œsophage; 12, larynx; 13, voile du palais; 14, hyoïde; 15, cartilage thyroïde; 16, chaton du cricoïde; 17, épiglottis; 18, langue; 19, foramen cœcum; 20, tronc basilaire.

moyenne de 55 μ , et tapissée par un épithélium polyédrique stratifié plus épais sur la face dorsale (24 μ) que sur la face ventrale (12 μ). Le fond du tube est en continuité avec la chorde dorsale encore reconnaissable, et dont les éléments se mélangent avec les cellules épithéliales formant le revêtement intérieur de la poche. La distance du point de fixation au canal chordal inférieur atteint 800 μ .

Les deux autres bourses, accessoires, sont situées à un niveau plus élevé, en regard de l'orifice du canal chordal supérieur. La

première se trouve placée à environ 1 mm. au-dessus de la bourse principale. C'est une petite formation épithéliale pleine creusée d'une légère dépression superficielle, et mesurant une longueur de 80 μ sur une épaisseur de 60 μ . La troisième bourse, également pleine, siège à 180 μ environ au-dessus de la précédente; sa longueur est de 80 μ , et son épaisseur de 30 μ . Ces deux dernières formations sont, comme la bourse principale, en continuité par leur extrémité profonde avec le tractus chordal fragmenté en



Fig. 4. — Coupe médiane de la région pharyngienne sur un fœtus humain de 46 mm. (gr. 15/1). — 1, cartilage de la base du crâne; 2, apophyse odontoïde de l'axis; 3, corde dorsale; 4, bourse pharyngienne dont le fond est en rapport avec la corde dorsale; 5, ligament occipito-pharyngien; 6, constricteur supérieur du pharynx.

plusieurs tronçons et représenté simplement par sa gaine, au niveau de la troisième bourse, la plus élevée. Cette dernière bourse n'a pas été représentée dans la figure 3.

On ne saurait confondre les bourses accessoires pleines que nous venons de décrire avec des bourgeons glandulaires qui n'apparaissent que plus tard, sur les embryons de 79/105 mm. et de 100/140 mm.

2° *Fœtus 46 mm.* (fig. 4). — La voûte du pharynx, au-dessus du ligament occipito-pharyngien de Froriep et du constricteur supérieur, est creusée d'une dépression tubuleuse qui se dirige en arrière, couchée presque parallèlement au cartilage basilaire. Cette bourse, d'une longueur de 560 μ sur une épaisseur de 32 μ ,

est en rapport avec la corde basilaire dont le segment moyen est en voie de régression, et dont le segment postérieur vient s'insérer directement sur l'extrémité profonde de la bourse. La distance du fond de la bourse au canal chordal inférieur mesure environ 600 μ . La coupe médiane que reproduit la figure 4 rappelle entièrement celle qui a été représentée par Froriep. Ajoutons que la bourse est tapissée par un épithélium pavimenteux stratifié d'une épaisseur de 12 μ .

3° *Fœtus 100/140 mm.* -- Ce fœtus nous présente une bourse pharyngienne sensiblement plus large que celles que nous avons décrites sur les fœtus précédents. C'est une véritable poche, régulièrement cylindrique, d'une profondeur de 320 μ sur une largeur de 160 μ . A son niveau, s'effectue la transition entre l'épithélium prismatique cilié du pharynx nasal, et l'épithélium mixte du pharynx buccal se prolongeant à l'intérieur de la bourse. De l'extrémité profonde de la bourse, se détache un cordon cellulaire, long de 240 μ et épais de 20 μ , qui se dirige obliquement de bas en haut et d'avant en arrière vers la plaque basilaire, dont le segment occipital est en voie d'ossification. Il ne nous a pas été possible de déterminer si ce cordon représente un vestige du tractus chordal; à sa surface, n'existait aucune gaine rappelant celle de la notochorde, et le canal chordal inférieur avait complètement disparu.

C. — BOURSE PHARYNGIENNE CHEZ L'EMBRYON DE CHEVAL.

Embryons examinés : 32 mm. *a* (formol, hémateïne, Van Gieson); 32 mm. *b* (formol, Müller, hémateïne, Van Gieson); 52 mm. (Müller, hémateïne, Van Gieson); 53 mm. (formol, hémateïne, Van Gieson); 63 mm. (Müller, hémateïne, Van Gieson); 70 mm. (Müller, hémateïne, Van Gieson); 90 mm. (Kleinenberg, hémateïne, Van Gieson); 110 mm. (Müller, hémateïne, Van Gieson).

Nous avons vu que, chez le fœtus humain du 3^e et du 4^e mois, il n'existait pas, à proprement parler, de récessus médian du pharynx, et que la dépression décrite sous ce nom chez les fœtus des derniers mois, chez l'enfant et chez l'adulte, était vraisemblablement en rapport avec le développement de l'amygdale pharyngienne. Il en est autrement chez l'embryon de cheval où, se

creuse de bonne heure, contre la voûte du pharynx, une dépression transversale, un véritable récessus, qui persiste chez l'adulte sous forme d'un diverticulum triangulaire situé, d'après les auteurs, entre les deux trompes d'Eustache. En plus de ce récessus, on peut observer une véritable bourse pharyngienne, en rapport par son extrémité profonde, comme chez le fœtus humain, avec le tractus chordal. Sur 8 fœtus de cheval que nous avons examinés, nous avons rencontré 4 fois un récessus et 2 fois une bourse pharyngienne; dans un cas, la bourse s'ouvrait directement au fond du récessus.

1° *Embryon 52 mm.* — A une distance de 800 μ du canal pharyngo-hypophysaire, non encore chondrifié, et au-dessous de ce canal, on observe, contre la voûte du pharynx, une dépression transversale, profonde de 650 μ et figurant un véritable récessus. Un peu au-dessous de cette première dépression (700 μ), on en remarque une deuxième, tubuleuse, étirée d'avant en arrière, et se dirigeant vers le cartilage basilaire. Cette deuxième dépression, profonde de 1 mm. et large de 70 μ , dont 25 reviennent à l'épaisseur de l'épithélium polyédrique stratifié, nous paraît mériter le nom de bourse pharyngienne. Elle s'ouvre au sommet d'un bourrelet situé en regard de l'épiglotte, et bouchant partiellement les orifices de l'œsophage et du larynx. Son extrémité profonde pleine est en rapport avec une sorte de tractus hyalin qui, après avoir traversé le cartilage basilaire, va s'unir à la corde longeant, à ce niveau, la face postérieure du cartilage. Le tractus figurant ainsi une branche latérale de la corde, nous a paru exclusivement constitué par la gaine.

Il est à remarquer que, chez l'embryon de cheval, le segment basilaire de la corde se trouve, dans sa moitié antérieure environ, contenu à l'intérieur de la plaque basilaire, et, dans sa moitié postérieure, situé en arrière de cette plaque. L'union que l'on remarque entre le fond de la bourse pharyngienne et la corde, remonte par suite aux premiers stades du développement, et l'influence des mêmes causes mécaniques que chez l'homme (p. 521) a déterminé la formation de la bourse.

2° *Embryon 55 mm. (fig. 5).* — On retrouve chez cet embryon

les deux formations signalées chez le précédent, un récessus et une bourse pharyngienne, seulement ces formations ne sont pas séparées l'une de l'autre : la bourse s'ouvre dans le fond même du récessus.

Le récessus, moins accusé que chez l'embryon de 52 mm., est situé à une distance de 1,5 mm. du canal pharyngo-hypophysaire comblé dans sa partie moyenne. La bourse, tubuleuse et couchée d'avant en arrière, presque parallèlement au cartilage basilaire, mesure une longueur de 880 μ sur une épaisseur de 20 μ ; son extrémité profonde arrive au contact du cartilage. Un

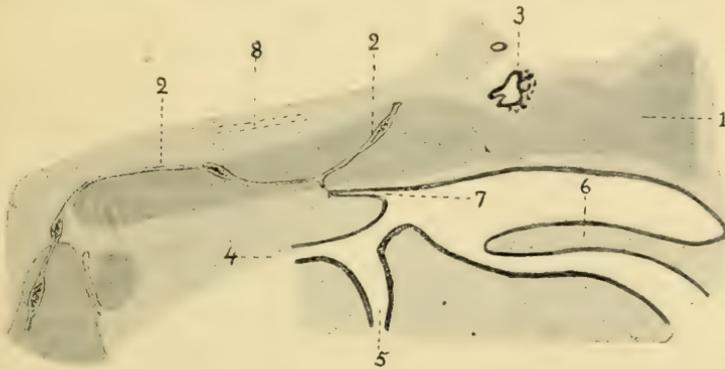


Fig. 5. — Coupe médiane de la région du pharynx sur un embryon de cheval de 55 mm. (gr. 10/1). — 1, cartilage de la base du crâne; 2, eborde dorsale; 3, lobe pharyngien de l'hypophyse; 4, œsophage; 5, larynx; 6, voile du palais; 7, récessus pharyngien avec une bourse pharyngienne dont le fond est en rapport avec un prolongement latéral de la chorde; 8, tronc basilaire.

prolongement latéral de la chorde, long de 100 μ , unit le fond de la bourse au segment voisin de la chorde inclus dans l'épaisseur de la plaque basilaire.

II. — FOSSETTES PHARYNGIENNE ET NAVICULAIRE.

On désigne sous le nom de *fossette pharyngienne* (fig. 6) une excavation spéciale, située sur la face inférieure de l'apophyse basilaire de l'occipital, directement en avant du tubercule pharyngien, et qui semble avoir été signalée pour la première fois par Tortual en 1846 sur des crânes de Boschimans et de Cafres, sous le nom de *fovea bursæ*, en raison de ses rapports avec la bourse

pharyngienne. Cette fossette à bords nets et bien circonscrits, de forme ovale ou circulaire, est tantôt directement creusée sur la face plane de l'apophyse basilaire, et tantôt occupe le fond d'une dépression plus superficielle, la *fossette naviculaire* avec laquelle il importe de ne pas la confondre. Cette confusion a été faite pendant très longtemps par la plupart des anatomistes, et ce n'est qu'en 1890 que la fossette naviculaire a été séparée de la fossette pharyngienne, et décrite comme une formation propre

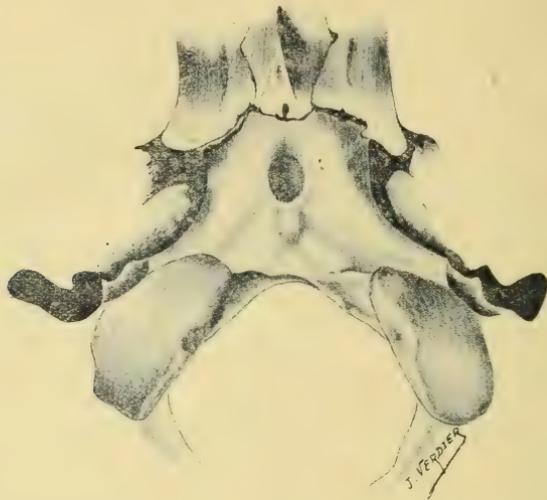


Fig. 6. — Fossette pharyngienne sur un crâne du Musée d'anatomie de Toulouse (gr. nat.).

par Pœlchen. Voici comment s'exprime cet auteur. « La fosse naviculaire de l'occipital est bordée de chaque côté par une crête osseuse qui sert de limite médiane au triangle d'insertion des muscles longs de la tête; en arrière, les deux crêtes se confondent au niveau du tubercule pharyngien. Au centre de cette dépression osseuse, en forme de nacelle, on rencontre fréquemment, mais pas toujours, un foramen cœcum qui répond à celui creusé dans la masse fibreuse. Ce foramen a déjà été souvent décrit comme fossette pharyngienne; il varie sensiblement de dimensions, de forme, de position et de profondeur, et atteint presque, dans certains cas, la substance compacte du clivus de Blumenbach. Pour confirmer ces détails, j'ai examiné, grâce à

l'obligeance du professeur Stieda, 630 crânes appartenant au musée d'anatomie de Kœnigsberg. Les résultats furent les suivants : les bordures limitantes indiquées plus haut ne se confondent jamais, et une dépression nettement apparente en forme de nacelle (*fossa navicularis*), avec ou sans foramen cæcum (*fovea pharyngea*), se rencontre dans 62,3 p. 100 des cas » (p. 123 du mémoire cité).

Sur les crânes que nous avons examinés, la fossette naviculaire présente les caractères suivants : c'est une dépression assez superficielle, limitée latéralement par les bords souvent saillants des surfaces d'insertion des muscles grands droits antérieurs; ses dimensions en surface, très variables, oscillent entre quelques millimètres et un centimètre; sa profondeur atteint à peine 2 ou 3 mm.; son fond est assez irrégulier, montrant des orifices nourriciers très petits.

Quant à la fossette pharyngienne, qui ne coexiste pas toujours avec la fossette naviculaire, contrairement à ce que semble indiquer le passage cité plus haut de Pœlchen, elle se différencie de la fossette naviculaire par ses moindres dimensions en surface (4 à 6 mm. de long sur 3 à 4,5 mm. de large), par sa profondeur relativement plus considérable (3 à 4 mm.), et aussi par la plus grande netteté de ses bords. Mais il existe des formes intermédiaires, et la distinction devient alors des plus délicates. Dans notre description, nous n'avons considéré comme fossettes pharyngiennes que les dépressions accusant nettement les caractères que nous venons d'indiquer.

1° *Position de la fossette pharyngienne.* — Cette position est essentiellement variable, mais la fossette est toujours située en avant du tubercule pharyngien. Tantôt elle est creusée contre sa base, tantôt elle en est distante de quelques millimètres; dans quelques cas, enfin, elle avoisine la synchondrose sphéno-occipitale. Aussi Gruber, tenant compte de ces différences de situation, a-t-il cru devoir envisager trois variétés de fossette pharyngienne : postérieure, intermédiaire et antérieure.

La fossette postérieure (*fossette infundibuliforme postérieure*) est située immédiatement en avant ou très près du tubercule pharyn-

gien, au-dessus et en arrière duquel son fond se prolonge plus ou moins. Gruber en a observé 13 cas, et dans tous, sauf dans un cas où elle se présentait sous l'aspect d'une pyramide creuse à trois pans, elle avait celle d'un entonnoir aplati latéralement.

La fossette intermédiaire (*fossette intermédiaire vraie*) siège sur la ligne médiane, à 3 ou 4 mm. en avant du tubercule. Elle atteint des dimensions beaucoup plus considérables que les autres. L'ouverture, tantôt plus étroite, tantôt plus large que le fond, est généralement ovale à grand diamètre antéro-postérieur, rarement circulaire, et plus exceptionnellement encore triangulaire ou quadrangulaire.

Moins ample que la précédente, la fossette antérieure (*fossette infundibuliforme antérieure*) l'est toutefois plus que la fossette postérieure. Elle occupe sur le plan médian un point placé à une certaine distance en avant du tubercule pharyngien, et avoisine plus ou moins la synchondrose sphéno-occipitale. Dans la majorité des cas, elle affecte la forme d'un entonnoir aplati latéralement, et parfois celle d'une pyramide creuse à trois ou quatre pans.

Romiti n'admet pas la division de Gruber. Selon cet auteur, les différentes variétés, tenant à la situation, ne se différencient pas sensiblement les unes des autres. Pour les mêmes raisons, la classification des fossettes d'après leur forme extérieure doit être également rejetée; elle ne comporte aucune signification morphologique ni embryologique.

La fossette pharyngienne, qu'elle s'ouvre ou non dans la dépression de Pöelchen, qu'elle soit plus ou moins rapprochée du tubercule pharyngien, peut être subdivisée, totalement ou partiellement, en deux fossettes secondaires par une lamelle osseuse à direction sagittale (Rossi, Pandolfini et Ragnotti, Escat, Morselli et Le Double). Dans un cas, Romiti a observé deux fossettes situées l'une derrière l'autre, et séparées complètement par une cloison transversale.

En examinant avec soin le fond de la fossette, on constate parfois l'existence d'un certain nombre de petits orifices, dont la signification n'est pas encore complètement déterminée, et que

Romiti considère comme des orifices vasculaires. Ajoutons que, dans un cas signalé par Gruber, la fossette pharyngienne communiquait largement avec les sinus sphénoïdaux.

2° *Fréquence de la fossette.* — La fossette pharyngienne, quelle que soit sa variété, s'observe plus communément dans le sexe masculin que dans le sexe féminin, dans l'enfance et l'adolescence que dans la vieillesse (Le Double).

D'après Rossi (1891) et Escat (1894), la question de race aurait une influence considérable sur la fréquence de la fossette. Cette dernière serait fréquente dans la race nègre, et chez les habitants de l'hémisphère austral. Elle le serait beaucoup moins dans la race jaune, et moins encore dans la race blanche; elle serait, enfin, extrêmement rare dans la race rouge.

Un certain nombre d'auteurs ont recherché quelle pouvait être la fréquence de cette fossette, et voici les chiffres qu'ils ont donnés.

| | | | | | | |
|-----|------------|---------|-----------|-------------|----|-------|
| Sur | 990 | crânes, | Romiti | l'a trouvée | 9 | fois. |
| — | 3 712 | — | Rossi | — | 55 | — |
| — | 200 | — | Morselli | — | 6 | — |
| — | 76 | — | Regnoli | — | 4 | — |
| — | 4 ou 5 000 | — | Gruber | — | 46 | — |
| — | 502 | — | Le Double | — | 5 | — |

soit un total de 122 fossettes pharyngiennes rencontrées sur 9 480 ou sur 10 480 crânes, c'est-à-dire une moyenne de 1,3 ou 1,1 p. 100, suivant que Gruber a examiné 4 000 ou 5 000 crânes.

Dans nos premières recherches effectuées à Toulouse, et dont les résultats ont été publiés dans notre Dissertation inaugurale, nous avons eu l'occasion d'examiner 279 crânes provenant du Laboratoire d'anatomie de la Faculté de médecine et du Musée d'histoire naturelle. Nous avons noté 14 fois la présence de la fossette pharyngienne.

Ultérieurement, grâce à l'obligeance de MM. les Professeurs Nicolas, Manouvrier et Rouvière auxquels nous adressons tous nos remerciements, nous avons pu étudier 103 crânes du laboratoire d'anatomie de la Faculté de médecine de Paris, et 5 678 crânes du Musée d'Anthropologie. Les premiers crânes ont montré 3 fossettes et les seconds 219 fossettes, soit, sur un total de 6 059 crânes, compre-

nant les crânes de Toulouse et de Paris, 236 fossettes pharyngiennes nettement caractérisées, ce qui donne une proposition de 3,89 p. 100 sensiblement plus élevé que celle indiquée par les différents observateurs. Afin d'éviter les redites, et pour simplifier nos descriptions, nous présenterons, sous forme de tableaux, les résultats de nos examens.

Nous commencerons par indiquer les différentes variétés de crânes que nous avons examinés, en signalant le nombre de fossettes trouvées. Dans le tableau suivant, nous avons cru devoir respecter les indications sous lesquelles les différents crânes ont été catalogués.

| Origine des crânes. | | | Nombre de crânes étudiés. | Nombre de fossettes trouvées. |
|---------------------|---------------------|---|---------------------------------|-------------------------------------|
| Toulouse. | Musée d'Anatomie. | Vieux toulousains..... | 52 | 4 |
| — | — | Divers..... | 62 | 2 |
| — | Muséum d'hist. nat. | Préhistoriques..... | 48 | 4 |
| — | — | Océanie..... | 42 | 1 |
| — | — | Asie..... | 18 | 1 |
| — | — | Afrique..... | 29 | 1 |
| — | — | Amérique du Sud..... | 7 | » |
| — | — | Vieux toulousains..... | 21 | 1 |
| Paris. | Musée d'Anatomie. | Divers..... | 103 | 3 |
| — | Musée d'Anthropol. | Préhistoriques français..... | 233 | 5 |
| — | — | — algériens..... | 25 | 2 |
| — | — | Gallo-romains..... | 236 | 2 |
| — | — | Mérovingiens..... | 164 | 5 |
| — | — | Carlovingiens..... | 7 | 4 |
| — | — | Burgondes..... | 24 | 1 |
| — | — | Étrusques..... | 21 | 2 |
| — | — | Frisons..... | 45 | 4 |
| — | — | Moyen âge..... | 38 | 2 |
| — | — | Vieux parisiens..... | 22 | » |
| — | — | Parisiens..... | 762 | 22 |
| — | — | Catacombes..... | 469 | 22 |
| — | — | Aliénés (collection Esquirol). | 593 | 16 |
| — | — | Idiots..... | 175 | 2 |
| — | — | Crânes atteints de déforma- tions pathologiques..... | 135 | 9 |
| — | — | Suppliciés..... | 16 | 2 |
| — | — | Divers..... | 498 | 11 |
| — | — | Alsace..... | 8 | 1 |
| — | — | Auvergne..... | 109 | 5 |
| — | — | Aveyron..... | 64 | » |
| — | — | Basques..... | 76 | 8 |
| — | — | Béarnais..... | 10 | » |
| — | — | Berrichons..... | 24 | 4 |
| — | — | Bretons..... | 78 | 3 |
| — | — | Bas-Bretons..... | 69 | 2 |
| — | — | Charente..... | 48 | 2 |
| — | — | Corse..... | 28 | 2 |

| Paris. | Musée d'Anthropol. | Origine des crânes. | Nombre de crânes étudiés. | Nombre de fosselles trouvées. |
|--------|--------------------|--|---------------------------|-------------------------------|
| — | — | Issoudun..... | 16 | » |
| — | — | Rémois..... | 103 | 6 |
| — | — | Savoie..... | 37 | » |
| — | — | Seine-et-Oise..... | 4 | » |
| — | — | Vosges..... | 55 | 3 |
| — | — | Yonne..... | 4 | » |
| — | — | Allemands..... | 35 | 1 |
| — | — | Anglais..... | 10 | » |
| — | — | Bulgares..... | 6 | » |
| — | — | Croates..... | 17 | » |
| — | — | Espagnols..... | 10 | 2 |
| — | — | Finois..... | 9 | » |
| — | — | Grecs..... | 53 | 2 |
| — | — | Hongrois..... | 40 | 1 |
| — | — | Italiens..... | 47 | 5 |
| — | — | Néerlandais..... | 49 | 1 |
| — | — | Norvégiens..... | 5 | 1 |
| — | — | Polonais..... | 15 | 1 |
| — | — | Portugais..... | 40 | 4 |
| — | — | Russes..... | 68 | 1 |
| — | — | Serbes..... | 4 | » |
| — | — | Suisses..... | 19 | 1 |
| — | — | Turcs..... | 26 | 2 |
| — | — | Tziganes..... | 8 | 3 |
| — | — | Valaques..... | 30 | 2 |
| — | — | Inde..... | 204 | 9 |
| — | — | Asie centrale..... | 79 | 2 |
| — | — | Chine..... | 21 | 1 |
| — | — | Annam..... | 40 | 2 |
| — | — | Japon..... | 8 | » |
| — | — | Égypte (XI ^e dynastie)..... | 99 | 7 |
| — | — | Égypte..... | 24 | 3 |
| — | — | Nègres..... | 112 | 6 |
| — | — | Nubie..... | 21 | » |
| — | — | Algériens..... | 75 | 2 |
| — | — | Iles Canaries..... | 60 | 8 |
| — | — | Indiens (A. du Sud)..... | 177 | 4 |
| — | — | Océanie..... | 67 | 1 |

Nous ne nous sommes pas cru autorisé à présenter une statistique spéciale pour chaque catégorie de crânes qu'il nous a été donné d'examiner. Une statistique ne présente, en effet, une valeur scientifique qu'autant qu'elle porte sur de nombreux éléments d'études; aussi le nombre des crânes de races différentes nous paraissant trop restreint, nous sommes-nous borné à établir une statistique globale.

Dans notre premier travail (Thèse inaugurale), nous avons adopté la classification de Gruber, et nous avons réparti les fos-

settes pharyngiennes en fossettes antérieures, moyennes et postérieures. Mais nos recherches ultérieures nous ont forcé à reconnaître, conformément à l'opinion de Romiti, que ce mode de répartition était tout à fait arbitraire. Suivant, en effet, la longueur de l'apophyse basilaire, la distance plus ou moins grande du tubercule pharyngien au rebord du trou occipital, et l'épaisseur du tubercule pharyngien parfois fort développé, une fossette peut être antérieure, intermédiaire ou postérieure. Cette classification est donc complètement illusoire, et nous n'avons pas cru devoir l'employer dans notre étude.

3° *Dimensions de la fossette.* — Si la situation de la fossette pharyngienne sur l'apophyse basilaire est très variable, ses dimensions ne le sont pas moins. Dans certains cas, elle peut à peine contenir un petit grain de plomb; dans d'autres, elle admet sans difficulté un noyau de cerise ou d'olive; entre ces deux extrêmes, il existe toute une série d'intermédiaires. On sait, d'ailleurs, que la grandeur de cette fossette n'est pas en rapport avec la longueur de l'apophyse basilaire. Ses dimensions habituelles ne dépassent pas en longueur 2 à 3 mm., et, en profondeur, 3 à 4 mm. Aussi les cas relatés par Tortual, par Romiti et par Escat, peuvent-ils être considérés comme exceptionnels. Tortual avait observé sur un crâne de Cafre une fossette occupant toute la longueur de l'apophyse basilaire, et se prolongeant en profondeur jusqu'à la table interne de l'os; Romiti avait relevé, sur un premier crâne, une fossette mesurant 8 mm. de long, 3,5 mm. de large, et 5 mm. de profondeur, et, sur un deuxième, une fossette dont les trois dimensions étaient respectivement de 11, de 4 et de 3,5 mm.; enfin, Escat avait décrit sur un crâne de Cochinchinois une fossette offrant 8 mm. de diamètre sur une profondeur de 8 mm.

Nous ne pouvons pas ici, comme nous l'avons fait dans notre thèse, indiquer les dimensions respectives de chacune des fossettes que nous avons relevées; un tel travail n'est possible que pour un nombre relativement peu important de fossettes. Comme ces mesures se répètent un certain nombre de fois, nous avons jugé plus utile de résumer, dans un court tableau, les dimensions que nous avons trouvées.

| DIMENSIONS | 2 mm. | 2,5 mm. | 3 mm. | 3,5 mm. | 4 mm. | 4,5 mm. | 5 mm. |
|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Longueur..... | » | 4 fois | 10 fois | 14 fois | 27 fois | 19 fois | 42 fois |
| Largeur..... | 9 fois | 6 — | 66 — | 34 — | 71 — | 22 — | 15 — |
| Profondeur... | 1 — | 8 — | 82 — | 46 — | 70 — | 24 — | 4 — |
| DIMENSIONS | 5,5 mm. | 6 mm. | 6,5 mm. | 7 mm. | 8 mm. | 9 mm. | 10 mm. |
| Longueur..... | 20 fois | 34 fois | 23 fois | 25 fois | 11 fois | 7 fois | 3 fois |
| Largeur..... | 5 — | 4 — | 2 — | 2 — | » | » | » |
| Profondeur... | 1 — | » | » | » | » | » | » |

En résumant ces quelques mensurations, on voit que la fossette pharyngienne présente, dans la grande majorité des cas, une longueur de 4 à 6 mm., une largeur de 3 à 4,5 mm. et une profondeur de 3 à 4 mm. Ces dimensions ne sont dépassées que dans des cas exceptionnels.

4° *Mode de formation des fossettes pharyngienne et naviculaire.* — De même que pour la poche pharyngienne, des théories fort différentes ont vu le jour pour expliquer le mode de formation de la fossette pharyngienne. C'est ainsi qu'on a pu considérer cette dépression comme le résultat d'un arrêt de développement du basioccipital, d'une soudure incomplète du basioccipital et du basiotique (Poirier), comme un simple canal vasculaire (Gruber), ou encore comme une excavation destinée à loger soit le diverticule de Seessel (Romiti), soit le fond de la poche pharyngienne en rapport avec le canal chordal inférieur (G. Perna).

C'est cette dernière manière de voir qui permet de concilier le plus facilement les données embryologiques avec les dispositions anatomiques, telles qu'on les rencontre chez l'adulte. Le fond de la poche pharyngienne, en rapport chez le fœtus humain avec la chorde, peut atteindre dans certains cas le périchondre du basioccipital cartilagineux; ce fond, respecté par l'ossification, détermine sur la face pharyngienne de l'occipital la production d'une dépression plus ou moins accusée. Cette dépression peut être superficielle, n'entaillant que légèrement la surface osseuse (*fossette navicu-*

laire), ou, au contraire, être sensiblement excavée, formant une cupule de plusieurs millimètres de profondeur (*fossette pharyngienne*). Parfois, une fossette naviculaire se termine en arrière par une dépression plus profonde, reconnaissable comme fossette pharyngienne.

Les rapports qu'affecte la corde avec le segment basilaire de l'occipital, nous rendent compte de ces modalités d'une même formation anatomique. Si la dépression provoquée par la poche pharyngienne répond au trajet superficiel de la corde contre la face pharyngienne de l'occipital, elle sera, en général, peu accusée et étirée dans le sens longitudinal (*fossette naviculaire*); dans quelques cas, elle s'étendra, en haut et en bas, jusqu'aux deux canaux chordaux dont les orifices seront visibles au niveau de ses extrémités, ainsi que Calori en a représenté un cas. Si cette dépression répond au fond de la poche pharyngienne engagée dans le canal chordal, elle sera plus profonde. Généralement, la fossette pharyngienne qui en résulte suit la direction du canal chordal inférieur. On comprend, d'autre part, étant donnée la courbe décrite par la corde à sa sortie du canal chordal inférieur, qu'une dépression accusée (*fossette pharyngienne*) puisse se continuer en avant avec une dépression plus superficielle (*fossette naviculaire*).

CONCLUSIONS.

Nous formulerons ainsi les conclusions qui semblent se dégager de nos recherches.

1° Il convient d'envisager au niveau de la voûte du pharynx, deux formations creuses distinctes : un récessus médian du pharynx et une bourse pharyngienne.

2° Le récessus médian du pharynx, peu accusé chez le fœtus humain du 3^e et du 4^e mois, paraît résulter de l'inflexion céphalique postérieure, et des adhérences que le ligament occipito-pharyngien de Froriep (inconstant pour quelques auteurs) contracte avec la muqueuse au niveau de l'angle du pharynx, au-dessus du constricteur supérieur. Le récessus s'accuse surtout au moment de

l'épaississement des téguments résultant du développement de l'amygdale pharyngée, c'est-à-dire vers la fin du 5^e mois lunaire; il répond alors, comme l'ont indiqué Ganghofner et Schwabach, à l'extrémité postérieure du sillon médian de cette amygdale, et affecte la forme d'une dépression conique plus ou moins évasée, parfois allongée transversalement.

Nous rappellerons que, d'après Killian, le récessus s'observe dans presque la moitié des cas (40 p. 100).

3^e La bourse pharyngienne, de forme tubuleuse, se différencie du simple récessus par ce fait que son extrémité profonde est intimement unie, chez le fœtus humain du 3^e mois, avec le segment pharyngien de la corde basilaire. S'ouvrant au fond du récessus, elle se dirige presque horizontalement d'avant en arrière, pour se porter vers le canal chordal inférieur. Sa fréquence est moins grande que celle du récessus; sur 12 fœtus humains du 3^e et du 4^e mois, nous n'avons observé que deux bourses pharyngiennes véritables (embryons de 44/57 mm. et de 46 mm.), c'est-à-dire dont le fond se trouvait en rapport avec la corde dorsale. Une troisième bourse également tubuleuse, rencontrée sur un fœtus plus âgé (100/140 mm.) nous paraît devoir être ajoutée au groupe précédent, bien que la résorption de la corde dorsale ne nous ait pas permis d'indiquer ses rapports antérieurs. La bourse pharyngienne existerait aussi dans 25 p. 100 des cas.

4^e On peut observer sur le même sujet, ainsi que nous l'avons constaté sur un fœtus de 44/57 mm., plusieurs bourses pharyngiennes, l'une principale, postérieure, siégeant au niveau de l'angle du pharynx (bourse de Luschka), et les autres, accessoires, situées en avant de la bourse principale. Toutes ces formations sont en rapport, par leur extrémité profonde, avec un segment de la corde dorsale, dans son trajet antébasilaire.

5^e La formation de la bourse pharyngienne est provoquée, ainsi que l'a montré Frieriep, par une adhérence de la corde avec l'endoderme pharyngien. Cette adhérence est primitive, c'est-à-dire que la corde a conservé en un point de son étendue, peut-être en raison de la courbure céphalique, ses connexions originelles avec l'endoderme, dans l'épaisseur duquel elle était primitivement

enclavée le long de la ligne médiane. La différence de croissance des divers segments du cartilage basilaire, reportant le canal chordal inférieur en arrière, l'épaississement des parties molles du pharynx, déterminent secondairement la production d'un diverticule creux (bourse pharyngienne), au point même où la corde était intimement unie à l'épithélium du pharynx.

6° Chez l'embryon de cheval, le récessus est une formation propre, autonome qui apparaît de très bonne heure (embryons de 50 mm.). En plus de cette dépression étirée transversalement, on rencontre parfois une véritable bourse pharyngienne, en continuité par son extrémité profonde avec un prolongement latéral de la corde. Le récessus et la bourse peuvent être séparés, mais ils peuvent aussi être superposés, la bourse s'ouvrant au fond du récessus.

7° Les fossettes pharyngienne et naviculaire, creusées exceptionnellement sur la face antérieure de l'apophyse basilaire de l'occipital, en avant du tubercule pharyngien, résultent d'empreintes déterminées par la corde dorsale et par la bourse pharyngienne. La fossette pharyngienne, plus excavée que la fossette naviculaire et à bords plus nets, nous paraît répondre au fond de la bourse enclavé dans les dépôts successifs de substance osseuse.

8° Nous avons pu observer une fossette nettement caractérisée 236 fois sur 6059 crânes, ce qui donne une proportion de 3,89 p. 100 sensiblement plus élevée que celle indiquée par les différents observateurs. Les dimensions de la fossette oscillent, pour la longueur, entre 4 et 6 mm., pour la largeur, entre 3 et 4,5 mm., et, pour la profondeur, entre 3 et 4 mm.

9° Les canaux basilaires de l'adulte comprennent des canaux vasculaires et des canaux chordaux. Ces derniers, qui répondent aux canaux homologues du fœtus, peuvent être au nombre de deux, un canal postérieur complet et un canal antérieur borgne.

Index bibliographique.

1° Bourse pharyngienne.

ALBRECHT. — Ueber die morphologische Bedeutung der Pharynxdivertikel, *Berl. klin. Wochenschr.*, 1885.

BLOCH. — Ueber die Bursa pharyngea, *Berl. klin. Wochenschr.*, 1887-1888.

- BOULART. — Note sur les poches pharyngiennes de l'ours, *Journal de l'Anat.*, 1885.
- BRESGEN. — Amygdale pharyngienne, *Deutsche med. Wochenschr.*, 1887.
- DURSY. — Zur Entwicklung des Kopfes des Menschen und der höheren Wirbelthiere, Tübingen, 1869.
- ENJABRAN. — Étude anatomique et clinique de la glande de Luschka, *Thèse*, Paris, 1887.
- ESCAT (E). — Évolution et transformation anatomiques de la cavité naso-pharyngienne, *Thèse*, Paris, 1894.
- FRORIEP (A). — Kopftheil der Chorda dorsalis bei menschlichen Embryonen, *Beiträge zur Anatomie und Embryologie*, als Festgabe für J. Henle, 1882.
- GANGHOFNER. — Ueber die Tonsilla und Bursa pharyngea, *Sitzungsber. d. K. K. Akad. d. Wissensch.*, Wien, 1873.
- GELLÉ et RETTERER. — Examen hist. d'une bourse pharyngienne, *Ann. mal. oreille*, n° 5, mai 1890.
- GRÜNWALD (L). — Eine Cyste der Chordascheide, *Anat. Anz.*, Bd. XXVII, n° 10-11, 1910.
- KILLIAN. — Ueber die Bursa und Tonsilla pharyngea, *Morphologisches Jahrbuch*, t. XIV, 1888.
- KOSTANECKI (v.). — Zur Kenntniss der Pharynxdivertikel des Menschen., *Virchow's Archiv*, Bd. CXVII, p. 108, 1889.
- LACAUCHIE. — *Traité d'hydrotomie*, 1853.
- LINCH (A.). — Ueber die Genese d. Bursa pharyngea embryonalis, *Zeitschrift f. Ohrenh.* Bd. LXII, 1910.
- Beitrag zur Kenntniss der menschlichen Chorda dorsalis, *Anat. Hefte*, Bd. XLII, H. 3, 1911.
- LUSCHKA. — Der Schlundkopf des Menschen, Tübingen, 1868.
- Sur le tissu adénoïde de la partie nasale du pharynx de l'homme, *Journal de l'Anat.*, 1869.
- MAYER (F.-J.-C.). — Bursa seu cystis tubæ Eustachianæ bei einigen Säugethieren, *Notiz. aus dem Gebiete der Natur und Heilkunde von Froriep*, Bd. XIV, 1840.
- Neue Untersuchungen a. d. Gebiete der Anatomie und Physiologie, Bonn, 1842.
- MEYER (ROBERT). — Ueber Bildung des Recessus pharyngeus medius s. Bursa pharyngea im Zusammenhang mit der Chorda bei menschlichen Embryonen, *Anat. Anz.*, Bd. XXXVII, n° 17-19, 22 oct. 1910.
- MÉGEVAND. — Contribution à l'étude anatomo-pathologique des maladies de la voûte du pharynx, *Thèse inaug.*, Genève, 1887.
- MIHALKOVICS. — Entwicklungsgeschichte des Gehirns, Leipzig, 1877.
- POTIQUET. — La bourse pharyngienne ou de Luschka, *Revue de laryngologie*, 1889.
- ROBIN (CH.). — Note sur la muqueuse de la voûte du pharynx, *Journal de l'anat.*, 1869.
- SAINT-BEMY (G.). — Sur la signification morphologique de la poche pharyngienne de Seessel, *Soc. de Biol.*, 1^{er} juin 1895, et *Revue des sciences médicales*, t. XLVI, 1895.
- SCHWABACH. — Ueber die Bursa pharyngea, *Archiv. f. mikr. Anat.*, Bd. XXIX, 1887-1888.
- Zur Entwicklung der Rachen tonsille, *Archiv. f. mikr. Anat.* Bd. XXXII, 1888.
- SELENKA. — Gaumentasche de Wirbelthiere. *Biol. Centralblatt.*, 1888.
- SEESSEL (A.). — Zur Entwicklungsgeschichte des Vorderdams, *Archiv. f. Anat.*, 1877.
- SUCHANNEK (H.). — Ein Fall von Persistenz des Hypophysenganges, *Anat. Anz.*, 1887.
- Anatomische Beiträge zur Frage über die sogenannte Bursa pharyngea, *Zeitschr. f. Ohrenheil.*, Bd. XIX, 1889.
- TISSIER. — Etude sur la bourse pharyngienne, *Annales des maladies de l'oreille*, 1886.
- TORNWALD. — Ueber die Bedeutung der Bursa pharyngea der Pharynxdivertikel, *Berl. klin. Wochenschr.*, 1885.
- Ueber die Bedeutung der Bursa pharyngea für die Erkennung und Behandlung gewisser Nasenrachenraumkrankheiten. Wiesbaden, 1883.
- TORTUAL (C.-Th.). — Neue Untersuchungen über den Bau des menschlichen Schlund und Kehlkopfes, Leipzig, 1846.

544 TOURNEUX. — BOURSE PHARYNGIENNE ET RÉCESSUS MÉDIAN.

- TOURNEUX (J.-P.). — Base cartilagineuse du crâne et organes annexes, *Thèse*, Toulouse, 5 avril 1911.
- Sur le degré de fréquence de la fossette pharyngienne chez l'homme, *Soc. de biol.* avril 1911.
- TOURNEUX (F.) et TOURNEUX (J.-P.). — Présentation d'une série de dessins concernant le développement de la base du crâne et de la paroi postérieure du pharynx chez quelques mammifères, *Comptes rendus de l'Association des Anatomistes*, Lille, mars 1907.
- Base cartilagineuse du crâne et segment basilaire de la corde dorsale, etc., *Journal de l'Anat.*, n° janvier-février 1912.
- TOURNEUX (J.-P.) ET FAURE (Ch.). — Sur les rapports qu'affecte la corde dorsale avec la poche de Seessel. *Soc. de biologie*, mai 1912.
- VALENTI. — Sopra la piegea faringea, *Monit. zool.*, 1898.

2° Fossettes pharyngienne et naviculaire, canaux basilaires.

- BALLI (RUGGERO). — Sur la fréquence du Canalis basilaris medianus occipitalis (Gruber) chez les criminels, *Bibliogr. Anat.*, t. XVI, 1907.
- CALORI (L.). — Su varie particolarità osteologiche della base del cranio umano, *Mem. della R. Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna*, série 5, t. II, p. 287, 1892.
- Sopra alcuni notabili dell' osso sfenoide e della porzione basilare dell' osso occipitale, *Mem. della R. Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna*, série 5, t. II, p. 773, 1892.
- Sopra un notevole aumento numerico dei forami e canali emissarii del cranio umano, *Mem. della R. Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna*, série 5, t. V, 1893.
- D'URSO (ANGELO). — Sul significato morfologico del canale basilare mediano, *Anat. Anz.*, Bd. XXXV, 1910.
- FUSARI (R.). — Delle principali varietà presentate dalle ossa del tronco e della testa esistenti nel Museo Anatomico della C. Univ. di Messina, *Sicilia Medica*, anno I, fasc. 4, p. 18, 1889.
- Delle principali varietà ed anomalie presentate dalle ossa della testa e del tronco esistenti nel Museo Anatomico della Università di Ferrara, *Mem. dell' Accad. Medico-Chirurg. di Ferrara*, 1891.
- GRUBER (W.). — Ueber den anomalen Canalis basilaris medianus des Os occipitale beim Menschen, *Mémoires de l'Acad. Imp. des Sciences de Saint-Petersbourg*, série 7, t. XXVII, n° 9, 1880.
- Beobachtungen aus der menschlichen und vergleichenden Anatomie, Berlin, 1889.
- PARAVICINI (G.). — Fori e canali del basioccipitale nei 296 crani del Manicomio di Milano in Mombello, *Rend. Istit. Lombardo di Sc. e Lett.*, série 2, vol. XXXVI, f. 9, p. 480, 1903.
- PERNA (GIOVANNI). — Sul canale basilare mediano e sul significato della fossetta faringea dell' osso occipitale, *Anatomischer Anzeiger*, Bd. XXVIII, 1906.
- POELCHEN (R.). — Zur Anatomie des Nasenrachenraumes, *Virchow's Archiv*, 1890.
- ROMITI (G.). — Fossetta faringea dell' osso occipitale nell' uomo, *Atti Soc. Toscana*, Pisa, 1889.
- La fossetta faringea nell' osso occipitale nell' uomo, *Atti della Società Toscana di Scienze naturali*, Pisa, vol. XI, 1890.
- ROSSI (W.). — Il canale cranio-faringeo e la fossetta faringea, *Monit. Zool. ital.*, 1891.
- VARAGLIA (S.) e SILVA (B.). — Note anatomiche e antropologiche sopra 60 crani e 42 encefali di donne criminali italiane, *Arch. Psych. e Sc. penali*, vol. VI, p. 480, 1885.

Le propriétaire-gérant : FÉLIX ALCAN.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

LIBRAIRIE FÉLIX ALCAN

REVUE DE MÉDECINE & REVUE DE CHIRURGIE

La *Revue de Médecine* et la *Revue de Chirurgie* paraissent tous les mois : chaque livraison de la *Revue de Médecine* contient 5 à 6 feuilles grand in-8; chaque livraison de la *Revue de Chirurgie* contient de 11 à 12 feuilles grand in-8.

S'ADRESSER POUR LA RÉDACTION :

Revue de Médecine : à M. le P^r Landouzy, 15, rue de l'Université, Paris (7^e), ou à M. le P^r Lépine, 1, place Gailleton, Lyon.

Revue de Chirurgie : à M. le P^r E. Quénu, École de Médecine, Paris (6^e).

POUR L'ADMINISTRATION :

A la Librairie Félix Alcan, 408, boulevard Saint-Germain, Paris (6^e).

PRIX D'ABONNEMENT :

| Pour la Revue de Médecine | | Pour la Revue de Chirurgie | |
|--------------------------------------|--------|--------------------------------------|--------|
| Un an, Paris | 20 fr. | Un an, Paris | 30 fr. |
| — Départements et étranger | 23 fr. | — Départements et étranger | 33 fr. |
| La livraison, 2 fr. | | La livraison, 3 fr. | |

Les deux *Revues* réunies, un an, Paris, 45 fr.; départements et étranger, 50 fr.

Les abonnements partent du 1^{er} janvier.

Les quatre années de la *Revue mensuelle de Médecine et de Chirurgie* (1877, 1878, 1879 et 1880, se vendent chacune séparément 20 fr.; la livraison, 2 fr.

Les trente premières années (1881 à 1910) de la *Revue de Médecine* se vendent le même prix. Les dix-huit premières années (1881 à 1898) de la *Revue de Chirurgie*, 20 fr.; les autres années, 30 fr.

TRAITÉ INTERNATIONAL

DE

PSYCHOLOGIE PATHOLOGIQUE

Publié sous la direction du D^r A. MARIE, de Villejuif.

Vient de paraître :

TOME TROISIÈME ET DERNIER

PSYCHOPATHOLOGIE APPLIQUÉE

PAR MM. LES

P^r Bagenoff, Bianchi, Sikorsky, G. Dumas, Havelock-Ellis,
D^r Cullerre, A. Marie, Dexler, P^r Salomonsen.

Un vol. grand in-8, de viii-1086 pages, avec 384 gravures dans le texte. 25 fr.

Précédemment parus : TOME PREMIER. — PSYCHOPATHOLOGIE GÉNÉRALE
(Méthodes générales d'examen et de diagnostic des cas d'aliénation mentale)

Par MM. les Professeurs GRASSET, DEL GRECO, P. MARIE, P. MINGAZINI, MARINESCO, LUGARO,
L. LAVASTINE, MEDEA, CLOUSTON, DIDE, BECHTEREW, CARRARA FERRARI, MARRO.

Un vol. grand in-8, de xx-1028 pages, avec 353 gravures dans le texte. 25 fr.

TOME DEUXIÈME : PSYCHOPATHOLOGIE CLINIQUE

Par MM. les Professeurs BAGENOFF, BECHTEREW, D^r BOURILLET, CAPGRAS, COLIN, DENY, HESNARD,
LHERMITTE, MAGNAN, A. MARIE, P^r PICK, PILZ, RÉGIS, D^r RICHE, ROUBINOVITCH,
SÉRIEUX, SOLLIER, P^r ZIEHEN.

Un vol. grand in-8, de xxiii-1000 pages, avec 341 gravures dans le texte. 25 fr.

LIBRAIRIE FÉLIX ALCAN

Manuel d'Histologie Pathologique

PAR

V. CORNIL

Professeur à la Faculté de médecine,
Membre de l'Académie de médecine,
Médecin de l'Hôtel-Dieu,

et

L. RANVIER

Professeur au Collège de France,
Membre de l'Institut,
Membre de l'Académie de médecine.

AVEC LA COLLABORATION DE

A. BRAULT

Membre de l'Académie de médecine,
Médecin de l'hôpital Lariboisière,
Chef des travaux pratiques d'anatomie pathologique à la Faculté de médecine.

M. LETULLE

Professeur agrégé à la Faculté
de médecine,
Membre de l'Académie de médecine,
Médecin de l'hôpital Boucicaut.

TROISIÈME ÉDITION ENTIÈREMENT REFOUNDUE

Vient de paraître :

Tome IV et dernier, par MM. G. MILLIAN, L. DECLoux, L. RIBADEAU, DUMAS, CRITZMANN, A. BRAULT, Th. LEGRY, KLIPPEL, LEPAS, A. COURCOUX, N. HALLÉ. — *Poumon.* — *Bouche.* — *Pharynx.* — *Œsophage.* — *Estomac.* — *Côlon.* — *Rectum.* — *Foie.* — *Pancréas.* — *Rein.* — *Appareil urinaire.* 2 forts volumes grand in-8, avec 438 gravures en noir et en couleurs dans le texte. 45 fr.

Précédemment publiés :

Tome I, par MM. CORNIL, RANVIER, BRAULT, Fernand BEZANÇON, professeur agrégé à la Faculté de médecine, médecin des hôpitaux; Maurice CAZIN, chef de laboratoire à la Faculté de médecine. — *Généralités sur l'histologie normale.* — *Cellules et tissus normaux.* — *Généralités sur l'histologie pathologique.* — *Altérations des cellules et des tissus.* — *Des inflammations.* — *Des tumeurs.* — *Notions élémentaires sur les bactéries.* — *Lésions des os et des tissus cartilagineux.* — *Anatomie pathologique des articulations.* — *Des altérations du tissu conjonctif.* — *Lésions des membranes séreuses.* — 1 fort volume grand in-8, avec 369 gravures en noir et en couleurs. 25 fr.

Tome II, par MM. G. DURANTE, chef de laboratoire à la Maternité; J. JOLLY, H. DOMINICI, GOMBAULT, médecin des hôpitaux et Cl. PHILIPPE, chef de laboratoire à la Salpêtrière. — *Muscles.* — *Sang et hématopoïèse.* — *Cerveau.* — *Moelle.* — *Nerfs.* — 1 fort volume grand in-8, avec 202 gravures en noir et en couleurs. 25 fr.

Tome III, par MM. GOMBAULT, NAGEOTTE et A. RICHE, médecins de Bicêtre; G. DURANTE; R. MARIE, médecin des hôpitaux; Fernand BEZANÇON, Th. LEGRY, professeurs agrégés à la Faculté de médecine, médecins des hôpitaux. — *Système nerveux central (Cerveau et moelle épinière).* — *Nerfs.* — *Cœur et vaisseaux.* — *Rate.* — *Ganglion lymphatique.* — *Larynx.* — 1 fort vol. gr. in-8, av. 382 grav. en noir et en couleurs. 35 fr.

LIBRAIRIE FÉLIX ALCAN, 108, Boulevard Saint-Germain, PARIS.

DICTIONNAIRE DE MÉDECINE

par les D^{rs} E. BOUCHUT & A. DESPRÉS

Septième édition revue par les D^{rs} G. MARION et F. BOUCHUT

Mise au courant des derniers Progrès de la Science.

Équivalent volume de 4590 pages in-8 sur deux colonnes, avec 4097 gravures dans le texte indispensables aux Familles.

PRIX : BROCHÉ, 25 FR. ; — RELIÉ, 30 FR.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

7514

JOURNAL
DE
L'ANATOMIE
ET DE
LA PHYSIOLOGIE
NORMALES ET PATHOLOGIQUES
DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

Fondé par **CHARLES ROBIN (1864-1885)**

CONTINUÉ PAR

GEORGES POUCHET (1885-1894) et **MATHIAS DUVAL (1894-1907)**

PUBLIÉ PAR MM.

É. RETTERER

Professeur agrégé à la Faculté de médecine
de Paris.

F. TOURNEUX

Professeur à la Faculté de médecine
de Toulouse.

AVEC LE CONCOURS DE MM.

A. BRANCA

Professeur agrégé
à la Faculté de médecine
de Paris.

G. LOISEL

Directeur
du Laboratoire d'Embryologie générale
à l'Ecole des Hautes Etudes.

A. SOULIÉ

Professeur agrégé
à la Faculté de médecine
de Toulouse.

XLVIII^e ANNÉE, 1912. — N° 6. — NOVEMBRE-DÉCEMBRE

LIBRAIRIE FELIX ALCAN

408, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, PARIS

Renouvellement d'abonnement au 1^{er} Janvier 1913.

Cette livraison étant la dernière de l'année 1912, nous prions nos abonnés de nous adresser leur renouvellement pour l'année 1913 par l'intermédiaire de leur libraire ou d'un bureau de poste. — Tout abonné qui ne nous aura pas envoyé pour le 15 Décembre prochain un avis contraire recevra par l'intermédiaire de la poste une quittance de recouvrement du montant de son abonnement pour 1913.

TABLE DES MATIÈRES DU N° 6

| | |
|---|-----|
| A. PRENANT. — Les appareils ciliés et leurs dérivés (<i>avec 22 figures</i>)..... | 545 |
| P. P. DIAKONOW. — Épithélium. Tissu lymphoïde. Cancer. — Étude basée sur la phylo-onto-histogénèse du tube intestinal (<i>avec 6 figures</i>)..... | 595 |
| M. LARGET. — Contribution à l'étude du muscle présternal (<i>avec 2 figures</i>)..... | 639 |
| BIBLIOGRAPHIE. — A Laboratory Text-book of Embryologie, par <i>Charles Sedgwick Minot</i> . — Cours d'histologie normale, par <i>R. Krause</i> | 643 |

Le *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* paraît tous les deux mois :

CONDITIONS DE LA SOUSCRIPTION

| | |
|--|---------|
| Un numéro..... | 6 fr. > |
| Un an, pour Paris..... | 30 |
| — pour les départements et l'étranger..... | 33 > |

CHAQUE LIVRAISON CONTIENT :

- 1° Des *travaux originaux* sur les divers sujets que comporte son titre, accompagnés de planches hors texte en noir et en couleurs, et de gravures dans le texte;
- 2° Des *analyses et comptes rendus* de travaux présentés aux Sociétés savantes françaises et étrangères.

IL A EN OUTRE POUR OBJET :

- La *tératologie*, la *chimie organique*, l'*hygiène*, la *toxicologie* et la *médecine légale* dans leurs rapports avec l'anatomie et la physiologie;
- Les applications de l'anatomie et de la physiologie à la *pratique de la médecine*, de la *chirurgie* et de l'*obstétrique*.

Les ouvrages à analyser, et tout ce qui concerne la rédaction, devront être adressés *franco* à la LIBRAIRIE FÉLIX ALCAN, 108, boulevard Saint-Germain, Paris (6°).

LIBRAIRIE FÉLIX ALCAN

MANUEL PRATIQUE DE KINÉSITHÉRAPIE

PAR

**L. DUREY, R. HIRSCHBERG, R. LEROY, R. MESNARD,
G. ROSENTHAL, H. STAPFER, F. WETTERWALD, E. ZANDER J^{OR}**

Vient de paraître :

FASCICULE V. — F. Wetterwald. *Maladies de la nutrition*. — Raoul Leroy. *Maladies de la peau*. 1 vol. in-8, avec 47 figures..... 4 fr.

Fascicules précédemment parus :

FASCICULE I. — F. Wetterwald. *Le rôle thérapeutique du mouvement. Notions générales*. — E. Zander J^{OR}. *Maladies de la circulation*. 1 vol. in-8, avec 75 figures..... 3 fr.

FASCICULE II. — H. Stapfer. *Gynécologie*. 1 vol. in-8, avec 12 figures..... 4 fr.

FASCICULE III. — G. Rosenthal. *Maladies respiratoires (méthode de l'exercice physiologique de la respiration)*. 1 vol. in-8, avec 50 figures..... 5 fr.

FASCICULE IV. — René Mesnard. *Kinésithérapie orthopédique*. 1 v. in-8, avec 91 fig. 3 fr.

L'ouvrage sera complet en 7 fascicules.

Sous presse :

FASCICULE VI. — L. Durey. *Les traumatismes et leurs suites*. 1 v. in-8, avec 32 fig. 3 fr.

FASCICULE VII. — L. Hirschberg. *La rééducation motrice*. 1 v. in-8, avec 38 fig. 3 fr.

LES APPAREILS CILIÉS ET LEURS DÉRIVÉS¹

Par A. PRENANT

Professeur à la Faculté de médecine de Paris.

INTRODUCTION

L'étude des appareils ciliés ne présente pas seulement un vif intérêt pour l'histologiste, à cause de la singularité de ces formations et des détails de structure qu'on y décèle. Elle est intéressante aussi à un point de vue biologique général et à des titres divers.

Les cils et les fouets, expansions du protoplasme cellulaire durables et de forme définie, apparaissent au morphologiste comme des parties différenciées et *sui generis* de la cellule, puisqu'elles satisfont à deux conditions de toute différenciation, la durée et la fixité de la forme. Au physiologiste les cils et les fouets se présentent avec les caractères d'une fonction *sui generis* aussi, qui se manifeste par un mouvement particulier, le mouvement ciliaire et flagellaire. Le biologiste, soucieux d'expliquer la fonction par la forme et celle-ci par celle-là, se préoccupera avec intérêt de rechercher dans la forme et dans la structure intime de ces expansions la raison d'être de leur motilité spéciale, et par la comparaison de cette forme et de cette structure avec celles des autres organes du mouvement cellulaire, d'établir ce qu'il y a de commun à tous et ce qu'il y a de différentiel pour les cils et les fouets.

L'étude des cils et de leur mouvement conduira nécessairement le biologiste à cette idée que des organes aussi différenciés dans

1. Ces articles ont été rédigés à la suite de leçons professées, comme cours supérieur d'Histologie, à la Faculté de médecine de Paris pendant l'année 1911-1912. Ils font suite à des articles provenant du même enseignement supérieur et publiés dans ce *Journal* dans le cours des années 1909-1910 et 1910-1911.

leur forme que le sont les appareils ciliés ne peuvent pas être considérés comme primordiaux, que le protoplasme qui les constitue est un protoplasme déjà très modifié, puisque son activité se traduit par un mouvement qui ne ressemble à aucun autre. Il voudra donc tout naturellement remonter aux origines de cette forme et de cette fonction et rechercher dans le protoplasme ordinaire et dans les mouvements les plus simples qu'il exécute le point de départ, en quelque sorte phylogénétique, des cils et du mouvement ciliaire. Interrogeant à cet effet les cellules mobiles les plus inférieures, il se demandera si le cil ou le fouet n'est pas un pseudopode modifié.

Puisque la cellule est d'abord nue, avant d'être revêtue de cils, puisque l'appareil cilié est une production secondaire, il ne sera pas moins intéressant et moins profitable pour le biologiste d'assister au développement, en quelque sorte ontogénétique, d'un appareil cilié, de décider d'abord quelles parties primordialement constitutives de la cellule prennent part à sa formation, d'établir ensuite sous quelles influences cet appareil surgit à la surface du corps cellulaire. D'une telle étude ontogénétique, très incomplètement faite encore, il pourra conclure à la valeur morphologique de l'appareil cilié et de façon plus précise encore à celle de ses diverses parties composantes. La recherche des causes qui influencent le développement de l'appareil cilié pourra être une importante contribution au problème général de la mécanique du développement, de la biomécanique.

A suivre plus tard l'évolution des appareils ciliés et des cellules ciliées dans l'organisme du Métazoaire, on pourra se renseigner sur la solidité de la différenciation ciliée, savoir si cette cellule, comme l'élément musculaire, comme l'élément nerveux, est à ce point figée dans sa forme structurale et dans sa fonction qu'elle ne puisse plus s'écarter de la voie où elle a été engagée, autrement dit, si elle est affectée d'une différenciation immuable et définitive, ou bien si tout au contraire cette différenciation n'est que passagère et si l'appareil cilié n'est qu'une formation transitoire et contingente qu'ont fait naître et que maintiennent seules certaines conditions extérieures.

On assistera alors selon les cas à deux spectacles différents. D'une

part on verra, dans des organismes adultes, la différenciation ciliée s'évanouir, la cellule perdre ses cils et devenir un élément glandulaire. D'autre part, en examinant des organismes embryonnaires, et en suivant la destinée de certains appareils ciliés, on se convaincra qu'ils n'y sont aussi qu'une forme banale et transitoirement nécessaire, par laquelle passent et de laquelle dérivent les productions cellulaires les plus variées et les plus parfaitement spécifiques. De la façon la plus inattendue, les cônes et les bâtonnets rétinien, les prismes de l'émail, l'appareil fixateur des Vorticelles, etc., apparaîtront comme le résultat de la transformation spécifique d'un organe cellulaire au début toujours le même, du cil. Ce seront autant d'exemples saisissants de la plasticité évolutive d'un même organe de la cellule, et une preuve de plus que, dans la nature, le complexe se développe du simple et l'hétérogène de l'homogène.

CHAPITRE I

FLAGELLES. — LES CELLULES FLAGELLÉES

Les appareils ciliés se présentent sous deux formes principales.

Tantôt la cellule ne porte qu'une ou que quelques expansions ciliiformes, mais puissamment développées; ces expansions sont les *fouets* ou *flagelles*; la cellule est dite alors flagellée.

Tantôt la surface libre de la cellule se hérissé d'un grand nombre de fins prolongements, les *cils*, dont l'ensemble forme l'*appareil cilié*; la cellule est dite ciliée.

Bien que ce ne soient là que deux modalités d'une seule et même formation, et que des intermédiaires les relient l'une à l'autre, leur forme diffère assez pour qu'il soit permis de les examiner séparément.

Bien qu'aussi la nature de la motilité dans les deux sortes d'appareils soit essentiellement la même, les mouvements qu'ils exécutent sont assez différents pour qu'on ait pu distinguer un mouvement flagellaire et un mouvement ciliaire.

Nous étudierons successivement au point de vue morphologique : les fouets ou flagelles, les appareils ciliés.

Un chapitre physiologique spécial sera ensuite consacré au mouvement ciliaire et flagellaire.

Les flagelles ne forment pas, il s'en faut, un groupe homogène d'organes cellulaires; ils diffèrent beaucoup suivant les cellules considérées.

Les bactéries possèdent fréquemment des expansions flagellaires qu'on désigne improprement sous le nom de cils et qui pourraient représenter la forme la plus inférieure du flagellum. Viennent ensuite les véritables flagelles dont sont pourvus un grand nombre de Protozoaires, ainsi que les zoospores et les gamètes de beaucoup de Protistes. Une place à part doit être faite parmi les gamètes aux anthérozoïdes et aux spermatozoïdes des végétaux et des animaux supérieurs, dont les cils et la queue se rapprochent des autres flagellums tant par leur forme extérieure que par leur structure intime. Certaines cellules de tissu qui se trouvent chez les Métazoaires termineraient cette liste de flagelles; nous les étudierons avec plus de fruit en même temps que les cellules ciliées.

I. — CILS DES BACTÉRIES.

Les Bactéries sont les unes mobiles, les autres immobiles. Par analogie avec ce que l'on sait des Protistes, où le mouvement est l'effet de la motilité d'organes spéciaux, de cils ou de fouets, on a attribué les mouvements des Bactéries à des expansions filiformes de leur corps qu'on a très improprement appelées cils, évoquant ainsi fâcheusement une comparaison probablement risquée avec les organes cellulaires homonymes qui existent chez les Protistes supérieurs¹.

La mobilité et la présence de cils ou fouets caractérisent assez bien les espèces. Les bactériologistes (Messea, 1890; Fischer, 1894; Migula, 1897) ont utilisé pour la classification des Bactéries les caractères de la présence et de la distribution des fouets. Non seulement en effet une Bactérie est privée ou pourvue de fouets; mais encore, dans le second cas, la répartition des cils est très variable

1. Je n'ai pas pu consulter sur cette question l'ouvrage récent de A. Meyer, *Die Zellen der Bakterien*, Iena, 1912.

suivant les espèces. Chez quelques-unes, comme celles de la famille des Bacillées (type *Bacillus subtilis*), les fouets sont habituellement diffus sur toute la surface du corps. Chez d'autres, telles que les Spirillacées (type *Spirillum undula*), les fouets sont polaires, c'est-à-dire placés à l'une des extrémités du corps ou aux deux; ces fouets sont d'ailleurs isolés ou groupés en faisceaux.

En prenant pour base la disposition des cils, Messea (1890) a proposé la classification suivante des Bactéries. Il distingue d'abord les Gymnobactéries (espèces dépourvues de cils) et les Trichobactéries (espèces munies de cils). Il divise ensuite celles-ci en : 1° monotriches (espèces à un seul cil placé à l'un des pôles; exemple Spirille du choléra); 2° lophotriches (espèces munies d'un faisceau de cils à l'un des pôles; exemples grands Spirilles, Bacille du lait bleu); 3° amphitriches (espèces pourvues de cils à chacun des pôles; exemples : *Vibrio*, *Spirillum undula*) (fig. 1, A); 4° péritriches (espèces ayant des cils sur toute la surface du corps; exemples : *Proteus vulgaris*, *Bacillus*

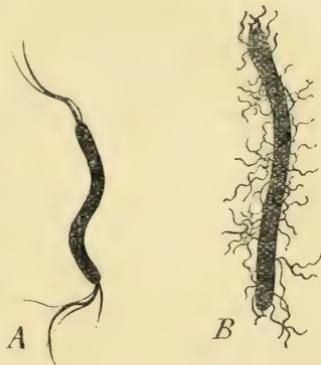


Fig. 1. — Cils des Bactéries. — A. *Spirillum undula* (bactérie amphitriche) (prép. originale, méth. de Löffler). — B. Bacille du vaccin I du charbon (bactérie péritriche) [d'après Dupond, méth. de van Ermengen].

subtilis, Bacille typhique, Bacille du vaccin du charbon) (fig. 1, B).

Pour caractéristiques que puissent être les cils d'espèces bactériennes, il faut savoir qu'un microbe qui, dans les conditions de son complet développement spécifique, est mobile et flagellé, est dans d'autres conditions immobile et privé de fouets. Il est alors facile de lui rendre la mobilité et les fouets, tandis qu'il est difficile de faire perdre les fouets et le mouvement à celui qui en est pourvu.

La perte de la mobilité n'est pas une modification permanente et longtemps transmissible; le mouvement est récupéré lorsque l'espèce retrouve certaines conditions naturelles, en des terrains propices. Ainsi Fischer (1894) a montré que, chez le *Bacillus subtilis*, les spores produisent des éléments immobiles, qui se couvrent ensuite

de cils ; puis quand la Bactérie se dispose en zoogléa, elle redevient immobile. Stephens (cité par Dupond 1905) a rencontré un Bacille d'Eberth immobile et atriche, à qui un seul passage à travers le cobaye rendit les fouets et la motilité. Dupond a constaté l'influence de l'agitation des cultures sur la motilité du Bacille d'Eberth et sur la disparition de ses fouets. Mais il est impossible de conférer la mobilité à une espèce primitivement inerte ; Dupond a complètement échoué avec le bacille de la tuberculose qui, même dans les cultures agitées et agglutinables, ne devient jamais flagellé ni spontanément mobile.

Aussi la capacité et l'incapacité de se mouvoir demeurent-elles pour les Bactéries des éléments de classification de premier ordre (Dupond). La fragilité de la propriété de motilité et la caducité des fouets n'exclut pas leur constance. Malgré la succession possible de formes mobiles et immobiles, l'espèce n'en demeure pas moins caractérisée et bien distincte de celles qui sont incapables de produire des fouets à aucun moment de la vie ; comme a dit Vuillemin : « L'aile du papillon est-elle moins importante parce que la chenille n'en a pas ? »

Les fouets des Bactéries se présentent sous les aspects qu'on leur voit dans la figure 4, c'est-à-dire comme des expansions minces du corps de la Bactérie, dont nous ne pouvons examiner toutes les variations spécifiques de forme et de disposition. En général les fouets des Bactéries sont plus régulièrement cylindriques et moins effilés à leur extrémité que ceux des Flagellates. Leur longueur égale le plus souvent celle du corps ; parfois ils sont extrêmement longs ; un coccus, agent de la nitrification, mesure moins de 4 μ de diamètre et porte un flagelle qui dépasse 30 μ ; le bacille du hog choléra, pour un corps de 4 μ de long, a des fouets mesurant jusqu'à 56 μ . Le nombre des fouets varie de un (vibron du choléra) à près de cent (bacille tétanique, *Proteus vulgaris*). On sait que, par exemple, pour le vibron cholérique, le nombre des fouets varie suivant la provenance géographique du microbe. Dans la numération des fouets, il faut tenir compte de la formation possible de « cils composés » ; elle a lieu dans les milieux de culture où les microbes sont à l'étroit et où les fouets s'enchevêtrent et se collent les uns aux autres ; ces

cils composés ont été décrits, par exemple, dans les cultures de la bactérie du charbon symptomatique. Fuhrmann (1909) a constaté la formation de cils composés (*Geisselzöpfe*) d'abord primaires aux dépens de 15 à 25 cils élémentaires accolés chez *Spirillum volutans*, puis secondaires formés par les cils composés primaires.

La nature particulière des fouets des Bactéries est rendue évidente par les caractères de la coloration de ces fouets. Les procédés ordinaires de coloration histologique et même bactériologique échouent, et il faut pour mettre les fouets en évidence des méthodes spécifiques de coloration, telles que celles de Löffler (1889, 1890), de Van Ermengen (1893) et beaucoup d'autres. La nature des fouets est encore discutée. On a d'abord contesté la réalité de leur existence même en tant que cils, et on les a considérés comme des artifices de préparation. Cette opinion n'est plus soutenable depuis que Reichert (1910) a réussi à voir les cils de nombreuses espèces en champ obscur et à l'état vivant, et a même pu analyser leur mouvement. Puis on s'est demandé (Van Tieghem, 1879, Migula, et d'autres) si ces cils ne sont pas plutôt des dépendances de la membrane et même d'une sorte de gaine gélatineuse, sans contractilité et sans motilité même pour certains auteurs, que les prolongements actifs du protoplasma. On s'est fondé, pour émettre cette opinion, sur ce que d'abord les fouets ne prennent pas les teintures ordinaires du protoplasme ou plutôt du corps de la Bactérie, sur ce qu'ensuite en comprimant des Bactéries de grande taille pour en faire sortir le protoplasma, on voit le fouet demeurer adhérent à la coque qui reste et qui représente la membrane de la Bactérie.

Toutefois, on admet généralement que les fouets des Bactéries sont d'abord des formations naturelles et que, de plus, ce sont des prolongements protoplasmiques plus ou moins comparables aux cils des cellules ordinaires. A l'appui de cette interprétation, on fait valoir, par exemple, que les méthodes de coloration des capsules, appliquées à la coloration des fouets, restent infructueuses et on invoque aussi le mode d'insertion exact de ces fouets. On a pu voir, en effet, sur des Spirilles, que le fouet prend naissance sur l'enveloppe spiralée ou capsule qui entoure le corps interne colorable, enveloppe un peu dilatée à son extrémité en une coiffe terminale

(fig. 2, A et E); mais, d'après les observations de Bunge, 1894, 1895, et de Bütschli, 1902, le fouet se prolonge à travers cette coiffe par un filament radiculaire qui aboutit au corps interne (fig. 2, E). Bütschli, 1902, et Fuhrmann, 1909 ont vu au point d'insertion du fouet de *Spirillum volutans* une sorte de corpuscule basal (fig. 2, B).

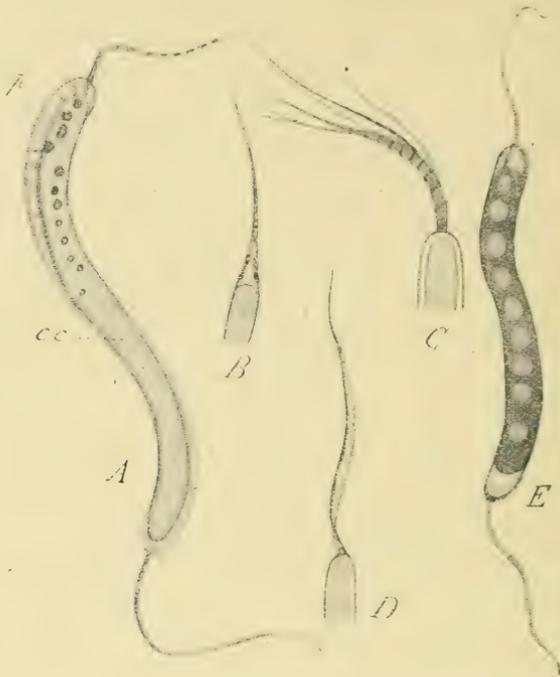


Fig. 2. — Divers aspects des cils de Bactéries, figures d'après Bütschli (1902) et originale. — A. *Spirillum volutans*; enveloppe plasmatique *p* qui se détache du corps central *cc* et forme les deux pôles clairs de la bactérie (coiffes terminales); fouet avec striation. — B. Même bactérie; deux paires de corpuscules colorables à la base de l'insertion du fouet. — C. *Ophidomonas jenensis*; fouet strié transversalement. — D. *Rhabdomonas rosea*, fouet avec membrane ondulante, $\times 2500$. — E. *Spirillum undula* (prép. originale), coiffes terminales, attache du fouet au corps central, à travers la coiffe terminale (méth. de Löffler), $\times 1500$.

Yamanoto, 1909, qui a retrouvé ce grain basal chez diverses Bactéries, dit que c'est là un caractère général de l'insertion de tous les fouets. Le fouet lui-même n'est pas dépourvu de structure. Bütschli y décrit une ponctuation, qui est peut-être l'expression optique d'une spirale telle que celle qu'il trouve au fouet de *Chromatium* (fig. 2, A et C). Une sorte de membrane ondulante (fig. 2, D) peut accompagner le fouet sur une certaine longueur.

II. — FOUETS OU CILS DES FLAGELLATES,
DES ZOOSPORES ET DES GAMÈTES¹.

Un grand nombre d'animaux et de végétaux inférieurs possèdent, pendant toute la durée ou pendant l'une seulement des phases de leur existence, des flagellums qu'on appelle aussi très souvent des cils. Ces appendices peuvent appartenir à la forme principale de l'espèce, végétative et agame, ou bien à ses formes reproductrices; dans ce dernier cas, ils peuvent caractériser soit les spores de la reproduction asexuée, soit les gamètes de la reproduction sexuée.

Nous donnerons successivement quelques exemples de fouets ou cils : chez les individus végétatifs, chez les zoospores, chez les gamètes.

1° Fouets des Flagellates.

De nombreux Protistes présentent à l'état adulte ou végétatif des fouets, flagelles ou cils. Ce sont : dans le règne animal les Infusoires flagellés, ou mieux les Flagellates; et dans le règne végétal certaines Algues unicellulaires et coloniales de la famille des Cœnobiées.

Spirochaëtids. — Les Spirochaëtids, longtemps rangés parmi les Bactéries, représentent la forme la plus simple et la plus inférieure du groupe des Flagellates. Aussi Krzyszczalowicz et Siedlecki (1908) proposent de créer pour eux le sous-groupe des Spirilloflagellates, et Doflein (1909) les place à la base des Flagellés sous le nom de Proflagellates. Les deux genres qu'on y a distingués, le g. *Treponema*

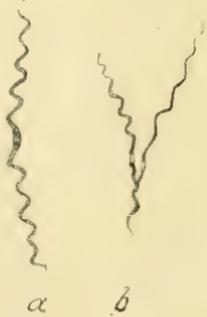


Fig. 3. — *Treponema pallidum* (*Spirochaeta pallida*), d'après Krzyszczalowicz et Siedlecki. — *a*, au milieu du tréponème, l'espace nucléaire plus clair, de chaque côté duquel se voient deux points plus colorés (chromatine nucléaire rejetée périphériquement ?); *b*, stade de la division du tréponème; espaces nucléaires clairs; *a*, coloré par le Giemsa après fixation par vapeurs osmiques; *b*, coloré par le bleu Marino. $\times 1500$.

1. Nous négligerons tous les détails de structure qui ne se rapportent pas strictement à notre sujet.

et le g. *Spirochæta*, ont en commun la forme hélicoïdale du corps, très grêle et cylindrique dans le premier genre, d'habitude plus considérable et aplati dans le second; le mouvement se fait par rotation du corps autour de l'axe de l'hélice.

Chez *Treponema* (espèce principale *T. pallidum* de la syphilis), le corps se prolonge graduellement à chacune de ses extrémités en une pointe peu contournée ou presque rectiligne, que Schaudinn (1904, 1905, 1907), Herxheimer et Löser (1905) considèrent comme l'équivalent du fouet des vrais Flagellates, que Borrel (1906, 1907) compare au cil des Bactéries, mais que Mühlens et Hartmann (1906, 1907), Krzysztalowicz et Siedlecki (1908) regardent, soit chez *Treponema*, soit même chez *Spirochæta*, comme un simple prolongement du corps. Schaudinn a aussi accordé à *Treponema* une membrane ondulante, dont Krzysztalowicz et Siedlecki (1905, 1908) n'ont pu vérifier l'existence.

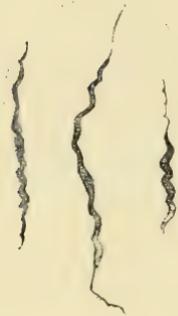


Fig. 4. — *Spirochæta dentium*. — Formes de culture, l'une sans fouets distincts, l'autre avec deux flagelles minces, une troisième avec un flagelle seulement. D'après Hartmann et Mühlens, empruntée à Doflein (1911).

Les nombreuses espèces du g. *Spirochæta*, dont quelques-unes atteignent 100 et 200 μ , sont passablement différentes les unes des autres. Tantôt (*S. dentium*, *S. Duttoni*) les fouets ne sont, comme chez *Treponema*, que des prolongements ténus du corps; ailleurs (*S. plicatilis*, *S. Balbianii*, *S. culicis*), il n'y a pas de fouets et le corps se termine par une extrémité obtuse; dans d'autres espèces enfin ou dans certaines formes de culture d'espèces non flagellées ou indistinctement flagellées, il existe un ou deux flagelles nettement différenciés du corps (fig. 4). Ces flagelles, dits fouets polaires ou filaments terminaux, n'existent qu'à un pôle seulement ou bien terminent les deux extrémités du corps. Ils ont été vus par de nombreux protistologues et considérés d'abord comme des fouets véritables, puis regardés très généralement aujourd'hui comme des dépendances du périplaste (Schaudinn et Hoffmann, 1905; v. Koch, 1905; Zettnow, 1906; Schaudinn, 1907; Prowazek, 1906; Hoffmann et Prowazek, 1906; Hartmann et Mühlens, 1906;

Schellack, 1908). Ce dernier auteur ainsi qu'Hartmann et Pro-
wazek voient dans les fouets polaires les restes de filaments
d'union qui persistent entre les cellules après leur division et qui,
en se rompant lors de la séparation des cellules, laissent appendus
aux extrémités de celles-ci soit un
fouet unique, soit deux, selon que
les cellules se produisent par deux
ou par quatre. L'aplatissement du
corps est dû à une membrane ondu-
lante (*crista*) régnant sur toute la
longueur de l'animal; elle est visible
chez *S. plicatilis*, *buccalis*, *refringens*
et très évidente chez les grandes
espèces (*S. Balbianii*, *S. anodontæ*)
(fig. 5). Elle a été décrite par Certes;
Lustrac; Schaudinn, 1905; Hoffmann
et Provazek, 1906; Provazek, 1906,
1907; Perrin, 1906; Keysselitz, 1906,
1907; Mühlens et Hartmann, 1906;
Gonder, 1908; Fantham, 1908, etc.

Tous ces auteurs ont attribué la
membrane ondulante à la couche
extérieure et amorphe du corps,
au périplaste; mais Swellengrebel,
1907 admet qu'elle est formée par
du véritable protoplasma vivant et
alvéolaire. D'après Prowazek, le
corps rubané du Spirochète est pro-
longé et élargi suivant l'un de ses
bords par la membrane ondulante, ourlée elle-même d'un filament
qui se continue par les fouets. Il peut y avoir, aux extrémités de ce
filament qui borde la membrane ondulante, un granule basal qui
subit la bipartition lors de la division de l'animal (Perrin, Keys-
selitz). D'après les observations de Perrin, Keysselitz, Provazek,
1907, Fantham, 1908, la membrane ondulante des grandes
espèces trypanosomiennes de Spirochètes a une structure fibrillée

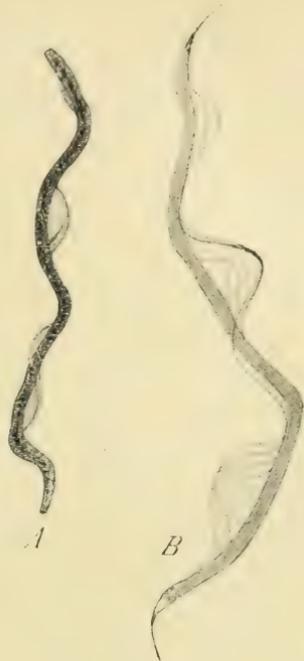


Fig. 5. — *Spirochete Balbianii* (A) et
Spirochete anodontæ Keyss (B). —
A. Individu avec tige axiale très colo-
rable et membrane ondulante. D'après
Perrin, empruntée à Doflein (1911).
— B. Individu avec membrane ondu-
lante macérée et décomposée en
fibrilles. D'après Keysselitz, em-
pruntée à Doflein (1911).

(fig. 5, B); ces fibrilles sont, pour le dernier auteur, de véritables myonèmes; le bord de la membrane est, pour lui aussi, épaissi en une fibre myonématique plus forte et colorable par les réactifs de la chromatine. On comprend, d'après cette structure fibrillaire, que la macération de la membrane puisse donner lieu à des fouets latéraux, et à une ciliation péritriche que Prowazek, 1901, Borrel, 1906, Vlès, 1906, Zettnow, 1906, C. Fränkel, 1907, ont décrite et dont de nombreuses figures de Fantham montrent bien le caractère artificiel et la formation par dissociation des fibrilles-myonèmes.

Perrin et d'autres auteurs ont signalé un intéressant détail de structure du corps du Spirochète: c'est l'existence d'une tige axiale plus colorable, qui parcourt toute la longueur du corps et se prolonge dans le fouet; il s'agit sans doute d'un cordon élastique de soutien, analogue à celui qu'on trouve chez les Trypanosomes (fig. 5, A).

On a décrit aussi comme noyau chez les Spirochètes, soit cette tige axiale tout entière (Prowazek, 1907), soit dans son intérieur des granules chromatiques qu'ont signalés Herxheimer et Löser, 1905, Perrin, 1906, Keysselitz, 1906, Gonder, 1908, Schellack, 1908. D'après Prowazek, 1907, la tige axiale représenterait plus particulièrement le « corps interne » du noyau, qu'entourerait une enveloppe chromatique; elle correspondrait au blépharoplaste et au fouet marginal des Trypanosomes et représenterait, par conséquent, un fuseau central (?), tandis que l'enveloppe chromatique équivaldrait au noyau végétatif des Trypanosomes.

Chez le *Spirochæte Ziemanni*, qui représente dans le groupe des Spirochètes un type à part (type *Leucocytozoon* ou *Trypanosoma*), Schaudinn (1904) a décrit d'importants détails de structure qu'on connaît aux Flagellates du groupe des Trypanosomiés. Outre la membrane ondulante qui se prolonge antérieurement par un fouet, c'est un corps dit blépharoplaste, en rapport avec le fouet (fig. 6); ce sont aussi dans les individus sexués (macrogamétocytes et microgamétocytes) des fibrilles longitudinales ou myonèmes.

Flagellates proprement dits. — Les Flagellates vrais ou bien

vivent en parasites ou bien mènent une vie libre. Leur principal caractère est de posséder un ou plusieurs flagelles puissamment développés.

Les principaux genres de Flagellés parasites sont les g. *Cercomonas*, *Leishmania*, *Trypanosoma*, *Trypanoplasma*, *Herpetomonas* et *Leptomonas*, *Crithidia*, *Bodo*, *Trichomonas*, *Monas*, *Lambliia*¹.

En général, ces Flagellés sont des organismes allongés, nucléés,

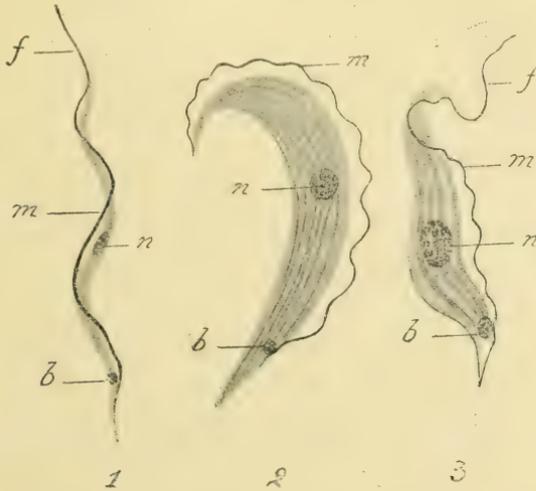


Fig. 6. — *Spirochaete Ziemanni*, d'après Schaudinn. — 1. Individu indifférent; n, noyau; b, blépharoplaste; m, membrane ondulante; f, fouet. — 2 et 3. Macro- et microgamétocytes; mêmes lettres; myonèmes.

possédant un ou plusieurs flagelles. L'un, plus grand, est le flagelle principal; il peut être flanqué de flagelles accessoires plus

1. La systématique de ce groupe est loin d'être définitive; l'autonomie spécifique est problématique pour plusieurs espèces appartenant à des genres différents. La parenté très proche des g. *Herpetomonas*, *Crithidia*, *Trypanosoma*, a été mise en évidence par Laveran et Mesnil (1904). Léger (1904), après avoir créé le g. *Crithidia*, s'est convaincu qu'une espèce, le *C. minuta*, présentait tous les caractères d'un *Herpetomonas*. Le g. *Leptomonas* coïncide sans doute avec le g. *Herpetomonas* (Doflein, 1901; Léger, 1902; Senn, 1902) et comprend en partie des formes d'évolution des Trypanosomes. Les *Leishmania* et les *Trypanosoma* peuvent être considérés comme des *Crithidia* et des *Herpetomonas* adaptés à une vie parasitaire ou même endoglobulaire (Brumpt, Léger); inversement un certain nombre de formes crithidiennes ou herpétomonadiennes des Insectes ne sont que des stades d'hémoflagellés des Vertébrés (Léger, 1902, 1904; Schaudinn, 1904). Il est enfin possible que beaucoup de genres de Flagellates parasites ne soient que des formes monadiennes existant à côté de formes grégariennes (Léger et Duboscq, 1910).

petits; en outre l'animal peut traîner à la remorque un flagelle postérieur. Les fouets sont libres ou bien adhèrent sur une partie de leur longueur à une membrane ondulante dont ils forment la bordure. Outre le noyau, il existe dans la cellule un corps volumineux et colorable, le blépharoplaste ou centrosome, où le ou les flagelles prennent plus ou moins directement insertion. Le flagelle peut en outre se prolonger dans le corps cellulaire par un filament radulaire nommé rhizoplaste.

Les Trypanosomes nous serviront de type des Flagellés parasites. Ces Protistes, dont il existe de nombreuses espèces dans le tube digestif et dans le sang d'une foule d'Invertébrés et de Vertébrés, produisent diverses maladies, dont la redoutable maladie du sommeil ou trypanosomiase africaine. Ce sont en général des organismes de grande taille mesurant en moyenne de 15 à 30 μ de long. Le corps, fusiforme et effilé, renferme deux corps chromatiques. L'un, volumineux et généralement central, est le noyau. L'autre, plus petit, très colorable, très basophile, situé entre le noyau et l'extrémité postérieure du corps, est le blépharoplaste.

Le noyau a une structure compliquée. Il se compose, d'après Prowazek, 1905: d'un caryosome ou corps interne, formé d'un substratum achromatique alvéolaire; de chromatine accumulée aux points nodaux de ce substratum sous forme de grains ou chromosomes en nombre déterminé. Ce nombre est typiquement de 8 non seulement chez les Trypanosomes (Schaudinn), mais encore d'après le même auteur chez *Spirochæte Ziemanni*, *Polytoma uvella*, *Chlamydomonas*, *Herpetomonas*, et aussi chez *Trypanoplasma* (Keysseltz, Léger); Friedrich, 1909, chez *Trypanoplasma*, ne compte que cinq grains chromatiques.

Le blépharoplaste des Trypanosomes et des Flagellates voisins est tantôt homogène, tantôt structuré à la façon d'un noyau; il se montre alors formé de grains chromatiques plongés dans un substratum plastinien, et on peut y déceler un centriole.

Du blépharoplaste part le flagellum. Pour certains auteurs, l'insertion du fouet se fait exactement sur le blépharoplaste, et même (Yamanoto, 1909) sur le centriole de celui-ci. Selon d'autres, le flagelle ne s'attache pas sur le blépharoplaste même, dont

il reste quelque peu distinct; on le voit assez souvent prendre insertion sur un ou deux petits grains basaux (Mac Neal, 1904; Novy et Mac Neal, 1905; Prowazek, 1905; Bosc, 1905; Minchin, 1908). Les études que Schaudinn, 1904, et Prowazek, 1905, ont faites du développement du blépharoplaste et du fouet ont fait comprendre pourquoi celui-ci n'a pas de relations immédiates avec celui-là. Le Trypanosome peut provisoirement être un type suffisant pour l'insertion du flagelle; nous verrons ultérieurement les divers modes d'insertion du fouet décrits chez les Flagellates.

Le flagelle côtoie le corps sur la plus grande partie de sa longueur en décrivant plusieurs sinuosités; il borde dans ce parcours une membrane ondulante de même longueur, par laquelle il se rattache au corps cellulaire. A l'extrémité antérieure du parasite, la membrane ondulante cesse, abandonnant le flagelle qui devient libre. Ce flagelle se termine parfois (Schaudinn, 1904; Robertson, 1907) par un granule que Minchin, 1908, n'a pu constater et dont l'étude du développement nous donnera la signification. La membrane ondulante est, pour Wasielewsky et Senn, 1900, ainsi que pour Keysselitz, 1907, une dépendance du périplaste; le fouet lui-même n'est pas nu, mais d'après Keysselitz est revêtu par le périplaste. Le fouet n'est pas un épaissement de la membrane ondulante, mais une production du blépharoplaste (Rabinowitsch et Kempner, 1899; Wasielewski et Senn, 1900). Ces derniers se représentent ainsi la formation de la membrane ondulante: le fouet soulève un pli de l'ectoplasme qui se déploie en la membrane ondulante, par laquelle il reste adhérent au corps. Doflein, 1901, a accepté cette explication. Tous les auteurs s'accordent du reste à reconnaître que la membrane ondulante est le produit de l'activité du fouet, que son développement est dû aux mouvements plus difficiles que le Trypanosome doit exécuter dans le milieu sanguin (Laveran et Mesnil, Keysselitz et d'autres¹).

1. Telle est la description du type classique et en quelque sorte concret d'un Trypanosome. Mais il faut savoir qu'il existe (Schaudinn, 1904) deux types différents de Trypanosomes: ceux à fouet morphologiquement antérieur (type *T. noctua* = *Hæmoproteus noctua*), et ceux à fouet morphologiquement postérieur (type *T. Ziemanni* = *Leucocytozoon Ziemanni*). Les premiers paraissent dériver de formes d'abord herpétomonadiennes (Léger) ou plutôt leptomonadiennes (Brumpt), crithidiennes (Léger). Chez les Herpétomonas en effet ou plutôt chez les Leptomonas, parasites du tube

Le g. *Trypanoplasma* a été créé par Laveran et Mesnil (1901) pour des Trypanosomes spéciaux de forme allongée, munis d'un noyau et d'un blépharoplaste très semblables par leur structure, et pourvus de deux fouets. Le blépharoplaste est long et bacilli-forme. Il donne insertion, non point directement, mais par l'intermédiaire de granules basaux (Friedrich, 1909), à un flagelle antérieur assez court et libre et à un flagelle postérieur;

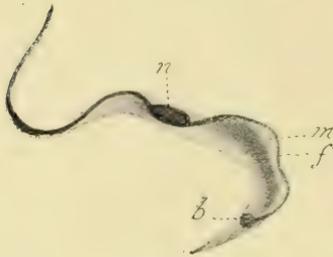


Fig. 7. — *Trypanosoma Lewisii*. — n, noyau; b, blépharoplaste; m, membrane ondulante; f, filament marginal. $\times 1000$.

celui-ci se réfléchit sur l'extrémité antérieure du parasite, suit le bord sinueux d'une membrane ondulante qui règne sur toute la longueur du corps, et se libère finalement à l'extrémité postérieure de l'animal (fig. 8, A). Le genre voisin, *Bodo* (fig. 8, B), s'en distingue parce que les deux fouets, le postérieur aussi bien que l'antérieur, sont libres; ils naissent d'un diplosome basal

entouré d'une aire claire; derrière ce diplosome un rhizoplaste raide, qui commence par un léger épaissement, s'étend jusqu'au noyau et se termine sur le caryosome même de celui-ci (Prowazek, 1904).

Le genre *Herpetomonas* (= *Leptomonas*?) (fig. 8, D), dont de nombreuses espèces vivent en parasites chez les Insectes, et le genre *Leptomonas*, dont certaines formes sont saprozoïtes libres, sont sans doute aussi des formes évolutives d'Hémoflagellés des

digestif d'Invertébrés piqueurs, le blépharoplaste est tout à fait antérieur, le flagelle est par conséquent complètement libre et il ne peut y avoir de membrane ondulante. Chez les Crithidia, le blépharoplaste s'est déplacé en arrière vers le noyau, et le flagelle s'accompagne par suite d'une membrane ondulante. Chez les Trypanosomes la migration du blépharoplaste, encore plus importante, l'a amené en arrière du noyau, et la longueur du flagelle et de la membrane ondulante s'est accrue davantage encore. Cette évolution a été vérifiée par Brumpt chez le *Trypanoplasma granulosum* lors de son passage de la Clepsine à l'Anguille. Ainsi se trouve réalisé le type Trypanosome à fouet antérieur que Seun (1902), Laveran et Mesnil (1904), Léger (1904), considèrent comme un type dérivé, dû au développement progressif et adaptatif d'une membrane ondulante, en rapport avec la consistance du milieu sanguin où vivent les parasites.

Quant aux Trypanosomes à fouet morphologiquement postérieur, Léger (1904) les fait provenir de *Trypanoplasma*, possédant deux fouets à direction opposée et ayant perdu le fouet antérieur.

Vertèbres. Il se distingue par l'insertion tout à fait antérieure du

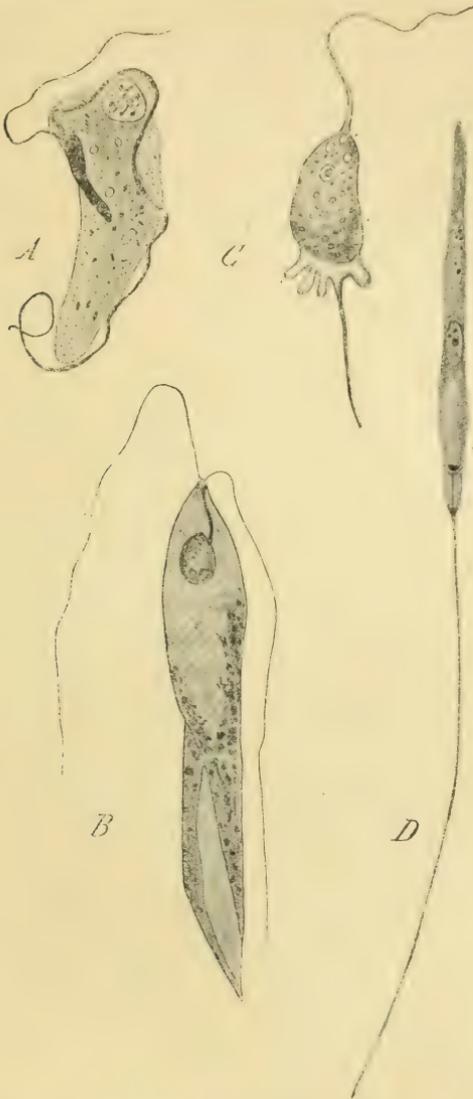


Fig. 8. — *Flagellates divers.* — A. *Trypanoplasma cyprini*, d'après Brumpt : 2 fouets, blépharoplaste allongé; noyau. — B. *Bodo lacertæ*, d'après Hartmann; 2 fouets, double blépharoplaste; rhizoplaste et noyau. — C. *Cercomonas crassicauda*, d'après Stein, copié dans Doflein; un seul fouet, noyau, extrémité postérieure subulée et munie de pseudopodes. — D. *Herpetomonas jaculum* (intestin de la Nêpe cendrée), dessiné d'après une préparation de M. le Prof. Léger. $\times 1500$. Épaississement de la base d'insertion du flagelle; de cet épaississement part un rhizoplaste qui se prolonge jusqu'à un petit bâtonnet transversal; au-dessous de ce bâtonnet se trouve le blépharoplaste, très coloré; noyau et enclaves cytoplasmiques.

flagelle, qui est d'ailleurs simple ou double. Entre le noyau et l'extrémité antérieure du corps se trouve un gros blépharoplaste, ovulaire ou en forme de bâtonnet transversal. Le flagelle se prolonge dans le corps cellulaire par un filament ou rhizoplaste, et s'attache par l'intermédiaire de ce rhizoplaste à un corpuscule simple ou double très colorable, situé à peu de distance au-dessus du blépharoplaste. Le rhizoplaste peut se continuer, au delà de ce corpuscule, jusqu'au blépharoplaste, jusqu'au noyau, au delà du noyau même, et se terminer à l'extrémité postérieure du corps par un second corpuscule, constituant ainsi un filament axial qui règne sur toute la longueur du parasite. Prowazek (1904) donne de l'appareil flagellaire d'*Herpetomonas muscæ domesticæ* une description particulièrement précise. Il se compose : de deux fouets unis l'un à l'autre par une membrane délicate; de deux corpuscules associés en diplosome desquels naissent les fouets; de deux tiges radiculaires ou rhizoplastes se dirigeant vers le blépharoplaste auquel elles sont attachées; du blépharoplaste; d'un bouton situé sur le côté du blépharoplaste vers lequel se dirige un double filament spiral (filament axial), qui paraît être en relation avec les deux extrémités des rhizoplastes et qui, d'autre part, se termine à l'extrémité postérieure du corps par un petit diplosome.

Dans le genre *Crithidia*, très voisin du précédent, la forme du corps est plus ramassée; le fouet s'insère à un corpuscule basilaire ou blépharoplaste ordinairement bacilliforme, situé à côté, au-dessus ou au-dessous du noyau. L'extrémité antérieure est atténuée et prolongée en un flagelle muni d'une membrane ondulante très étroite, qui n'est jamais large et plissée comme chez les Trypanosomes (Léger, 1902; Patton, 1907; Patton et Strickland, 1908; Léger et Duboscq, 1909).

Les *Cercomonas*, dont beaucoup d'espèces sont parasites, ont un fouet antérieur, dont on ne connaît pas le mode d'insertion exact, et un prolongement postérieur aigu. Ce genre est intéressant, parce que les Cercomonades sont capables de former à leur extrémité postérieure des pseudopodes et qu'elles se rattachent par là aux Mastigamœbiens et aux Rhizopodes mêmes (fig. 8, C).

Les *Leishmania* sont de très petits organismes (de 1 à 3 μ de long), agents pathogènes du bouton d'Orient et du Kala-azar, qui ont temporairement un habitat endocellulaire et vivent dans les cellules épithélioïdes et dans les leucocytes. Ils possèdent un noyau, un blépharoplaste, un rhizoplaste et un ou deux flagelles selon les formes de culture. Pendant leur vie endocellulaire, ces

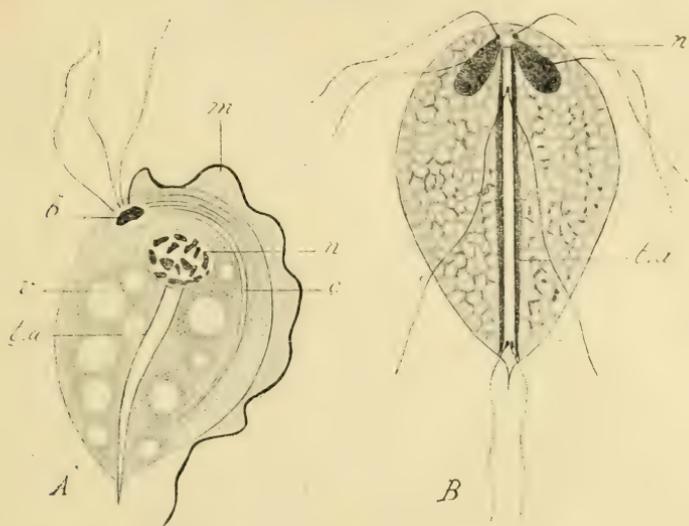


Fig. 9. — *Flagellates divers.* — A. *Trichomonas* de la Souris, d'après Brumpt : n, noyau ; b, blépharoplaste ; fouets dont un, le fouet postérieur, forme le filament marginal de la membrane ondulante m ; t. a., tige axiale (axostyle) ; c, côtes de renforcement ; v, vacuoles alimentaires. — B. *Octomitus* (= *Hexamitus*) *intestinalis*, n. sp., d'après Prowazek ; deux noyaux n ; deux tiges axiales t. a. ou axostyles ; quatre paires de fouets insérés sur autant de corpuscules basaux.

êtres perdent le flagellum, mais conservent le blépharoplaste et le rhizoplaste.

Dans les genres suivants, les flagelles sont au nombre de trois au moins et quelquefois bien davantage ; aussi ces Flagellates ont-ils été réunis dans l'ordre des *Polymastigina*.

Costia = *Tetramitus* offre à l'extrémité antérieure trois fouets inégaux. Il y en a quatre chez *Monocercomonas*.

Le genre *Trichomonas*, dont l'espèce type est *T. vaginalis*, se distingue par la présence de quatre flagelles insérés côte à côte à l'extrémité antérieure du corps (Kunstler) ; de ces flagelles trois sont dirigés en avant et tout à fait libres ; le quatrième se réfléchit

en arrière, s'accôle à une membrane ondulante et devient libre à l'extrémité postérieure du corps; un volumineux blépharoplaste situé au-dessous du noyau est le point d'insertion des quatre flagelles (fig. 9, A). Plus exactement, d'après Prowazek (1904), chez *Trichomastix*, qui n'est qu'un *Trichomonas* sans membrane ondu-

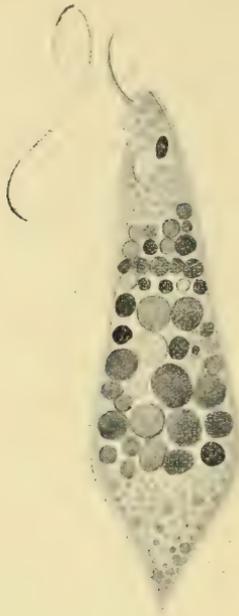


Fig. 10. — *Euglena viridis* EHREN. — Le flagelle s'insère en avant de la dépression buccale; à côté de cette dépression se voient la vésicule contractile et la tache pigmentaire oblongue et rouge; le corps est rempli de grains chlorophylliens. $\times 370$. Etat frais.

lante, les trois fouets antérieurs s'insèrent sur un corps colorable allongé, formé sans doute de trois granules fusionnés, le quatrième fouet sur un grain spécial.

Les deux genres *Hexamitus* et *Lamblia* ont en commun deux flagelles postérieurs et diffèrent par la disposition des fouets antérieurs. Chez *Hexamitus* (fig. 9, B), il existe de chaque côté un groupe de trois fouets antérieurs. Chez *Lamblia*, dont l'espèce principale est *L. intestinalis* (ancien *Cercomonas intestinalis*), il n'y a pas moins de huit fouets en tout, et même davantage (Kunstler, 1895). Outre les deux flagelles postérieurs, il y en a deux antérieurs, insérés tout à fait en avant, et plus en arrière une paire de chaque côté du corps; tous ces fouets sont dirigés en arrière.

Les Flagellates qui mènent une vie libre sont les uns isolés, les autres coloniaux. Parmi les Flagellés isolés, *Monas* possède un fouet principal et deux fouets accessoires.

Dans la famille des Euglénidés et dans les familles voisines, il y a tantôt un seul fouet (*Euglena*, *Copromonas*, *Chrysamalba*, *Chrysomonas*), tantôt deux (*Cryptomonas*), ou quatre (*Pyramimonas*). *Euglena viridis*, pris pour type, est une Monadine commune dans les eaux stagnantes, riche en chlorophylle, possédant un noyau, une tache oculiforme pigmentaire, une vacuole contractile et munie d'un fouet antérieur (fig. 10); il existerait, d'après Fischer (1904),

des appendices latéraux ciliformes du fouet, que Bütschli (1902) n'a pu retrouver. Il existe un assez grand nombre de genres de Flagellates coloniaux répartis dans plusieurs familles. Dans le g. *Anthophysa*, qui appartient à la famille des Monadides, et qui servira d'exemple, les individus sont réunis par 8, 16 ou davantage en colonies sphériques, portées à l'extrémité des branches d'une tige ou stolon très grêle et très fragile, irrégulièrement rameuse. La rupture de ces branches amène avec la plus grande facilité la mise en liberté des colonies qui se mettent à tourner. La liaison des individus qui composent la colonie est elle-même très faible, et ces individus se séparent aisément et se meuvent alors isolément. Chacun d'eux a la forme d'une poire, dont la petite extrémité effilée en pointe répondait au centre de la colonie (fig. 11). La grosse extrémité porte deux flagelles, l'un court et l'autre quatre fois plus long. L'insertion de ces flagelles se fait par 1 ou 2 (?) corpuscules basilaires électivement colorables, situés au-dessous du noyau et au voisinage d'une tache rouge pigmentaire.



Fig. 11. — Un individu isolé d'une colonie d'*Anthophysa* sp. — On ne voit qu'un flagelle, le plus grand; il est inséré sur un double corpuscule basilaire; à côté la tache pigmentaire rouge est vue de profil comme un bâtonnet; au-dessous du corpuscule basilaire, le noyau avec un gros caryosome. Sur coupe; vapeurs osmiques; triple coloration, fer, éosine, vert-lumière. $\times 750$.

Dans des familles voisines, celles des Choanoflagellidés ou Craspédomonadines, des Bicoécidés, la base du ou des fouets est entourée par un ou deux prolongements infundibuliformes de la paroi du corps, les collerettes; le bord de la collerette est parfois strié longitudinalement. C'est l'indice sans doute de la constitution de la collerette par des cils soudés.

La famille des Cœnobiées = Volvocinées, longtemps rangée parmi les Algues, est formée d'espèces dans lesquelles l'organisation coloniale met les individus composants dans une très grande dépendance réciproque (g. principaux, *Volvox*, *Gonium*, *Stephanosphaera*, *Pandorina*, *Eudorina*). Chaque individu est muni de deux longs fouets qui, par leurs battements, contribuent à faire

tourner sur elle-même et progresser la colonie tout entière. Les fouets, insérés près d'une tache pigmentaire, traversent la paroi cellulosique qui entoure l'individu, et font saillie à la surface de la colonie.

Les Dinoflagellates ou Péridiniens forment un groupe à part. On les avait crus autrefois (Pouchet) pourvus de cils et d'un fouet unique, ce pour quoi on les avait appelés Cilioflagellates. On sait (depuis Klebs) qu'ils possèdent deux flagelles différents l'un de l'autre, l'un plus long et postérieur, l'autre plus court et latéral.

2° *Fouets des zoospores.*

Les zoospores (c'est-à-dire les spores de forme animale) sont ainsi nommées, parce qu'elles sont, comme les Flagellates, munies de fouets ou cils. Telles sont les spores d'un grand nombre de végétaux inférieurs, Champignons et Algues. Ces zoospores se déplacent tantôt en direction à peu près rectiligne et alors uniformément ou par saccades, tantôt en tournant autour de leur axe et en se vissant en quelque sorte dans l'eau. Elles sont constituées par une masse nue de protoplasma incolore ou coloré en vert par la chlorophylle, portant en général à son extrémité antérieure une tache pigmentaire, et elles sont mues par un ou plusieurs cils.

Les Myxomycètes ou Mycétozoaires, ces êtres qui, sous leur forme végétative principale, forment des plasmodes étalés sur les débris des plantes en voie de décomposition, produisent habituellement à l'intérieur de sporanges de nombreuses spores. Ces spores, en germant, laissent s'échapper une masse protoplasmique arrondie et nue. Au bout de quelques instants cette masse s'allonge, s'effile à l'une de ses extrémités et se termine par un long cil, devenant ainsi dans le cas général une zoospore. Plus tard les zoospores changent de forme, émettent des pseudopodes et deviennent des amibes, dites myxamibes, dont la fusion ultérieure produira une plasmodie.

Les Vampyrellées, parmi lesquelles quelques espèces ont des spores uniflagellées, se distinguent le plus habituellement par la production de 2 à 4 grosses zoospores munies de nombreux fouets rétractiles et comparables à celui de *Mastigamæba*.

Les zoospores de la plupart des Chytridinées ne possèdent aussi qu'un cil, dirigé en arrière ou en avant. Parvenues sur la plante hospitalière, les zoospores perdent leurs cils et se transforment en amibes, qui percent la paroi de la cellule, pénètrent dans son intérieur, y développent un thalle abondamment ramifié, terminé à ses extrémités par des zoosporanges, où se forment de nouvelles zoospores, et ainsi de suite.

Chez les autres Champignons inférieurs, y compris les Monoblépharidées, les zoospores sont habituellement biflagellées. Il en est ainsi parfois chez les Monoblépharidées, chez quelques Chytridinées, et régulièrement dans les groupes des Saprologniées et des Péronosporées. Les zoospores des Péronosporées ont deux

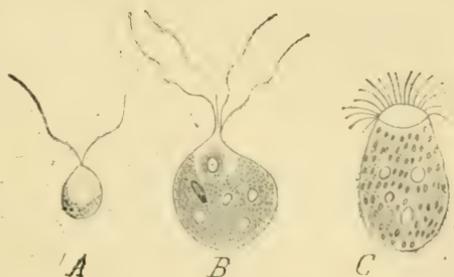


Fig. 12. — Zoospores de diverses Algues. — A. Monostome. — B. Ulothrix. — C. Oedogone.

fouets insérés latéralement et dirigés l'un en avant, l'autre en arrière. Chez les Saprologniées il se produit deux générations de zoospores, la première à flagelles antérieurs, la seconde à flagelles attachés latéralement comme chez les Péronosporées.

Parmi les Algues, les Siphonées telles que *Botrydium* ont des zoospores à un seul fouet. Les zoospores des Protococcées, des Cœnobiées, des Phéosporées et de certaines Confervacées (*Coleochæte*) sont biflagellées; chez la Laminaire, par exemple, les fouets prennent naissance en face d'un point oculiforme rouge et se tournent l'un en avant, l'autre en arrière, le premier servant de rame, le second fonctionnant comme gouvernail. Les Confervacées et certaines Siphonées fournissent une série continue de dispositions, depuis les *Botrydium* qui ont des zoospores uniflagellées; chez les *Coleochæte* les zoospores portent deux fouets; elles en ont quatre dans les g. *Cladophora*, *Chætophora*, *Ulva*, *Ulothrix*; celles d'*Oedogonium* sont ornées d'une couronne de cils; la grosse zoospore des *Vaucheria* enfin est couverte de cils très nombreux et peut

être comparée à une colonie de petites zoospores biciliées.

Il existe aussi des zoospores ciliées ou flagellées dans certains groupes de Protistes animaux, par exemple chez *Paramœba*, chez les Radiolaires, et chez les Noctiluques (où ces formes flagellées sont peut-être des gamètes).

Certaines observations, sur lesquelles nous aurons à revenir, ont montré que les relations des fouets avec le corps de la zoospore sont essentiellement les mêmes que chez les Flagellates, dont le Trypanosome nous a donné un exemple. Ici aussi le flagelle s'insère sur un granule colorable ou blépharoplaste.

3° Fouets des gamètes.

Gamètes des Protistes. — Les gamètes, c'est-à-dire les individus reproducteurs chez les Protistes, sont fréquemment mobiles et pourvus de fouets; dans le cas de conjugaison ou (mieux, copulation) isogame, les 2 gamètes mâle et femelle sont semblables et peuvent alors l'un et l'autre être flagellés; dans le cas de conjugaison anisogame, le gamète femelle est immobile et plus gros; le gamète mâle plus petit est seul flagellé et mobile. Chez les Métaphytes et les Métazoaires, l'anisogamie des cellules reproductrices est encore plus accentuée; les gamètes mâles, ou spermatozoïdes, le plus habituellement très mobiles, doivent leur mobilité à la présence d'un ou plusieurs fouets ou d'un organe flagellaire compliqué qui est la queue du spermatozoïde.

La famille des Cénobiées nous offre des exemples de conjugaison isogame (*Gonium*, *Stephanosphæra*) et de conjugaison anisogame (*Pandorina*, *Eudorina*, *Volvox*). Chez *Stephanosphæra*, les gamètes mâles et femelles, parfaitement égaux, sont produits en grand nombre à l'intérieur de la colonie, puis mis en liberté, sous la forme de petites cellules biflagellées, qui s'unissent ensuite 2 à 2 et produisent un zygote (fig. 13). Les gamètes de *Pandorina* sont de même forme et flagellés tous deux, mais les gamètes mâles sont plus petits. Chez *Eudorina* et *Volvox*, l'anisogamie est très prononcée. L'individu colonial produit alors soit un petit nombre de grosses cellules reproductrices femelles ou macrogamètes, soit

un grand nombre de petites cellules reproductrices mâles ou microgamètes; les deux sortes de gamètes peuvent être portées par la

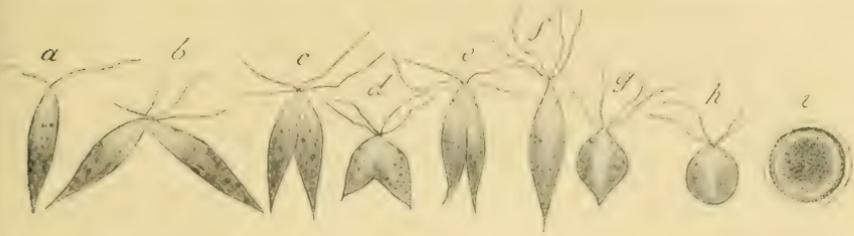


Fig. 13. — Copulation chez *Stephanosphaera pluvialis*. — a, gamète; b-h, stades successifs de la copulation et de la fusion des deux isogamètes; i, zygote. D'après Hieronymus, empruntée à Doflein.

même colonie (monœcie) ou par des colonies différentes (diœcie).

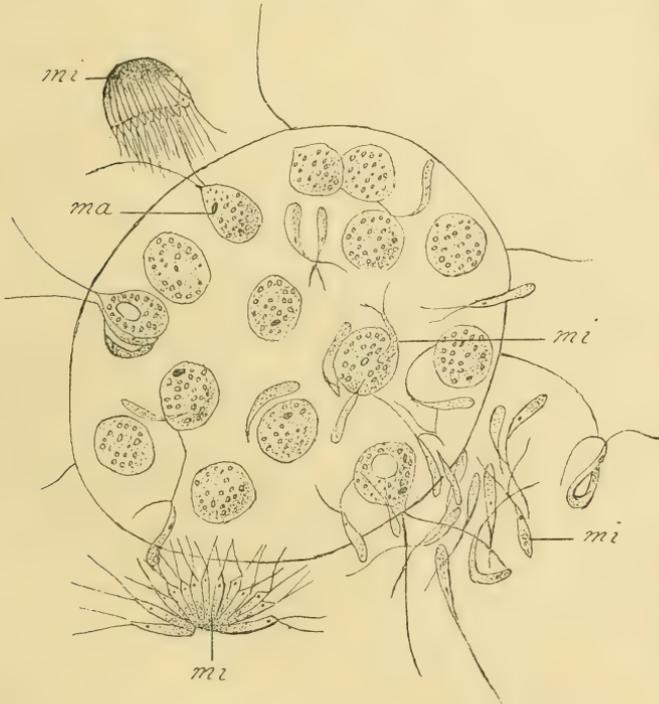


Fig. 14. — Copulation chez *Eudorina elegans*. — Individu colonial femelle, entouré de microgamètes. — ma, macrogamètes; mi, microgamètes, isolés et entourant la colonie, réunis en paquets, ayant pénétré dans la colonie et copulant avec les macrogamètes. D'après Gœbel, empruntée à Doflein.

Les macrogamètes peuvent être flagellés et mobiles (*Eudorina*), ou

bien immobiles (*Volvox*); les microgamètes sont toujours biflagellés et mobiles (fig. 14).

L'isogamie s'observe, parmi les végétaux, chez certaines Siphonées (*Botrydium*, *Acetabularia*), certaines Confervacées (*Ulothrix*, *Cladophora*, *Chaetophora*, *Ulva*) et dans la plupart des Phéosporées; les gamètes, biflagellés, sont alors semblables aux zoospores et ne s'en distinguent que par la copulation; le zygote qui résulte de leur fusion présente d'abord les quatre cils des deux gamètes et les perd ensuite.

La copulation isogame par des gamètes mobiles et flagellés se produit encore chez un certain nombre de Flagellates, tels que *Chlamydomonas* et *Polytoma uvella*, chez des Foraminifères (*Trichosphærium*), chez les Noctiluques (?).

L'anisogamie est beaucoup plus fréquente. Doflein (1909) en distingue quatre cas :

1° Les gamètes sont faiblement différents par leur taille, leur forme et leur motilité (fig. 15). Il s'agit ici de phénomènes de copulation observés chez les Flagellés. Même chez les Spirochétidés, l'existence d'une copulation sexuelle a été soupçonnée, à cause des différences individuelles observées chez certaines espèces (*S. Balbianii*, *Vincenti*, *Treponema pallidum*). La copulation a été décrite chez certains Flagellates inférieurs, *Bodo lacertæ* (Prowazek).

2° Les gamètes, très différents par leur taille, le sont peu par leur constitution et leur motilité. Dans le g. *Chlamydomonas*, l'anisogamie se présente concurremment avec l'isogamie. Dans le g. *Chlo-rogonium*, les individus produisent soit de grands macrogamètes, soit de petits microgamètes flagellés.

3° Les gamètes diffèrent peu par la taille, mais beaucoup par leur forme et leur motilité. Dans ce cas rentrent les faits de copulation sexuelle observés par Léger (1901) chez certaines familles de Gré-garines, telles que les Stylorhynchides (voir, pour la bibliographie, Léger et Duboscq, 1909). Deux individus s'accolent et s'entourent d'un kyste commun; puis chacun d'eux produit par division de nombreux éléments ou sporoblastes qui exécutent à l'intérieur du kyste la danse des sporoblastes. Ces éléments sont des gamètes; les uns, mobiles et plus gros, sont les gamètes mâles ou microgamètes;

les autres, plus petits et immobiles, sont les macrogamètes ou gamètes femelles; microgamètes et macrogamètes se fécondent à l'intérieur du kyste. Les microgamètes de *Stylorhynchus* (fig. 15, 2) sont, d'après Léger, 1901, Léger et Duboscq, 1902, fusiformes, avec un bec antérieur et un long flagelle postérieur; ce dernier se continue dans le corps par un filament axile, qui aboutit à un grain colorable situé au-dessous du noyau et assimilable à un centrosome; ils méritent vraiment le nom de spermatozoïdes. Il y a même,

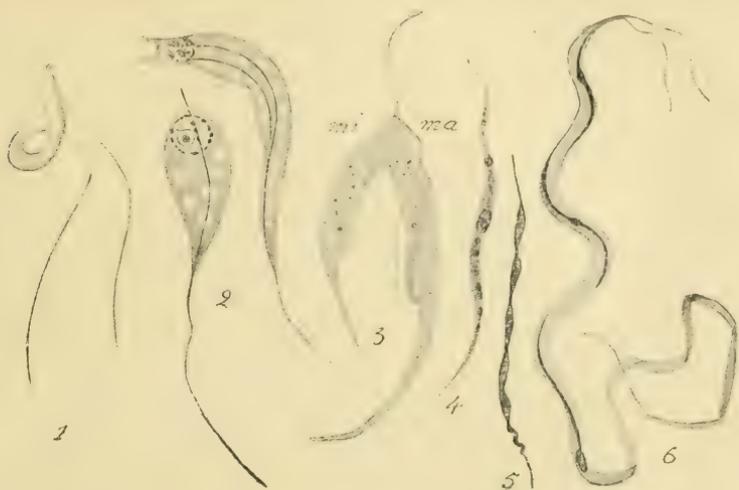


Fig. 15. — Microgamètes de divers Protistes. — 1. Microgamète d'une Coccidie (*Echinospora*) en mouvement (d'après Léger). — 2. Double forme de microgamètes ou spermatozoïdes d'une Grégarine (*Stylorhynchus longicollis*) (d'après Léger). — 3. Microgamète (*mi*) et macrogamète (*ma*) de *Bodo lacertæ* en copulation (d'après Prowazek). — 4. Microgamète de *Plasmodium vivax* (d'après Schaudinn). — 5. Microgamète d'une Coccidie (*Legeria octopiana*) (d'après Siedlecki), spirochètiforme. — 6. Microgamète d'*Aggregata spinosa*, spirochètiforme (d'après Moroff).

d'après Léger et Duboscq (1909), chez certaines Grégarines (Actinocéphalidés, Stylorhynchidés) deux sortes de spermatozoïdes (fig. 15, 2) : les uns grands, à noyau hyperchromatique, et probablement stériles; les autres petits, à noyau normal. Léger et Duboscq (1904) décrivent au spermatozoïde de *Pterocephalus* une fine membrane ondulante qui s'étend sur la face ventrale du corps, du rostre à la queue.

4° Les gamètes diffèrent fortement par tous leurs caractères. Dans ce cas, le macrogamète emmagasine des réserves et devient

semblable à un œuf de Métazoaire; le microgamète, petit et mobile, est comparable à un spermatozoïde. Outre les Cénobiées, qui ont déjà servi d'exemple général, les Coccidies et les Hémospories offrent de nombreux cas de parfaite anisogamie. La conjugaison anisogame des Coccidies, découverte par Schaudinn et Siedlecki (1897) chez *Adelea ovata*, a été vérifiée par Léger dans un grand nombre de genres. Léger (1898) et Wasielewski (1898) trouvèrent, chez *Barrouxia* et *Echinospira*, les deux fouets des microgamètes (fig. 15, 4). Depuis, l'anisogamie a été observée fréquemment chez les Coccidies (Siedlecki, 1898, 1902, 1903, 1907; Laveran et Mesnil, 1900; Pérez, 1903; Moroff, 1906; Awerinzew, 1909; Debaisieux, 1912, etc.). La plupart des Coccidies ont des microgamètes mobiles; chez *Adelea* cependant on les a généralement décrits comme immobiles et dépourvus de cils.

L'anisogamie est aussi très prononcée chez les Hémospories (*Proteosoma*, *Plasmodium*, *Hæmoproteus*, *Babesia*, etc.). Un individu devient ici aussi un macrogamétocyte, un autre un microgamétocyte; le premier produit un macrogamète, le second 4-8 microgamètes, qui sont dépourvus de fouet, mais dont le corps allongé est animé de mouvements protéiformes, favorisés peut-être (Hartmann, 1907) par une membrane ondulante.

Spermatozoïdes végétaux. — Chez un grand nombre de végétaux, le gamète mâle est le seul qui ait conservé des caractères animaux; ces caractères peuvent être alors si développés qu'on a longtemps nommé ces gamètes des anthérozoïdes et qu'à présent on ne recule plus devant l'expression de spermatozoïdes.

Parmi les Champignons, les microgamètes des seules Monoblépharidées ont un caractère nettement animal et sont munis d'une queue semblable à celle d'un spermatozoïde. Chez un certain nombre d'Algues, à fécondation anisogame, les microgamètes reproduisent les caractères des zoospores et présentent comme celles-ci deux fouets chez *Coleochæte*, une couronné de cils chez *Oedogonium*. Les anthérozoïdes des *Vaucheria* et ceux des Fucacées, très semblables aussi à des zoospores, portent deux fouets insérés latéralement (fig. 16, A). Les spermatozoïdes des *Fucus* ont été différemment décrits par Guignard, 1889, et par Retzius, 1906. Pour

Guignard, ils se composent d'un corps protoplasmique piriforme, contenant un noyau et un chromatophore. Selon Retzius, le corps piriforme est le noyau lui-même, qui n'est entouré que par une couche protoplasmique très mince; la masse que Guignard consi-

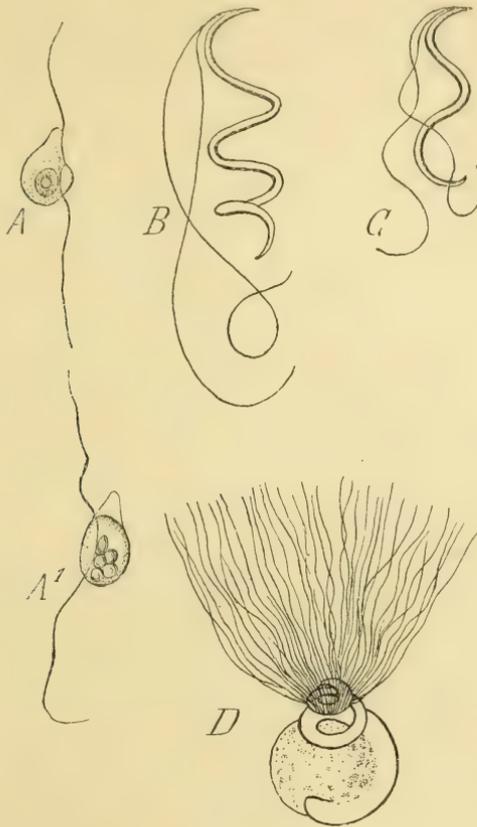


Fig. 16. — Antherozoïdes de diverses plantes. — A. Fucus. — B. Hépatique. — C. Mousse. — D. Fougère (d'après Guignard). $\times 1400$. — A'. Fucus, d'après Retzius, avec un chromatophore et un organe nebenkernique formé de quatre sphérules.

dère comme le noyau serait un organe particulier, le « corps nebenkernique », identique à celui que Retzius constate dans la plupart des spermatozoïdes animaux et formé ici aussi par plusieurs sphérules accolées (fig. 16, A').

Les microgamètes ou antherozoïdes des végétaux plus élevés prennent, à mesure qu'on s'élève dans la série, un caractère de

plus en plus animal, celui de spermatozoïdes. C'est ainsi que ceux des Characées sont des éléments allongés, contournés en hélice et munis de deux fouets. Chez les Bryophytes, ils ont essentiellement la même forme (fig. 16, B et C). Chez les Équisétacés et chez les Lycopodiniées, les spermatozoïdes décrivent deux ou trois tours de spire, dont les premiers portent de nombreux cils. Ceux des autres Ptéridophytes, notamment des Filicinées (D), sont enroulés en hélice conique autour d'une masse résiduelle et portent antérieurement une touffe serrée de longs cils.

Des microgamètes en forme de spermatozoïdes comparables à ceux des Cryptogames vasculaires, ont été découverts chez les Gymnospermes : par Webber, 1897, chez *Zamia* ; par Ikeno, 1896-1898, chez *Cycas* ; par Hirase, 1897, 1898, chez *Gingko*. Ceux de *Zamia* sont très gros, oviformes, presque visibles à l'œil nu (300 μ . de long environ) ; ils ont une forme hélicoïdale et portent sur un ruban spiralé de nombreux cils. Ceux de *Cycas* et ceux de *Gingko* sont eux aussi formés de quatre ou de trois tours de spire, de cinq à six chez *Cycas* (Miyake, 1906), abondamment ciliés ; leur taille est presque aussi considérable que chez *Zamia*.

Spermatozoïdes animaux. — De toutes les formes si variées que les gamètes mâles ou spermies présentent dans la série animale, la plus fréquente est celle qui les fait ressembler à des Protozoaires flagellés et qui leur a valu leurs noms de spermatozoïdes, spermatozoaires ou zoospermes. C'est, bien entendu, la seule dont il sera ici question¹.

La forme de ces spermatozoïdes est du reste sujette à de grandes variations d'un groupe à un autre. On ne peut prendre une idée plus complète de la variabilité de cette forme qu'en parcourant les figures de l'important mémoire de Koltzoff, 1909, et les superbes planches des nombreuses publications que Retzius, 1902, 1904, 1905, 1906, 1909, 1910, 1911, a consacrées à l'iconographie des spermatozoïdes, et dans lesquelles il s'est imposé pour tâche de fixer pour tous les groupes, et même pour toutes les espèces de la série animale, la

1. Nous ne pouvons passer en revue les formes si diverses des spermatozoïdes animaux ; nous nous bornerons aux détails de structure qui sont intéressants au point de vue de la cellule flagellée.

forme extérieure des spermatozoïdes. La vue de ces figures et de ces planches suggère aussi l'impression très forte que les spermatozoïdes reproduisent, avec quelques modifications adaptatives, à peu près toutes les formes essentielles qui sont représentées dans le groupe des Flagellés.

La forme du spermatozoïde est étroitement spécifique et témoigne d'une adaptation très précise du spermatozoïde à sa fonction. Dans des espèces voisines, les caractères extérieurs des spermatozoïdes peuvent être très différents. Ballowitz, 1903, 1905, a insisté notamment sur les différences spécifiques que présentent les spermies dans l'ordre des Anoures, où on les voit très petits chez *Pelodytes*, tandis qu'ils atteignent chez *Discoglossus pictus* une longueur de 2 mm. 1/4; le spermatozoïde du *Bombinator* ne ressemble à aucun de ceux des autres Anoures.

La constitution fondamentale du spermatozoïde, malgré les différences spécifiques, demeure essentiellement la même. Il se compose de deux parties : la *tête*; la *queue* (filament caudal ou flagelle). Chacune de ces parties comprend elle-même plusieurs régions, dont Waldeyer, 1901, a précisé la nomenclature.

La tête, généralement allongée ou bien arrondie (fig. 17 et 18, *t*), est formée, comme l'apprend l'étude du développement du spermatozoïde ou spermiogénèse, par le noyau de la cellule séminale, modifié, très chromatique et homogène (ou du moins comprend ce noyau, qui forme sa plus grande partie, Hoefler, 1909). Elle est surmontée en avant d'un appendice de forme variable, tantôt d'une « pointe céphalique », tantôt d'une « coiffe céphalique »; on lui donne les noms génériques d'*acrosome*, de *corps céphalique*, ou encore celui de *perforateur*, à cause du rôle qu'il joue dans la copulation avec l'œuf (fig. 17, *c. céph.*).

Le filament caudal ou flagelle, qui seul nous intéresse, comprend plusieurs parties. C'est d'abord une *pièce moyenne* ou *intermédiaire* (*Mittelstück*), ou *pièce d'union* (*Verbindungstück*, fig. 15 et 16, *p. int.*), par laquelle la tête se relie à la queue. La pièce d'union commence généralement derrière la tête par une partie rétrécie, plus mince que le reste de la queue; c'est le *collet* (fig. 18, *c. c.*). Le flagelle proprement dit se compose lui-même de deux régions :

la *pièce principale* (*Hauptstück*), plus épaisse (fig. 17, 18, *p. pr.*), la *pièce terminale* (*Endstück*, fig. 17, 18, *p. term.*), plus mince. L'axe du filament caudal est parcouru dans toute sa longueur par un filament, le *filament axile* ou caudal (filaxe) (*Axenfaden*), nommé aussi *filament principal* (*Hauptfaden*) (fig. 18). Il débute au niveau du collet, c'est-à-dire à la partie antérieure de la pièce moyenne, par un petit corps sur lequel il s'insère, le « bouton terminal » de Jensen, Ballowitz et d'autres, le « bouton caudal » de certains auteurs (fig. 17 et 18, *c. c.*); on sait qu'il représente l'un des deux *corpuscules centraux* (corpuscule proximal) de la cellule séminale; le second corpuscule (corpuscule distal) persiste souvent sur un point du filament axile, c'est le « disque terminal » (*Schlusscheibe* de Jensen (*an. chr.*)).

C'est le filaxe qui seul constitue la pièce terminale plus grêle. Sur tout le reste de l'étendue de la queue, c'est-à-dire au niveau de la pièce moyenne et de la pièce principale, il est entouré par une *gaine*, d'où résulte l'épaisseur de ces parties plus grande que celle de la pièce terminale. Cette gaine, notamment autour de la pièce moyenne, présente souvent, même sur la spermie adulte, une structure spiralée (fig. 18, *e. spi.*); il est reconnu que cette gaine se forme aux dépens des mitochondries de la cellule séminale. Dans des spermatozoïdes appartenant aux espèces les plus variées, Retzius a retrouvé un organe, dont on connaissait l'existence avant lui, mais dont la présence très générale n'était pas soupçonnée; il est typiquement formé par plusieurs sphérules, quatre ou davantage, qui entourent le filament axile à son insertion nucléaire. Il l'appelle « organe nebenkernique » et lui attribue (1904) une origine mitochondriale.

Les observations de Jensen, 1887, celles surtout de Ballowitz, 1888, 1890, 1891, ont établi, pour un grand nombre de groupes de la série animale, que le filament axile a une structure fibrillaire, qui témoigne de sa nature et de sa fonction contractiles. On peut voir en effet, sur des spermies examinées soit à frais, soit après une macération prolongée, qu'il se décompose irrégulièrement en plusieurs fibrilles. Dans certains spermatozoïdes, cette structure fibrillaire et par conséquent la fonction de contractilité paraissent ne

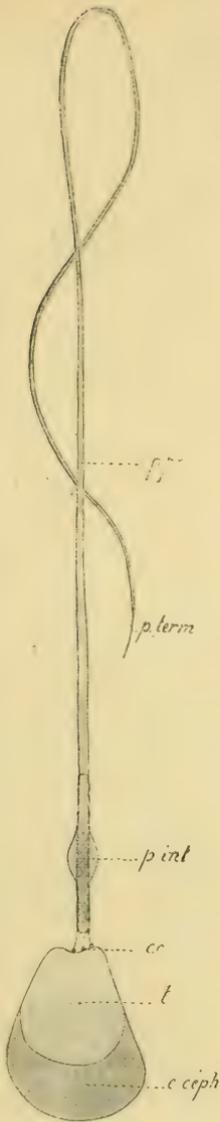


Fig. 17. — Spermatozoïde de Cobaye, d'après Meves. — *c. céph.*, corps céphalique ou arosome; *t*, tête proprement dite; *c.c.*, corpuscules provenant de la multiplication du corpuscule central proximal et formant ensemble le bouton terminal (*Endknöpfchen*); *p. int.*, pièce intermédiaire, moyenne ou d'union (*Mittelstück, Verbindungsstück*); *p. pr.*, pièce principale (*Hauptstück*); *p. term.*, pièce terminale (*Endstück*). × 3000.

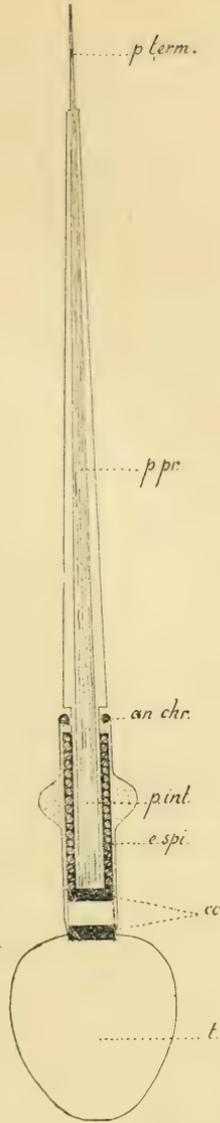


Fig. 18. — Spermatozoïde de Cobaye (figure schématique), d'après Meves. — *t*, tête; *c.c.*, corpuscule central proximal, entrant dans la constitution du collet et dédoublé en deux systèmes de corpuscules, dont chacun est représenté par une simple bande; *an. chr.*, anneau chromatique (vu en coupe) correspondant au corpuscule central distal; *p. int.*, pièce intermédiaire; *p. pr.*, pièce principale; *p. term.*, pièce terminale du filament caudal. Dans l'axe de ce filament on voit le filament axile ou principal (*Axenfad*, *Hauptfaden*), qui forme à lui seul la pièce terminale; dans les régions intermédiaire et principale de la queue, il est entouré par une gaine protoplasmique, et en plus dans la région intermédiaire par une enveloppe spirale (*e. spi*), dont les tours de spire sont ici coupés sous forme de grains.

pas appartenir au filaxe, mais à d'autres filaments de la queue, qui coexistent avec lui.

C'est qu'en effet le flagelle caudal n'est pas toujours un filament cylindrique, formé seulement par le filaxe entouré de sa gaine. Il est fréquemment orné d'une *membrane ondulante*, qui le suit sur toute sa longueur (Amphibiens). Sur son bord libre, cette membrane est renforcée par un « filament bordant » ou « marginal » (*Randfaden*), qui se prolonge au delà de la membrane ondulante, formant ainsi à lui seul la pièce terminale de la queue. Il peut y avoir un autre filament, le « filament accessoire » (*Nebenfaden*, *Extrafaden* de Broman). Ballowitz a montré que c'est tantôt l'un, tantôt l'autre de ces filaments qui a une structure fibrillaire et qui est contractile, qui fonctionne comme filament moteur (*Bewegungsfaden* de Broman), par opposition à l'autre filament qui n'a qu'un rôle de soutien et qui est un *Stützfaden* (v. La Valette Saint-George). Quand il existe un filament marginal (Amphibiens), c'est celui-ci qui est contractile et fibrillé; le filament axile principal n'a qu'une fonction de soutien. D'autres filaments encore peuvent coexister avec un filament marginal et un filament de soutien; tel le filament moyen (*Mittelfaser*) des Coléoptères (Ballowitz).

Il sort des limites de cet article de passer une revue zoologique des formes si variées que présentent les spermatozoïdes dans toute la série animale. Nous nous bornerons à signaler les plus singulières, celles qui sont le plus capables d'évoquer l'idée d'une comparaison avec les Flagellates, celles aussi dont le développement promet l'étude la plus intéressante et la plus fructueuse. Nous insisterons un peu sur ceux des Vertébrés, nous dirons quelques mots des spermatozoïdes non flagellés des doubles formes de spermatozoïdes, ainsi que des spermatozoïdes atypiques et anormaux.

Principales formes de spermatozoïdes flagellés. — Les spermatozoïdes des Chétognathes (*Sagitta*), à en croire certains auteurs, seraient d'une simplicité invraisemblable, puisqu'ils se présenteraient comme des filaments sans distinction de tête ou de queue (O. Hertwig, 1880; Grassi, 1883). Mais Bolles Lee, 1888, et Retzius, 1910, ont montré que cette simplicité n'était qu'apparente; dans la partie

antérieure du filament on décèle une tigelle axiale colorable comme le noyau (fig. 19, 1) (Retzius); la queue offre un filament axile, et une membrane ondulante entoure la tête et la queue (Bolles Lee). O. Hertwig les figure comme des filaments transversalement striés semblables à des fibrilles musculaires striées.

Les spermatozoïdes des Cirrhipèdes et ceux des Turbellariés sont extrêmement curieux et ont vivement exercé la curiosité des auteurs, parce qu'ils ont longtemps passé pour être dépourvus aussi de région céphalique.

Les spermies des Cirrhipèdes, étudiées par E. Ballowitz, 1889, 1907, K. et L. Ballowitz, 1894, Retzius, 1909, 1910, sont formées de deux longs filaments parallèles, réunis par une substance intermédiaire (fig. 20, 4). Ballowitz, 1907 les a crus dépourvus de corps représentant la tête nucléaire, parce que les deux filaments dont ils sont formés se dissocient en fibrilles, comme il l'a montré pour les fibres du filament caudal de diverses spermies; il les a comparés aux spermies apyrènes (anucléées) de la Paludine. L'invéraisemblance de cet état anucléé, qui rendrait impossible la fécondation, a incité Koltzoff, 1909, à des recherches nouvelles. Elles ont abouti à ce résultat, confirmé par Retzius, que des deux filaments l'un est la tête, l'autre la queue; l'un est en effet basophile, l'autre acidophile. Les deux fibres peuvent être d'égale longueur; ou bien (*Balanus*) le filament caudal dépasse quelque peu le filament céphalique en avant et en arrière. L'étude de quelques stades de développement a confirmé à Retzius (1910, fig. 4-12) la nature différente des deux filaments, dont l'un est bien de provenance nucléaire. Koltzoff explique de façon très satisfaisante la singularité des spermies des Cirrhipèdes. La spermie en effet, au cours du développement, s'est ployée à la limite de la tête et de la queue, de telle sorte que ces deux parties, au lieu d'être dans le prolongement l'une de l'autre comme d'ordinaire, se sont coudées l'une sur l'autre à angle très aigu au point de devenir parallèles. A l'endroit de la coudure, c'est-à-dire au collet, se trouve un appendice particulier; il ressemble à un perforateur qui au lieu d'occuper l'extrémité antérieure de la tête, siègerait dans la région de la pièce intermédiaire. Comme on va le voir, Koltzoff a montré que ce processus de coudure

se retrouvait dans d'autres variétés de spermies, dont il expliquait de la même façon la forme étrange.

Non moins curieux que les spermatozoïdes des Cirrhipèdes sont ceux des Turbellariés, étudiés par beaucoup d'auteurs (Jensen, 1879; v. Graf, 1882, 1891; Böhmig, 1890, 1891; E. Ballowitz, 1897, 1907; Luther, 1904; Haswell, 1905; Retzius, 1905, 1906, 1910; Hammerschmidt, 1908; Koltzoff, 1909). Ici non plus, il n'y a pas de distinction, apparente au premier abord, entre la tête et la queue; on ne voit pas de corpuscules centraux, et la structure rudimentaire de ces spermies a pu paraître déconcertante. Cependant l'étude des stades de spermiogenèse a montré à Luther, Böhmig et à Koltzoff, que ces spermatozoïdes possèdent une tête, un corpuscule central et une queue (Koltzoff, 1909, fig. 15), contrairement aux assertions de Haswell, 1905, et de Ballowitz, 1907. L'emploi des colorants nucléaires et des colorants plasmatiques a révélé à Koltzoff et à Retzius, 1910, l'existence d'une tête et de filaments caudaux. La tête offre fréquemment un aspect strié transversalement, que Kleinenberg, 1886, Böhm, 1888, Rapiachoff, 1893, Koltzoff, Retzius, ont constaté chez diverses espèces, et que Wheeler, 1895 a comparé à celui de la tête spermatique des Myzostomes. Kleinenberg l'a trouvé aussi net que celui d'un muscle; Böhm et Rapiachoff ont décrit sa production, et ont constaté que le noyau, à mesure qu'il s'allonge, se segmente en disques chromatiques. Mais Koltzoff et Retzius ont attribué cette apparence striée à des granules disposés segmentairement ou même ont trouvé la tête ornée d'une fibre spirale. Koltzoff distingue d'ailleurs deux types de spermies chez les Turbellariés.

Dans l'un (*Procerodes*, *Monotus*) et aussi *Prostheceræus* (Retzius), la spermie comprend trois filaments, réunis à l'une de leurs extrémités, dont l'un plus épais et plus mobile est la tête, tandis que les deux autres sont des filaments caudaux. Chez *Procerodes* et *Monotus* (fig. 19, 5), ces trois filaments, à peu près de même longueur, se relient par un petit appendice qui a l'aspect d'un perforateur et qui prend fortement les colorants plasmatiques. Chez *Prostheceræus* (Retzius) (fig. 19, 3), la tête est épaisse et longue; elle se continue par un article formé de deux bâtonnets et corres-

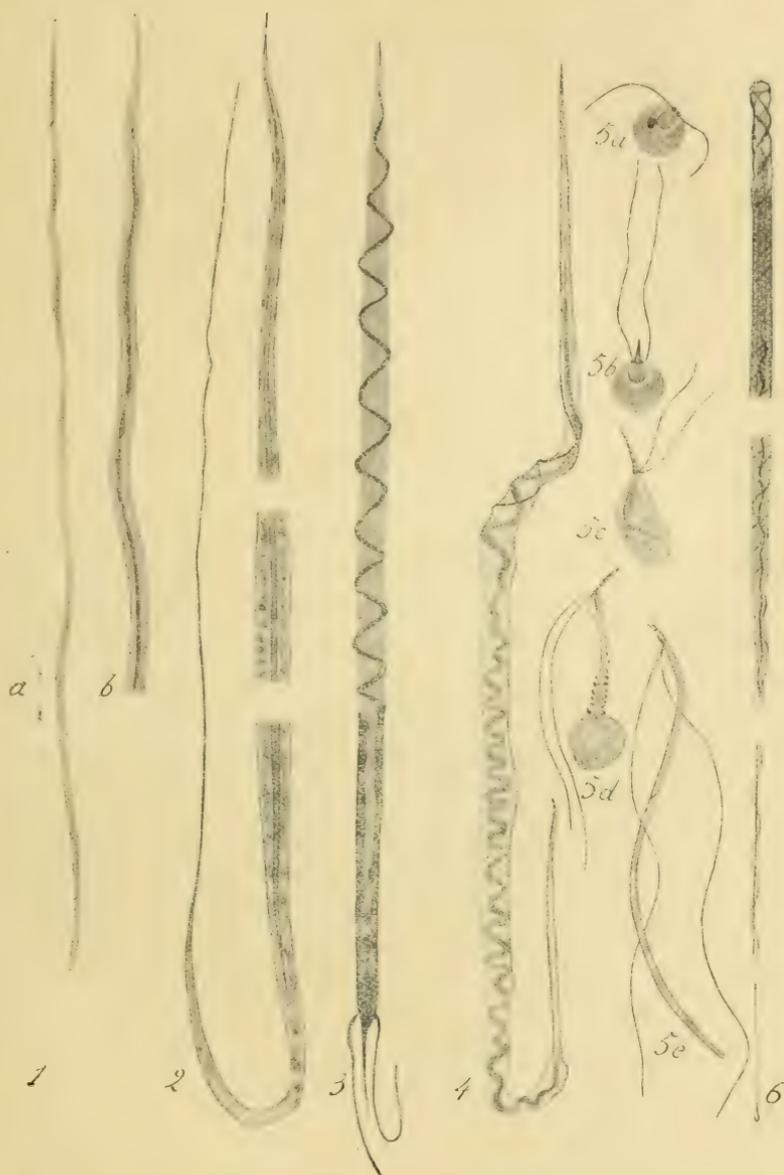


Fig. 19. — Formes les plus singulières de spermies chez les Invertébrés, d'après Retzius et d'après Koltzoff. — 1. *Sagitta*; a, spermie entière; b, tronçon antérieur d'une spermie avec tigelle axiale nucléaire (Retzius). — 2. *Turbellaria*; spermie tronçonnée en trois segments, renfermant une baguette axiale nucléaire (Retzius). — 3. *Prostheceroxus* (Turbellarié), partie antérieure céphalique et nucléaire, ornée d'un filament spiral; elle s'enfonce dans une pièce moyenne formée de deux bâtonnets; pièce terminale et deux flagelles latéraux accessoires. — 4. *Antheacheres* (Copépode) (Retzius). — 5. *Procerodes* (Turbellarié), a-d, formes de développement; e, spermie adulte. — 6. *Notodromas* (Retzius), spermie tronçonnée en plusieurs segments (les parties supprimées sont environ dix fois plus longues que celles qui sont conservées) (Retzius).

pondant sans doute à la pièce intermédiaire, qui se termine par un filament effilé. Le filament principal porte deux flagelles accessoires, libres et mobiles.

L'autre type, distingué par Koltzoff, est représenté chez les Polyclades (*Leptoplana*, *Stylochus*) et les Acœles (*Aphanostoma*, *Darwinia*, *Convoluta*). Il se distingue du précédent parce que les deux filaments caudaux, au lieu d'être libres, sont réunis au filament nucléaire servant d'axe par deux membranes ondulantes.

On peut considérer *Prostheceræus* comme un type habituel, dans lequel la tête, antérieure, est suivie par la pièce intermédiaire, elle-même prolongée par les flagelles caudaux. Chez *Procerodes* et *Monotus*, il s'est produit comme chez les Cirrhipèdes un coude de la spermié; elle s'est ployée sur elle-même au niveau de la pièce moyenne, qui s'est allongée d'ailleurs en une sorte de perforateur. Enfin, chez *Aphanostoma*, *Darwinia*, les flagelles caudaux se sont fixés par des membranes ondulantes.

L'inflexion du spermatozoïde sur lui-même, qui rejette côte à côte la tête et le flagelle caudal, n'existe pas seulement chez les Cirrhipèdes et chez les Turbellariés. Elle s'observe aussi chez les Crustacés Isopodes, Amphipodes et Schizopodes (Koltzoff).

Chez les Schizopodes (*Parapodopsis*, *Protosierella*) (fig. 20, 1), la spermié se compose d'une tête épaisse et d'un filament caudal extrêmement long et immobile; la tête comprend un volumineux perforateur, un segment nucléaire; elle se continue par un article colorable par les teintures plasmatiques, où on peut voir les corpuscules centraux et qui correspond par conséquent à une pièce intermédiaire. C'est au niveau de cet article que se produit la coudure de la spermié, et c'est de là que part le filament caudal pour ensuite longer la tête spermatique.

Les spermatozoïdes des Isopodes, très volumineux, sont construits sur le même type. Au filament central est attaché un appendice fixé à son extrémité antérieure et faisant avec lui un angle aigu (Gilson, 1886; Retzius, 1909; Koltzoff, 1909); cet appendice, souvent filamenteux, est la tête; chez *Asellus* la tête présente trois parties, l'une très épaisse et acidophile correspondant au perforateur, la seconde cylindrique et basophile qui est le noyau, une

troisième rétrécie et très fortement acidophile, qui donne insertion au filament caudal et qui représente la pièce moyenne ou même le corpuscule central (fig. 20, 2).

Les spermatozoïdes des Copépodes (*Anthecheres*) (Retzius, 1909) sont formés par un simple filament enroulé en spirale, qu'entoure une gaine claire; les corpuscules centraux ne sont pas visibles (fig. 19, 4).

Ceux des Ostracodes (Wagner, 1836; Zenker, 1834; Stuhlmann, 1886; A. W. Müller, 1889, 1894; Retzius, 1909) sont de très grande taille; ils sont constitués par un filament axial tordu, qui est le noyau, par une enveloppe formée de deux bandes spirales qui n'entourent que la moitié antérieure du filament c'est-à-dire la tête, et d'un ruban contractile (fig. 19, 5). Chez les Ostracodes marins, l'enveloppe qui entoure la tête est formée de sphérules juxtaposées; elle représente certainement l'organe nebenker-



Fig. 20. — Formes les plus singulières de spermies chez les Invertébrés, d'après Retzius et

Koltzoff. — 1. Schizopode : *Protosierella* (Koltzoff); tête formée d'un volumineux corps céphalique ou perforateur c.c; d'une partie nucléaire et basophile n; m, article équivalent à la pièce moyenne des autres spermies, terminé lui-même par un appendice plus colorable et contenant à sa base les corpuscules centraux c; f, filament caudal. — 2. Isopode : *Asellus* (Retzius); même signification des lettres. — 3. *Myzostoma* (Retzius); filament caudal prolongé le long de la tête en une membrane ondulante; tête ornée de corpuscules sidérophiles sériés. — 4. *Balanus*; spermie formée de deux filaments juxtaposés, l'un basophile et nucléaire n, l'autre acidophile ou de soutien f.

nique. Chez les Ostracodes d'eau douce (*Notodromas* et autres) le filament axial est spiralé; il offre des rangées de deux granules chacune et peut être décomposé en deux filaments parallèles; deux bandes spirales lui forment enveloppe.

Chez les Cumacés (*Diastylis*) (Retzius, 1909), l'extrémité de la queue porte un bouquet de cils.

Les spermies des Myzostomes, étudiées par Wheeler, 1898, Retzius, 1910, et par des auteurs plus anciens (Semper, 1857, cité par Wheeler) ont une structure très particulière. Ils se composent d'une portion céphalique plus épaisse et d'un long et mince filament caudal. Cette partie céphalique se distingue par une striation très nette, que Wheeler (fig. 66 et 67) a attribuée à l'alternance régulière de disques chromatiques et de disques achromatiques, dont le nombre s'élève à soixante; elle rappelle la striation observée chez certains Turbellariés. Pour Retzius, l'aspect strié est dû à des corpuscules disposés segmentairement, acidophiles, plongés dans une substance claire, basophile, de nature nucléaire. Le filament caudal se continue le long de la tête à la façon d'une membrane ondulante, rectiligne ou spiralée (Retzius) (fig. 20, E).

Les spermatozoïdes des Arachnides (J. Wagner, 1896; Bösenberg, 1905; Koltzoff, 1909) se distinguent par une curieuse propriété. Pris dans le testicule, ces spermatozoïdes offrent le type flagellé ordinaire, avec cette seule particularité que la région du collet est occupée par une grosse vésicule protoplasmique. A l'état de complet développement, la vésicule protoplasmique se gonfle beaucoup, la tête et la queue s'enroulent autour d'elle, et la spermie tout entière devient ovoïde ou sphérique et s'entoure d'une enveloppe. Ce sont ces spermies oviformes que le mâle pompe avec son palpe pour les porter dans l'orifice génital de la femelle. Koltzoff, 1909, qui a étudié ces processus de transformation, nomme ce phénomène l'enkystement des spermies.

Quant aux spermatozoïdes de la plupart des autres Invertébrés, savoir ceux des Hydrozoaires, Anthozoaires, Méduses (E. Ballowitz, 1894; Retzius, 1904, 1909, 1910; Downing, 1905), des Échinodermes (Jensen, 1883; Pictet, 1891-93; Théel, 1892; E. Ballowitz, 1894; Retzius, 1904, 1910), des Cestodes et Trématodes (Retzius,

1909), des Némertes (Retzius, 1906; Sabatier, 1882, Bolles Lee, 1887; Coe, 1895; Bürger, 1899, 1905), des Archiannélides (Retzius, 1905), des Oligochètes (Bloomfield, 1880; Jensen, 1883; E. Ballowitz, 1894; Foot and Strobell, 1902, 1903; Retzius, 1904), des Polychètes (Jensen, 1883; Pictet, 1891-93; E. Ballowitz, 1894, Retzius, 1904, 1909; des Géphyriens et des Brachiopodes (Retzius, 1904), des Bryozoaires (Kræpelin, 1887), Braem, 1897, 1908; Retzius, 1904, 1906, 1909), des Balanoglosses (Retzius, 1906), des Amphineures (Retzius, 1904), des Lamellibranches (Retzius, 1904), des Gastéropodes (Platner, 1885, 1886, 1889; Prenant, 1888; Bolles Lee, 1903; Retzius, 1906; Kleinert 1909), des Céphalododes (Pictet, 1891-93; E. Ballowitz, 1894; Retzius, 1804), des Tuniciers (Pictet, 1891-93; Julin, 1893; E. Ballowitz, 1894; Retzius, 1905), etc., ils sont construits sur le type ordinaire, dont ils ne présentent pour la plupart que des variâtes peu importantes. Ils se composent en général d'une tête allongée, d'un *Mittelstück*, d'un *Hauptstück* et d'un *Endstück*. La tête peut présenter à son extrémité antérieure un perforateur ou *Spitzenstück*, quelquefois très long (Schizopodes), derrière lequel se trouve chez les Oligochètes un granule colorable (Foot and Strobell, Retzius). La tête est parfois réduite (certains Gastéropodes) à un filament extrêmement grêle, entouré d'une gaine. Elle peut être enroulée en spirale (Opisthobranthes, Pulmonés). Le *Mittelstück* est parfois très long (Bryozoaires, Pulmonés, Opisthobranthes); il peut manquer (certains Gastéropodes). On peut souvent déceler un ou deux corpuscules centraux en bouton ou en anneau, placés l'un à l'extrémité antérieure, l'autre à l'extrémité postérieure de la pièce moyenne (Bryozoaires, certains Gastéropodes, Pulmonés). L'organe nebenkernique de Retzius est très répandu (Hydrozoaires, Anthozoaires, Échinodermes, Balanoglosses, Némertes, Archiannélides, Amphineures, Lamellibranches, certains Gastéropodes, Appendiculaires); il se compose de 4-6 sphérules (déjà connues avant Retzius dans un grand nombre de cas), ou est réduit (Botrylloïdes) à un corps ovale appendu au côté de la tête. Le filament axial du *Mittelstück* peut être strié transversalement (le Bryzoaire *Fredericella*, d'après Braem). Il est entouré d'une gaine, souvent spiralée, et autour de laquelle s'enroule encore un

filament spiral extérieur (Pulmonés, Opisthobranches, Bryozoaires). La queue a des caractères tout particuliers chez les Bryozoaires. Le filament axial est double chez *Flustra* et consiste en deux fibres parallèles, dont chacune porte à son extrémité un granule centro-corpulaire; chez le même, l'*Endstück* a l'aspect d'une lancette transparente parcourue par un filament axial. Le *Hauptstück* est très gros chez *Alcyonella* et renferme un épais filament axile (Retzius).

Les spermatozoïdes des Insectes, étudiés par v. La Valette Saint-George, 1867, 1874, 1886, Jensen, 1879, Gilson, 1884, v. Rath, 1890, E. Ballowitz, 1890, K. Ballowitz, 1894, Retzius, 1909, et par tous les auteurs en général qui se sont occupés de la spermiogenèse de ces animaux (voir la bibliographie au chapitre III), sont construits selon le type ordinaire et présentent entre eux des variations peu importantes. Ils offrent cependant quelques particularités structurales du flagelle caudal qu'il n'est pas inutile de signaler. Les anciens auteurs, tels que La Valette Saint-George, croyaient que ce flagelle était double, que le spermatozoïde avait une queue bifide. En réalité cette apparence tient, d'après les recherches de Ballowitz, de Retzius et d'autres, à la présence de deux ou plusieurs fibres distinctes dans le flagelle caudal. Les recherches d'E. Ballowitz, et de son frère K. Ballowitz, ont établi qu'on peut distinguer, selon les cas, jusqu'à quatre sortes de fibres différentes : fibre moyenne (*Mittelfaser*), fibre marginale (*Randfaser*), fibre bordante (*Saumfaser*), fibre de soutien (*Stützfaser*). On peut partager les Coléoptères notamment en deux groupes fondés sur la présence ou l'absence de la fibre de soutien; elle existe chez *Hylobius*, *Copris*, les Curculionides, les Cérambycides, une partie des Chrysomélides, qui possèdent une fibre moyenne et une membrane ondulante ornée d'une fibre bordante; elle manque chez *Melolontha*, *Hydrophilus*, qui sont pourvus des trois autres sortes de fibres. D'après E. Ballowitz et Retzius, les spermatozoïdes des Insectes auraient pour caractère distinctif d'être dépourvus de pièce intermédiaire; Retzius y décrit cependant des corpuscules centraux, dont l'existence est d'autre part rendue très probable par les nombreuses études de spermatogénèse faites chez les Insectes. A signaler chez

les Dytiscides les spermies doubles, apairées deux par deux, qu'ont étudiées E. Ballowitz, 1886, 1893, 1895, L. Auerbach, 1893, Retzius, 1909. A noter aussi le dimorphisme des spermatozoïdes, les uns privés (s. apyrènes), les autres pourvus (s. eupyènes) de chromatine et de tête nucléaire, dimorphisme constaté et étudié par Meves, 1900, chez *Pygarea bucephala*, *Bombyx mori*, *Gastropacha rubi*, *Harpya vinula*.

On ne trouve pas dans l'embranchement des Vertébrés les grandes divergences de forme que présentent les Invertébrés, sauf chez les Amphibiens et surtout chez les Anoures, où à chaque genre et presque à chaque espèce correspond un type spécial de spermie.

Chez l'Amphioxus (Langerhans, 1876; Ballowitz, 1890; Sobotta, 1897; Waldeyer, 1901; Retzius, 1905) la constitution des spermatozoïdes est très simple. La tête, arrondie, surmontée d'un court perforateur, porte en arrière un gros corps (organe Nebenkernique de Retzius); le filament caudal n'offre aucune différenciation régionale.

Les spermatozoïdes des Sélaciens (v. La Valette Saint-George, 1878; Jensen, 1879, 1883; G. Hermann, 1882; Swaen et Masquelin, 1883; E. Ballowitz, 1890; F. Hermann, 1897; Retzius, 1902, 1909, 1910, Koltzoff 1909) comprennent une tête, une pièce intermédiaire, munie d'une fibre spirale et terminée en arrière par un disque de nature centrocorpulaire, avec queue constituée par deux filaments parallèles (Retzius, 1902) (fig. 21, c). Retzius et Koltzoff ont décrit dans l'enveloppe de la tête un appareil fibreux spiral, véritable squelette céphalique, qui se prolonge en avant pour former la pique ou *Spitzenstück*.

Les spermies des Téléostéens et des Ganoïdes (Miescher, 1878; Brock, 1881; Leydig, 1883; E. Ballowitz, 1890; Retzius, 1910) ont une constitution très simple. La tête est arrondie; à son pôle postérieur est appendu un organe nebenkernique. Le filament caudal n'est pas différencié en régions distinctes; il porte chez quelques Téléostéens une membrane ondulante peu développée.

L'étude des spermatozoïdes des Amphibiens (Eimer, 1874;

Leydig, 1877, 1883; Jensen, 1879, 1886; Flemming, 1880, 1888; Retzius, 1881, 1906; v. La Valette Saint-George, 1885, 1886; v. Wiedersperg, 1886; Ballowitz, 1890; Meves, 1897; Mac Gregor, 1899; Broman, 1900, 1901) est intéressante, à cause des différences qu'offre leur constitution même chez des espèces très voisines et des formes de passage qu'on peut établir pour relier tous ces spermatozoïdes en une série continue.

Dans les formes les plus primitives, mais non les plus simples (Urodèles), le flagelle caudal comprend un filament axile immobile (*Stützfaden* de v. La Valette Saint-George, 1885), orné d'une membrane ondulante qui est elle-même bordée par un filament marginal (*Randfaden*), de structure fibrillaire et de nature contractile (fig. 21, a). Tandis que le filament axile lui-même est immobile et représente une fibre de soutien, le filament marginal, fibrillé, est doué de contractilité (Ballowitz); c'est le *Bewegungsfaden* de Broman. En outre, il peut exister un filament accessoire (*Nebenfaden* ou *Extrafaden* de Broman), qui accompagne le filament axile principal. Chez *Amphiuma*, ce *Nebenfaden* est un filament sillonné, qui est relié par une lamelle verticale au filament principal, et qui forme seul la pièce terminale (Mac Gregor); l'auteur le confond avec le filament principal ou *Hauptfaden* sous le nom d'*Achsenfaden*. Le filament accessoire existe aussi chez certaines espèces de Triton (Ballowitz).

L'étude des coupes transversales de la queue des spermatozoïdes fournit des renseignements utiles sur la forme exacte et sur les rapports précis de ces divers filaments. On constate d'abord que, chez la Salamandre par exemple (Meves, 1909), la membrane ondulante est insérée le long de la face dorsale du flagelle. Chez *Amphiuma* des coupes successives pratiquées sur la queue du spermatozoïde offraient les détails suivants (Mac Gregor, 1899). Au voisinage de la pièce moyenne le filaxe se présente comme un filament épais et cylindrique, juxtaposé à un filament sillonné (*Nebenfaden*), dont la section a la forme de la lettre V; plus loin, ces deux filaments se séparent par l'interposition d'une lame verticale; plus en arrière le filament axile cesse, et le filament sillonné forme seul la pièce terminale; comme chez la Salamandre,

la membrane ondulante s'insère le long du bord dorsal de la queue

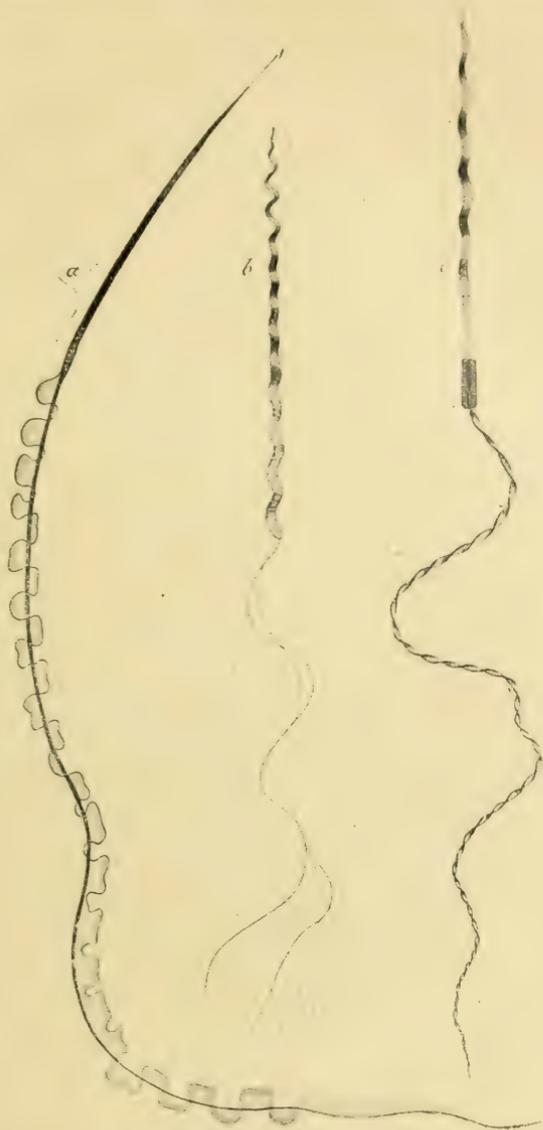
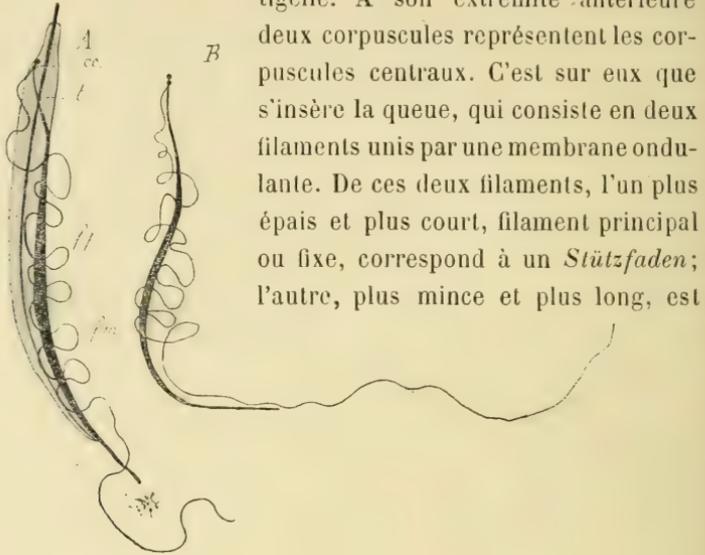


Fig. 21. — Spermatozoïdes de Batraciens et de la Raie, d'après Ballowitz. — a, *Triton marmoratus*, tête, pièce intermédiaire courte et cylindrique, flagelle caudal, contenant le filament axile, et orné d'une membrane ondulante très sinueuse, que borde le filament marginal. — b, *Pelobates fuscus*, tête tirebouchonnée, flagelle caudal formé de deux filaments parallèles, l'un représentant le filament axile, l'autre le filament marginal, dissociés à leur extrémité en leurs fibrilles constitutives. — c, *Raja clavata*, tête en vrille, pièce intermédiaire cylindrique, flagelle caudal formé de deux filaments enroulés l'un sur l'autre.

et sa coupe transversale offre au niveau de son extrémité libre un épaissement correspondant au filament marginal.

Les spermatozoïdes de *Bombinator* ont les caractères généraux de ceux des Urodèles, et de plus un habitus tout à fait spécifique (fig. 22). La tête, fusiforme, est parcourue suivant son axe par une



tigelle. A son extrémité antérieure deux corpuscules représentent les corpuscules centraux. C'est sur eux que s'insère la queue, qui consiste en deux filaments unis par une membrane ondulante. De ces deux filaments, l'un plus épais et plus court, filament principal ou fixe, correspond à un *Stützfaden*; l'autre, plus mince et plus long, est

Fig. 22. — Spermatozoïdes de *Bombinator igneus*, d'après Broman. — A, *t*, tête fusiforme avec sa tigelle axiale; *c.c.*, corpuscules centraux; *f.f.*, filament fixe; *f.m.*, filament mobile, insérés tous deux sur le corpuscule central distal. — B, filaments fixe et mobile isolés de la tête, attachés sur le corpuscule central distal.

le filament marginal ou *Randfaden*, qui représente le filament mobile ou *Bewegungsfaden*; il borde la membrane ondulante au delà de laquelle il se prolonge. La forme si singulière, dans toute la série des Vertébrés, qu'offrent les spermatozoïdes de *Bombinator* s'explique exactement de la même façon que celle des spermies chez les Isopodes, Amphipodes et Schizopodes, ainsi que chez les Cirrhipèdes et les Turbellariés. Comme Koltzoff l'a proposé pour ces divers groupes, on peut se représenter que la spermie est pour ainsi dire ployée sur son axe, au niveau de la pièce intermédiaire et des corpuscules centraux, si bien que la tête et le flagelle caudal, au lieu de se continuer l'un par l'autre, se juxtaposent l'un à l'autre.

Chez les autres Anoures, il peut y avoir une membrane ondulante (*Bufo*, *Alytes*). La queue comprend (*Bufo*) deux filaments, l'un de soutien, immobile, l'autre mobile, visibles directement; chez *Pelobates* ces deux filaments, dont l'un côtoie simplement le filament axile et représente le filament marginal d'une membrane ondulante absente, peuvent être séparés par la macération (Broman 1912) (fig. 21, *b*). Chez *Hyla arborea* un filament accessoire (*Extrafaden* ou *Nebenfaden*) règne sur le tiers antérieur de la queue. Les *Rana* ne possèdent qu'un filament caudal simple.

La pièce intermédiaire a une constitution variable. Chez les Urodèles, elle est entièrement constituée par les corpuscules centraux, dont l'un, le proximal, forme une tigelle colorable située immédiatement derrière la tête (*Salamandra*), (Meves); l'autre, qui est une partie du corpuscule dorsal, constitue un bouton terminal (*Endknöpfchen*). Chez les Anoures (*Rana*, *Hyla*, *Bufo*), la pièce intermédiaire n'est formée qu'en partie par des dérivés des corpuscules centraux. Les spermies de *Pelobates* seraient dépourvues, d'après Ballowitz, de pièce intermédiaire, tandis que pour Broman cette pièce y serait représentée comme d'habitude par les corpuscules centraux.

Chez les Sauropsidés (Reptiles et Oiseaux), la spermie est construite sur un plan assez uniforme (Jensen, 1879; Leydig, 1883; v. Brunn, 1885; Prenant, 1888, 1889; Ballowitz, 1890; Benda, 1903; Retzius, 1909). Cependant Ballowitz et Retzius après lui distinguent deux types : celui des Passereaux d'une part, le type Sauropsidé proprement dit d'autre part comprenant les autres Oiseaux et les Reptiles; ces deux types sont d'ailleurs reliés par des intermédiaires (Corvidés). Chez les Passereaux, la tête est tirebouchonnée, rattachée par une courte pièce intermédiaire à une pièce principale formée d'un filament axile qu'entoure une fibre spirale. Chez les autres Oiseaux et chez les Sauriens, la tête cylindrique ou lancéolée est terminée par une pointe céphalique; la pièce intermédiaire est longue, entourée d'une fibre spirale. Benda, 1903 a montré qu'ainsi que Prenant, 1888 l'avait indiqué déjà, des granulations, dont Benda reconnut la nature mitochondriale, entourent la tête et la pièce intermédiaire d'une spirale plus

ou moins parfaite. L'exacte signification des diverses parties constitutives du spermatozoïde des Sauropsidés n'est pas encore parfaitement établie. Les spermies des Monotrèmes (Retzius, 1906; Benda, 1906) sont du type Sauropsidé.

Les spermies des Mammifères ont fait l'objet d'un grand nombre de recherches dont la liste complète serait trop longue à dresser et dont nous citerons seulement celles de v. Brunn, 1884, Jensen, 1886, 1887, Lenhossek, 1898, Meves, 1899, 1901, Retzius, 1902, 1906, 1909, 1910, 1911, Duesberg, 1909, Ballowitz, 1909, etc.

La structure des spermatozoïdes est assez semblable dans toute la classe des Mammifères. Les différences qu'on a signalées entre les divers ordres, genres et espèces, celles par exemple qui séparent les spermies de l'Homme de celles des Singes anthropoïdes, n'ont pas assez d'importance pour mériter d'être relevées dans un exposé général de cytologie.

La tête du spermatozoïde n'a pas de structure démontrable. Elle se compose de deux parties, antérieure et postérieure, celle-ci plus réfringente et plus colorable (Fürst, Ballowitz, Retzius et beaucoup d'autres). La limite des deux parties est indiquée par une ligne transversale, droite ou courbe, qui correspond au bord postérieur de la coiffe céphalique dont la partie antérieure est recouverte. Le segment postérieur peut proéminer à l'intérieur de la tête en un corps interne. Hæfer (1909) a montré que la tête des spermies humaines n'est pas entièrement formée par le noyau, car elle renferme un corps qui seul prend les colorants nucléaires. La tête est surmontée d'un corps céphalique qui la recouvre le plus habituellement d'une coiffe en capuchon céphalique, de forme très variable selon les espèces.

Le flagelle caudal se compose des deux parties distinguées sous les noms de pièce principale et pièce terminale (v. Brunn). La pièce principale est constituée par un filament axile et une enveloppe; la pièce terminale est réduite au filament axile. Le filament axile paraît être typiquement formé par deux fibres parallèles et étroitement juxtaposées (Retzius). Ce filament est d'ailleurs irrégulièrement dissociable en fibrilles (Jensen, Ballowitz). L'enveloppe est, dans un certain nombre de groupes de Mammifères, striée transver-

salement ou même nettement spiralée (Jensen, Ballowitz); on doit alors la considérer comme formée par un filament spiral dont les tours sont unis par une substance interposée : c'est cette substance qui forme sans doute, en l'absence de structure spiralée, l'enveloppe du filament axile.

La pièce intermédiaire est aussi constituée par un filament axile et une gaine (Eimer). Le filament axile continue celui du flagelle caudal; il est souvent nettement divisé en deux fibres parallèles (Retzius). La gaine est propre à la pièce intermédiaire et distincte de celle de la pièce principale. Elle est formée par des granules superposés (v. Brunn, Benda, Duesberg, Retzius), qui sont de nature mitochondriale (Benda). Ces granules peuvent rester distincts et former alors l'équivalent de l'organe nebenkernique de Retzius. D'ordinaire ils se soudent en un filament qui se dispose en hélice autour du filament axile, dont il constitue la gaine spirale. Plus tard, les tours de spire de cette gaine peuvent être réunis par une substance cimentante (Ballowitz), qui transforme ainsi la gaine spirale en une enveloppe homogène et continue. En dehors de cette enveloppe, on doit encore admettre l'existence d'une membrane très fine, formée par le corps cytoplasmique très aminci de la spermatide (Meves).

Les corpuscules centraux sont souvent plus ou moins effacés dans la spermie adulte. Quand leur existence et leur disposition peuvent être reconnues, on constate dans un certain nombre de cas (Cobaye, Homme) qu'ils sont disposés selon le schéma indiqué par Meves, retrouvé par Broman, Retzius et Moreaux. Le corpuscule central proximal est représenté par une rangée horizontale de deux ou trois granules. Le corpuscule distal s'est partagé en deux corpuscules superposés, l'un antérieur, l'autre postérieur; celui-ci a la forme d'un anneau, très répandue dans la série animale; il est typiquement situé à la limite de la pièce intermédiaire et de la pièce principale et représente ce que Jensen appelait le *Schlusscheibe*.

La rapide revue que nous venons de faire, à travers la série animale, des principales formes de spermatozoïdes, est sans doute capable de suggérer l'idée que la morphologie des spermies

animales, de même que celle des zoospores et des gamètes chez les végétaux, est très semblable à celle des Flagellates. La constitution du flagelle caudal ne diffère pas essentiellement chez les Flagellés et dans les spermies; chez les uns et les autres se retrouve, comme trait de structure principal, le filament axile entouré par une gaine protoplasmique. L'attache du filament caudal des spermies et du fouet des Flagellés se fait pareillement, sur un corps spécial ou blépharoplaste, qui représente dans les deux cas le microcentre cellulaire. D'ailleurs, pour quelques-unes de ces spermies, l'analogie de forme avec certains Flagellés est très grande. Il en est, telles que celles des Copépodes, qui rappellent de très près les Spirochètes. La ressemblance extérieure des spermies des Turbellariés, du Bombinator et d'autres types encore avec les Trypanosomes est tout à fait frappante, comme Koltzoff, 1909, l'a suggéré. L'adaptation a produit dans les spermies et les Flagellés, par convergence, de remarquables similitudes de forme et même de constitution.

(A suivre.)

ÉPITHÉLIUM — TISSU LYMPHOÏDE — CANCER

ÉTUDE BASÉE

SUR LA PHYLO-ONTO-HISTOGÉNÈSE DU TUBE INTESTINAL

Par P. P. DIAKONOW

Aide à l'Institut Gabritchévsky à Moscou. — Dir. priv.-doc. W. I. Kédrowsky.

*A mes chers Maîtres, jadis membres des Facultés de médecine
et des sciences naturelles à Moscou.*

« La science est, comme la
recherche de toute vérité, un
éternel recommencement. »

E. BETTERER. *Ce Journal*, 1909,
n° 3.

Il s'est écoulé de six à sept ans depuis que je me suis attaché à l'étude des corrélations existantes entre l'épithélium de l'intestin et son armature lymphoïde, au sens le plus étendu du mot. Mes études personnelles aussi bien que les recherches, relatées dans la presse internationale, me portent à croire que la question qui m'intéresse aussi bien que n'importe autre question biologique ne pourrait être élucidée que prise dans toute son étendue à la fois. C'est justement le domaine de l'anatomie et de la physiologie normale et pathologique de l'homme et des animaux; il n'y a rien à exclure de cette formule.

Le problème se complique singulièrement, mais, à mon sens, cela ne doit pas nous arrêter; au contraire, les complications les plus regrettables surgissent lorsque l'esprit de simplification vient dominer dans les recherches scientifiques. L'entourage dont je jouissais à l'Institut d'anatomie topographique (Faculté de médecine à Moscou), et à l'Institut d'anatomie comparée (Faculté des sciences naturelles à Moscou) sous l'aimable direction de mes regrettés maîtres — MM. les professeurs F. A. Rein et M. A. Menzbir

et M. le privat-docent S. A. Oussow, que les circonstances ont bien voulu mettre hors du pouvoir de prolonger leur service scientifique et pédagogique à l'Université de Moscou, — cet entourage, dis-je, me donnait du courage pour ne pas m'arrêter à mi-chemin.

Les recherches relatives au mode d'évolution ontogénétique des follicules clos, des ganglions lymphatiques et, enfin, de la rate, nous apprennent que pour acquérir les proportions et les relations définitives l'épithélium de l'intestin doit subir une série de transformations et que pour se faire une idée de la nature de ces transformations il est indispensable de prendre en considération un problème plus ample — la biologie cellulaire; c'est là que la comparaison des états dits normaux et des états dits pathologiques doit nous procurer, à mon avis, les données les plus précieuses. L'accueil cordial que me fit M. le directeur de l'Institut Gabritchévsky à Moscou W. I. Kédrowsky (ancien privat-docent d'anatomie pathologique) me fournit l'espoir que peut-être je réussirai un jour à donner un tableau plus détaillé que celui que je tâche de tracer dans le dernier chapitre de ce travail.

Je procéderai donc suivant le plan adopté :

I. Données de l'anatomie macroscopique;

II. Données de l'histogénèse;

III. Données de la physiologie;

IV. Données de la pathologie.

I. Données de l'anatomie macroscopique. — Il faut bien déterminer en premier lieu nos points de départ pour se poser ensuite en pleine conscience la question : Pourquoi? Ce point de départ, nous en serons maîtres après avoir passé en revue les données de l'anatomie macroscopique. Je m'arrêterai sur certaines formes typiques — celles qui peuvent servir d'échelons, quoique l'escalier lui-même soit bien tourmenté.

Sélaciens (raie, requin). — Absence de follicules clos; pas de glandes lymphatiques dans le mésentère. Quant à la rate, elle est bien déterminée (Laguesse, Looten); composée d'une quantité de lobules de plus en plus petits (dans la direction caudale), elle suit la grande courbure et la partie pylorique de l'estomac. Peut-être

serait-il plus près de la vérité d'envisager cette partie pylorique comme l'« intestin grêle au sens propre du mot ». Je reviendrai encore à ce sujet, mais ici même j'aurais voulu attirer l'attention sur ce fait, étrange au premier abord, que cette partie de l'intestin, après avoir subi une coudure bien prononcée, aboutit à un vaste élargissement fusiforme, muni d'une valvule spirale (« intestin spiral » des auteurs). Donc la coudure jusque laquelle la rate accompagne le trajet intestinal signale le commencement du vaste intestin spiral; quant à son bout opposé, il est signalé par un appendice-glande digitiforme, homologue du cæcum et de l'appendice vermiforme des mammifères, comme il est bien établi aujourd'hui par MM. Howes et Gegenbaur; au delà de l'appendice nous retrouvons le rectum, représenté par un tube court et large. Quelque peu schématiquement nous pouvons formuler ainsi le cas des sélaciens : vaste élargissement du tube intestinal est compris entre une coudure à la face externe de laquelle vient aboutir la rate, et un appendice homologue du cæcum et de l'appendice vermiforme.

Amphibies (grenouille). — Beaucoup plus primitif l'intestin de la grenouille semble descendre de plusieurs échelons à comparer avec l'intestin des sélaciens, pour remonter quand même un tout petit peu, d'un seul petit échelon, dans la direction qui nous mène à l'homme. Nous trouvons : intestin grêle uniforme aboutissant à un vaste intestin gros ou final au sens propre de ces mots. L'uniformité de ce dernier intestin se trouve trahie seulement vers sa partie proximale, où nous trouvons une sorte de saillie dorsale, comprise entre les deux feuillets du mésentère. La position relative de ce cæcum est bien différente de celle que nous trouvons chez la raie; là l'homologue du cæcum garde la sortie du vaste intestin spiral, ici c'est juste le commencement de la partie large du tube intestinal qui est représenté par le cæcum. En même temps la rate qui accompagnait la partie proximale du tube intestinal des sélaciens vient se placer entre les deux feuillets du méso de la partie large de l'intestin (disons le mot, du gros intestin). L'endroit (le long du trajet du gros intestin) auquel la rate révèle les relations les plus intimes n'est pas encore si éloigné du cæcum, comme nous le constatons chez les vertébrés supérieurs; la rate ne

témoigne non plus aucune tendance à se rapprocher du fond de l'estomac (cas des sélaciens, de la plupart des reptiles, des oiseaux et des mammifères), mais quand même les relations de la rate à l'intestin gros si bien représentées chez l'homme par l'angle splénique du côlon sont déjà marquées chez la grenouille.

Reptiles (lacerta ocellata). — Les recherches judicieuses sur le gros intestin des représentants de cette classe remontent au commencement du siècle passé. C'est en 1817 que M. Meckel et M. Tiedemann nous ont laissé une description minutieuse du tube intestinal des lézards, des tortues et des serpents. Il n'y a pas beaucoup à ajouter à cette description comme on peut en juger d'après le traité détaillé de l'anatomie comparée de M. Gegenbaur. C'est pourquoi je renonce à admettre la conception de M. Metchnikow : les reptiles, d'après ses *Études sur la nature humaine*, n'ont pas besoin de gros intestin. « Aussi il leur fait complètement défaut. » Il serait superflu d'insister sur l'irréalité de cette conception ; il n'y a rien de plus facile que de démontrer le contraire. Je m'en rapporte au lacerta ocellata ¹. J'ai pris mes mensurations exactes sur les deux exemplaires que voici :

1. Lézard long de 27 cm., points extrêmes de la tête et de la queue, et de 13,5 cm., longueur bucco-anales. Longueur totale du canal gastro-intestinal est de 32 cm. (estomac, 3,5 cm.; intestin moyen, 21 cm.; partie proximale de l'intestin final, en amont de la coudure, 5 cm.; partie distale de l'intestin final, en aval de la coudure, 2,5 cm.). Le mésentère commun dorsal longeant tout le trajet du canal gastro-intestinal est bien prononcé au niveau du fond de l'estomac et du pylore ; il acquiert des proportions majeures le long de l'intestin moyen, qui décrit des anses nombreuses. Le long de l'intestin final le mésentère se raccourcit au fur et à mesure qu'il s'approche de l'anus. Ce raccourcissement n'est que peu prononcé le long de la partie proximale de l'intestin final ; aussi cette partie est en état de se réfléchir (à droite) de la ligne médiane du corps. Le long de l'intestin final on peut constater deux subdivisions : l'une en forme d'une entaille (semi-circulaire, chez cet

1. Le matériel m'a été obligeamment livré par M. Cots, prof. d'anatomie comparée (Fac. de méd. pour les femmes étudiantes à Moscou).

exemplaire) se trouve à une distance de 1,25 cm. de l'embouchure de l'intestin moyen, l'autre est représentée par une coudure. Les deux jambes de cette coudure, bien mobiles, devaient, à ce qu'il paraît, pendant la vie de l'animal, changer leur position réciproque, suivant que dans la partie proximale viennent s'accumuler les résidus alimentaires, suivant que la partie distale entre en jeu pendant l'acte de défécation, etc. Lors de dissection j'ai trouvé dans l'intérieur de la partie proximale élargie de l'intestin final un amas de résidus plus ou moins difformes et entre eux un corps dur, jaunâtre, de $1 \times 0,75$ cm., quelque chose comme un noyau d'une petite prune. Quant à la partie distale de l'intestin final, elle était privée de lumière, contractée, ses parois étaient bien plus massives que les parois de la partie précédente. La rate mesurant $1,25 \times 0,25$ cm. était habillée par le feuillet gauche du mésogastre dorsal; le bout pointu supérieur de la rate était tourné vers le fond de l'estomac; le bout opposé, obtus, dirigé vers l'intestin final, habillé de tous côtés par la séreuse du feuillet gauche du méso, était suspendu librement dans la moitié gauche de la cavité abdominale. Ce qui me paraît le plus intéressant c'est que le long de l'artère mésentérique, surgissant de dessous ce bout obtus, on pouvait constater un trajet de tissu lymphoïde. Le tronc de l'artère se dirigeait vers le cæcum (partie proximale de l'intestin final); quant au trajet de tissu lymphoïde, il suivait celles des ramifications artérielles qui manifestaient le plus de penchant à la coudure de l'intestin final. Il est vrai que ce trajet lymphoïde n'atteignait pas la paroi de l'intestin final; s'élargissant au fur et à mesure, il se perdait à quelque distance de cette paroi. Le fait ne paraît pas être unique, si nous nous rappelons du fait bien analogue, observé par M. Klaatsch chez le cryptobranchus; il est très intéressant de se rappeler ici du schéma des artères de l'intestin final, donné par M. Howes, aussi bien que de comparer le cas du *lacerta ocellata* à celui de l'homme; c'est par l'intermédiaire (direct, cette fois-ci) de la rate, que s'effectue chez l'homme le rapprochement des parties bien éloignées du tube intestinal (fond de l'estomac et coudure, dite splénique, de l'intestin final).

2. Lézard long de 53,5 cm., points extrêmes de la tête et de la

queue, et de 22 cm., longueur bucco-anale. Longueur totale du canal gastro-intestinal est de 49 cm. (estomac, 7,5 cm.; intestin moyen, 23,5 cm.; intestin final, 15 cm.). Là, je pus constater une subdivision de plus le long de l'intestin final; la première entaille, située à une distance de 4,25 cm. de l'embouchure de l'intestin moyen, était bien prononcée sur tout le pourtour de la partie élargie (proximale) de l'intestin final; plus loin, espacée de 3 cm., je pus constater encore une entaille, circulaire elle-aussi, moins profonde; encore à 4,25 cm. plus loin dans la direction distale, l'intestin final se réclinait quelque peu vers l'estomac (vers le trajet de tissu lymphoïde, que je citerai plus loin); enfin, après avoir subi une coudure manifeste il se transformait en un tube court (de 3,5 cm.) rectiligne, passant tout droit vers l'orifice anal; ce tube, possédant des parois massives et presque privé de lumière, était destiné certainement au passage des excréments; c'était la partie distale de l'intestin final ou bien le « rectum », si l'on veut. La disposition du mésentère, la situation et la configuration de la rate étaient tout analogues à celles du lézard précédent. Ce lézard n° 2 avait lui aussi un trajet bien prononcé de tissu lymphoïde, se dirigeant du bout distal de la rate vers la coudure splénique de l'intestin final. La seule différence que je puis noter c'est que ce trajet lymphoïde passait cette fois-ci indépendamment des ramifications de l'artère mésentérique. La dernière branche de cette artère cheminait vers la seconde entaille de l'intestin final (voir plus haut); tout près de cette entaille elle changeait de direction pour longer la paroi de l'intestin final jusqu'à la coudure splénique; c'est à cette partie proximale de l'intestin final qu'elle rendait des branches de second ordre. Le rectum (de la coudure jusqu'à l'anus) recevait tout droit de l'aorte des artérioles indépendantes (homologues, à ce qu'il paraît, au « posterior splanchnic series » de M. Howes). Quant au trajet de tissu lymphoïde, il se dirigeait du bout distal de la rate juste vers la coudure splénique de l'intestin final.

Ce n'est pas donc l'existence du gros intestin chez certains reptiles, c'est plutôt sa raison d'être qui pourrait être sujette à discussion. La question se pose de la sorte même si nous prenons le cas du crocodile (voir plus loin, données de l'histogénèse), lequel,

selon M. Gegenbaur, est privé de gros intestin (comme unité macroscopique), mais qui possède quand même de certaines particularités histologiques dans la région distale du tube intestinal. Que la partie proximale du gros intestin de l'igouane ou de la *lacerta ocellata* joue le rôle d'un second estomac accessoire, comme l'admettent MM. Meckel et Tiedemann, que ce soit quelque autre appareil, le tissu lymphoïde reste chez les représentants cités, comme n'importe ailleurs, un des ingrédients des plus constants dans le processus phylogénétique aboutissant à une spécialisation plus appropriée (étroite) des diverses parties du tube intestinal.

Oiseaux (poules, passereaux). — Y aurait-il quelque analogie entre le gros intestin des oiseaux et celui des représentants d'autres classes? Question délicate, certes; en pareille occurrence il n'y a rien de plus déconcertant qu'une résolution hâtive. « Les oiseaux qui vivent pour ainsi dire dans l'air n'ont pas besoin de s'arrêter pour rejeter les déchets de la digestion, ne possèdent pas de gros intestin », lisons-nous dans les *Études sur la nature humaine* de M. le Prof. Metchnikow. La configuration singulière de l'intestin des oiseaux a donné déjà lieu maintes fois à des réflexions beaucoup plus réservées que celles de M. Metchnikow; je mentionnerai ici la coudure de l'intestin grêle des oiseaux, préconisée par M. Owen et le fameux caput coli de M. Keith. Examinons de plus près la coudure de l'iléon. La partie proximale de l'iléon des oiseaux (celle qui suit immédiatement le duodénum) possède un méso assez long pour lui permettre de conserver l'aspect d'anses larges et bien libres. Avant de perdre son méso, cette partie se retrousse plus ou moins loin vers le mésogastre, où il vient se fixer; là se produit la disparition plus ou moins prononcée du mésentère, après quoi l'iléon (sa partie distale) nous apparaît sous la forme d'un tube à peu près rectiligne, longeant de près les vertèbres lombaires. La coudure intermédiaire entre la partie libre et la partie plus ou moins fixée de l'iléon a un aspect bien différent parmi les diverses familles des oiseaux. Ce fait est bien facile à démontrer et quand même, sauf Owen¹, on ne lui a pas attribué toute l'attention qu'il

1. Et Gadow (d'après Gegenbaur).

mérite. M. Owen a remarqué que la coudure susdite remonte jusqu'au fond de l'estomac chez les gallinacés, tandis que chez les passereaux la partie coudée de l'iléon vient se fixer au mésoduodénum. Si nous nous souvenons que le mésoduodénum joue dans l'évolution ontogénétique de l'intestin et de ses annexes le rôle de voie, par laquelle se produit l'émigration des éléments épithéliaux, destinés à servir de bourgeons primaires pour le pancréas et sûrement pour le lob. méd. de la rate (voir plus loin, l'histogénèse), nous pouvons nous figurer une certaine homologie entre l'intestin des passereaux et celui des sélaciens. Nous décelons ces grands traits d'homologie en suivant le trajet intestinal à partir de l'anus. Chez les sélaciens et chez les passereaux nous remarquons tout près de l'anus (resp. de la cloaque), au bout opposé du rectum, des annexes digitiformes (un seul chez la raie, une paire d'annexes chez les passereaux). Ces cæcums de diamètre très étroit ne contiennent pas de matières fécales, autrement dit ne sont pas destinés à retenir temporairement les résidus alimentaires, comme dans le cas de la lac. ocell. (voir plus haut). Au delà (en amont) de ces cæcums nous trouvons non pas l'intestin grêle au sens général de ce mot, mais la partie distale, bien différente de la partie proximale, intestin spiral (raie), portion de l'iléon, presque dépourvue du méso (turdus musicus). Au bout opposé de cette partie distale de l'intestin grêle nous rencontrons une coudure, à laquelle vient aboutir un tissu compact d'origine épithéliale (pancréas chez le turdus musicus, lobule finale de la rate chez la raie). Nous ne constatons, donc, nulle trace de côlon chez les passereaux, mais nous ne pouvons pas nous en tenir là.

Je crois que même aujourd'hui nous possédons une quantité suffisante de faits, dont j'ai déjà passé en revue une série (voir l'homologie de l'intestin de la raie et des passereaux), pour ne pas nous laisser suggestionner par une arrière-idée, comme le fait, à mon avis, M. Keith. Le « caput coli » de M. Keith serait représenté chez les oiseaux par deux épaisissements circulaires de la couche musculaire de l'intestin, l'un situé juste au-dessus, l'autre juste au-dessous de l'embouchure des deux cæcums. Ces épaisissements je ne les ai jamais vus, ni chez les passereaux, ni chez les galli-

nacés; à moins que la technique¹ me manque, ni mes recherches macroscopiques, ni mes coupes sériées ne m'ont pas permis de déceler nulle trace d'épaississement musculaire. M. Keith voudrait voir dans son caput coli un appareil destiné à diriger le chymus dans l'intérieur des cæcums, de le détourner de la voie directe vers la cloaque. Or, le cas du *turdus musicus* ne pourrait pas se ranger dans les cadres de cette théorie, car, comme nous l'avons vu, les cæcums des passereaux n'emmagasinent rien; ce sont des organes de pure sécrétion (interne par excellence, oserais-je supposer). Autre chose : le cas des gallinacés, dans les volumineux cæcums desquels vient séjourner la majeure partie et, peut-être, le tout des résidus alimentaires. Bien que je n'aie pas eu la chance de constater l'existence d'épaississements musculaires, je conçois qu'un mécanisme approprié à détourner le chymus vers les embouchures des cæcums doit être en jeu perpétuel.

Je me propose de retourner à cette question à la fin de ce chapitre; pour le moment, le cas des gallinacés abordé, je voudrais exprimer encore une fois et à plus forte raison mes doutes sur la conception de Metchnikow (absence du gros intestin chez les oiseaux). Quiconque de nous eût disséqué à grands traits un des représentants des gallinacés ne pourrait pas ne pas constater deux cæcums volumineux remplis constamment de résidus alimentaires, vrais magasins ou sacs-voyage de ces résidus. Les exemples seraient trop banals, mais comme il y a lieu à une controverse je présenterai quelques chiffres qui peuvent servir à peu près comme moyenne pour les représentants ci-dessous :

| | POULE COMMUNE | COQ DE BRUYÈRE |
|---|---------------|----------------|
| Intestin grêle..... | 148 cm. | 148 cm. |
| — gros (rectum)..... | 11 — | 16 — |
| La moyenne pour l'un des deux cæcums-paires..... | 19 — | 58 — |
| Longueur du corps..... | 44 — | 42 — |

Donc, tandis que le gros intestin de l'homme ne représente que le quart de l'intestin grêle, la longueur du gros intestin chez la poule

1. Auquel M. Keith ne nous fait aucune allusion.

(c'est-à-dire du rectum, plus des deux cæcums) vaut déjà le tiers de l'intestin grêle; quant au coq de bruyère, les trois segments de son gros intestin pris à la fois sont d'égale longueur à peu près avec son intestin grêle. Il n'y a pas à insister davantage sur le fait. Autre fait bien plus complexe vient réclamer sa part d'attention. Difficiles à résoudre sont les relations de la partie coudée de l'intestin grêle au fond de l'estomac, où cette partie vient se fixer chez les gallinacés. A quoi serait bonne cette fixation, si l'individu est doué de deux cæcums volumineux, appropriés à recevoir des quantités considérables de chymus, autrement dit s'il n'a pas besoin d'une partie élargie sur la continuité du tube intestinal, comprise entre deux collections de tissu lymphoïde, comme nous le constatons (tant qu'il s'agit d'homologie) chez la raie (intestin spiral), chez le *turdus musicus* (partie distale du tube intestinal), enfin chez l'homme (côlon ascendant, plus côlon transverse, voir plus loin)? Or, je crois que c'est là, chez les gallinacés, un reliquat phylogénétique, une complication, dont l'organisme préfère ne pas user, grâce à un appareil plus étroitement spécialisé, grâce aux deux sacs volumineux, dont l'a doué la Providence. Le cas ne serait pas unique en outre. La coexistence d'un appareil actif et d'un appareil hors de jeu se peut constater, à ce qu'il me paraît chez le lapin (voir plus loin). Une homologie entre le gros intestin des gallinacés et celui du lapin se laisse déceler encore en rapport au tissu lymphoïde, dont la Providence n'a pas omis de munir les néo-appareils (épaississement du tissu lymphoïde « sous-muqueux » aux deux bouts de la partie élargie des cæcums-paires des gallinacés, appendice vermiforme et sac rond, *sacculus rotundus*, du lapin). Donc, chez les gallinacés nous avons affaire de nouveau à des parties (paires, cette fois-ci) de l'intestin « final », destinées pour le séjour plus ou moins prolongé des résidus alimentaires et munies aux deux bouts d'épaississements de tissu lymphoïde.

Mammifères (lapin¹, homme). — Nous abordons le tube intestinal des mammifères. Cette fois-ci les variations sont extrêmement nombreuses. Déterminer le type fondamental est une tâche bien

1. Voir les données de l'histogénèse.

difficile. Elle serait tout à fait impossible à résoudre si nous ne disposions à l'heure actuelle des ingénieuses recherches de M. H. Klaatsch « sur la formation des mésentères ». Ces recherches, ayant trait à l'évolution phylogénétique du tube intestinal sur toute son étendue, ne pourraient pas être prises en considération dans tout leur ensemble à la fois dans le présent travail. Je me bornerai à suivre avec M. Klaatsch les relations du tube intestinal avec la rate. Rappelons-nous le cas de la grenouille (« typische Enddarmmilz » et nulle trace de coudure splénique) et le cas de la *Iacerta ocellata* (rate logée tout près de l'estomac et coudure dite splénique de l'intestin final, bien éloignées encore l'une de l'autre mais réservant entre elles des relations manifestes par l'intermédiaire d'un trajet de tissu lymphoïde intra-mésentérique). La construction ingénieuse de M. Klaatsch est bien fidèle aux faits que quiconque de nous peut vérifier à loisir; cette construction, autant que je l'entends, est la suivante : le plan fondamental dans l'évolution de la rate se laisse déceler dans trois directions; à chacune de ces directions correspond un lobe à peu près indépendant de son voisin; c'est ainsi que s'effectue la formation de la rate définitive de trois lobes (lobus ant., med. et post.). Peut-être n'y a-t-il que la grenouille dont la rate définitive n'est composée que d'un lobe postérieur (aboutissant à l'intestin final). Chez les représentants d'autres classes c'est justement le lobe postérieur qui disparaît le premier; il ne reste qu'un pli de la séreuse, qui jadis le recouvrait et qui est devenu libre après la disparition de son contenu. Le long de ce pli (*plica recto lienalis* Klaatsch) a lieu le rapprochement du côlon (de l'angle splénique) au fond de l'estomac. Chez les représentants des classes supérieures (homme), presque dépourvus du lobe post. de la rate, la rate définitive doit être considérée comme le résultat de coalescence du lobe antérieur (stomacal, pourrais-je dire) avec le lobe méd. (duodéal). Quant au lobe post. (côlique), il serait représenté chez l'homme et les singes plus haut organisés par le « *margo obtusus lienis* ». M. Klaatsch n'insiste pas longuement sur cette homologie et ne nous donne pas de preuves plus ou moins nettes de la vérité de sa conception. Un fait néanmoins enregistré par M. Haberer vient, me semble-t-il, à l'appui de cette conception.

Dans son mémoire sur les « Lienes succenturiati et lienes accessorii », M. Haberer nous apprend qu'il ne serait pas juste de rapporter l'ébauche des îlots spléniques plus ou moins isolés seulement au bord de la rate nommé « crenatus ». Le bord opposé, nommé obtusus, à son tour est porteur quoique, peut-être, plus rarement, d'entailles préformées, dont la profondeur est parfois telle, qu'un îlot de la pulpe splénique se trouve presque totalement isolé. N'est-ce pas là une raison de plus pour admettre l'homologie du margo obtusus et d'un lobe de la rate en voie de disparition ?

Ensuite ce n'est pas seulement la rate qui réagit d'une manière ou de l'autre à l'évolution telle ou telle de la coudure splénique du gros intestin ; quelques faits du domaine de l'organogénèse, élucidés par M. Swaen, nous montrent, paraît-il, que l'évolution de la coudure domine dans la phylogénèse de l'intestin final lui-même. Or, M. Swaen voit dans l'angle splénique du côlon un point de départ préformé, d'où l'évolution du gros intestin suit deux directions opposées, proximale et distale. En somme il serait le plus près de la vérité, si nous admettons qu'un point sur le trajet du gros intestin domine sur l'évolution de la rate (du lob. post. lienis), d'une part, et sur l'évolution des deux parties du côlon (proximale et distale), de l'autre.

Les variations parmi les mammifères, comme je l'ai déjà dit plus haut, sont très nombreuses. Quelquefois (l'exemple de l'échidna, Klaatsch), nous voyons un lobe postérieur de la rate bien volumineux, atteignant par son bout distal le côlon tout près du détroit du bassin ; la coudure, dite splénique, manque complètement dans cet exemple ; la partie proximale du côlon est représentée par une anse libre, dont le bout proximal (le cæcum) siège environ à la ligne médiane du corps, tout près du pylore (position toute semblable à celle de l'embryon humain de 8 semaines) ; la partie distale du côlon de l'échidna est courte, munie d'une couche musculaire massive ; c'est bien le rectum (sans côlon descendant précédant). Quelles que soient les variations dans l'évolution des deux parties du côlon et du lobe postérieur de la rate, le plan fondamental ne nous échappera pas si nous comparons les relations topographiques du représentant voulu des mammifères aux rela-

tions homologues du type le plus complet, c'est-à-dire de l'homme ¹. Le but final « humain » de toutes ces variations serait, paraît-il, toujours le même : l'organisme a besoin de disposer, le long du trajet du tube intestinal, d'un endroit qui pourrait servir de dépôt temporaire pour les résidus alimentaires. Cet endroit, ce dépôt, outre qu'il doit être assez large, doit être muni aux deux bouts d'un agglomérat de tissu lymphoïde. C'est bien le cas de la partie proximale du côlon humain ; cette partie, beaucoup plus large que la partie distale, porte à son bout proximal un appendice de structure lymphoïde et par son bout distal manifeste des relations intimes non seulement topographiques, mais aussi, comme nous l'avons vu, ontogénétiques à la rate.

II. Données de l'histogénèse. — Je me suis attaché à suivre le plan qui domine dans l'évolution du gros intestin. Je tâchais de mettre en évidence les traits typiques, les traits qui ne peuvent pas être passés inaperçus. A quoi servent ces traits, pourquoi se différencie-t-elle cette partie élargie proximale du gros intestin avec ses deux appareils lymphoïdes en amont et en aval parmi les représentants de toutes les classes des vertébrés ? Pour résoudre cette question les données de la physiologie pure aussi bien que les données de l'anatomie macroscopique ne sauraient pas par elles-mêmes être suffisantes. Ce n'est pas l'adaptation fonctionnelle de tel ou tel représentant, c'est le plan commun, fondamental qu'il nous faut élucider ; c'est là que les données de l'histogénèse doivent être prises en considération.

Les données de l'histogénèse réclament notre attention lors même que l'organe en question (le gros intestin) ne se prête pas encore à notre examen macroscopique. Fait singulier, dont l'explication ne pourrait se baser qu'aux données de l'histogénèse, c'est que sur le trajet de la couche épithéliale du tube intestinal de certains ventropodes (*arion rufus*, Argaud et Bounoure) se laisse déceler une énergie de croissance plus accentuée juste vers la

1. M. Klaatsch prétend, pourtant, que le côlon de l'orang et du chimpanzé comparé à celui de l'homme doit être considéré comme plus avancé dans la même direction, qui nous mène de la grenouille à l'homme.

partie finale. Une énergie de croissance semblable, destinée cette fois-ci à éliminer certains produits (Zarnik) peut être constatée chez l'embryon de l'amphioxus lanceolatus à tube intestinal à peu près rectiligne. Quant aux cyclostomes, que je n'ai pas pris en considération au cours de mes recherches macroscopiques, elles seraient privées de glande digitiforme; quand même ces poissons ne laissent pas d'être bien intéressants du point de vue que je poursuis. Chez eux (je m'en rapporte à M. Gegenbaur, p. 157) : « In der structur der Wandung bietet sich als Besonderheit eine in der Mucosa nach aussen zu befindliche mächtige Lage eines als « cavernös », neuerdings auch als « milzartig » bezeichneten Gewebes, auf welches erst nach innen zu die Muscularis der Schleimhaut folgt. Jene Gewebsschicht bildet auch den grössten Theil der Längsfalte, indem sie das darin verlaufende Gefäss umgiebt. »

Ensuite chez les crocodiles, privés de cæcum et possédant un intestin final très court (d'après Gegenbaur, p. 164), « ist der dickwan digere zweite Abschnitt ¹ durch Zickzackfalten ausgezeichnet und birgt reiche lymphoïde Infiltration ».

Que serait-ce donc que cette énergie de croissance exubérante, toute locale chez les représentants que je viens de citer? Grâce aux travaux fondamentaux de MM. v. Baer, Reichert, Remak, Retterer, Berry, Klaatsch, nous pouvons, désormais, ne pas errer parmi les hypothèses contradictoires sur l'histogénèse des diverses couches de la paroi intestinale; le chemin me paraît bien net; nous n'avons qu'à le suivre.

M. v. Baer, à ce que je puis juger, vient le premier à démontrer que les propriétés histogénétiques de la muqueuse intestinale ² sont beaucoup plus spécialisées que celles des couches externes de la paroi intestinale.

Ce point de vue a été élucidé bien plus largement par M. Reichert. L'épithélium intestinal, d'après le travail de M. Reichert, est doué d'une qualité active, de s'adapter aux besoins de l'orga-

1. Des Mitteldarmes.

2. Même, à ce qu'il paraît, sous le nom de « Schleimblatt », M. v. Baer comprend le tissu, situé juste sous l'épithélium intestinal.

nisme; ce ne sont que les besoins de l'organisme, qui provoquent la production de nouvelles cellules, l'élargissement du domaine de cet épithélium; en examinant de plus près la formation des plis de la muqueuse intestinale M. Reichert a remarqué que c'est justement sur ces plis que se manifeste la pullulation des cellules épithéliales; la production de nouvelles cellules n'aurait pas lieu, conclut-il, si la formation des plis était passive, si dans cette formation le rôle principal devait être attribué aux couches externes de la paroi intestinale. C'est bien là le grand mérite de M. Reichert, mais malheureusement ses déductions sont trop hâtives. Or, il lui semble que l'épithélium intestinal n'a rien à faire avec les épithéliums dans le sens général de ce mot, car sous le nom de tissu épithélial on entend un tissu recouvrant, tissu subordonné. M. Reichert rejette hardiment la dénomination d'épithélium pour la couche interne de la paroi intestinale; c'est, d'après lui, l'« assimilierendes Central-Organ », dont le pouvoir tout exceptionnel est d'assimiler le matériel alimentaire. Quant aux couches externes (« Darmhaut », de M. Reichert), leur rôle serait dicté par leur structure glandulaire et motrice. C'est là de nouveau le point faible dans les déductions de M. Reichert; les lacunes ont été comblées par les recherches judicieuses de M. Remak.

Dans son excellent travail sur l'ontogénèse des vertébrés M. Remak note que le type des cellules-mères ne pourrait pas servir de point de départ pour diviser le tube intestinal en parties bien distinctes (soit en parties antérieure, moyenne et finale). C'est toujours l'épithélium qui forme les premières ébauches des organes, lors même que nulle trace de système nerveux central ne peut être décelée encore chez l'embryon. Comme les organes, dérivés de cette couche épithéliale, recouvrent dans leurs formes définitives (structure et fonctions glandulaires¹), M. Remak attribue à cette couche la dénomination de « Drüsenblatt ». Ce qui est bien remarquable, c'est que le thymus et les cæcums (paires, comme il s'agit du poulet), dérivés de ce feuillet glandulaire passent par des stades

1. M. Remak énumère parmi ces formations : couche interne de tout l'intestin, épithélium des voies aériennes, parenchyme du foie, du pancréas, du rein (corps de Wolff), de la glande thyroïde, du thymus.

évolutifs bien analogues. « Les bords du feuillet glandulaire, écrit M. Remak (p. 39), concernant l'évolution du thymus, s'épaississent et se transforment singulièrement. En même temps que les trois derniers arcs aortiques (entre lesquels viennent se placer les deux dernières fissures pharyngées) s'éloignent de la paroi du pharynx, le même éloignement se produit entre les bords épaissis du feuillet glandulaire de ces fissures. Les bords épaissis de chaque fissure donnent naissance à de petits sacs allongés et clos. Il en résulte la formation de 4 sacs, 2 de chaque côté. Les lumières de ces sacs disparaissent bientôt et les sacs ne sont plus dès lors que des corps allongés, solides.... En les examinant sous le microscope, on y aperçoit des gouttes de graisse, typiques pour les cellules du feuillet glandulaire, même si les cellules distinctes échappent à l'examen. » Quant à l'évolution des cæcums-paires (du poulet), nous apprenons dans le travail de M. Remak (p. 37) ce qui suit : « Ses parois (c'est-à-dire les parois de l'intestin postérieur) sont plus massives que celles des parties précédentes du tube intestinal; or, le feuillet glandulaire y manifeste une épaisseur plus accentuée que le long du trajet de l'intestin moyen. En outre, il arrive très souvent que sur sa face interne nous apercevons un enduit noirâtre dû à l'accumulation intense (dans les cellules) de gouttelettes plus considérables de graisse. Dès le 5^e jour débute la formation des cæcums. » Au début on remarque, d'après Remak, auprès des « portes intestinales postérieures »¹, des renflements en forme de bouteilles, à la formation desquels prennent part les couches externes de la paroi intestinale (« couche filamenteuse » de M. Remak) et la couche interne (« feuillet glandulaire » de M. Remak), cette dernière sous la forme de deux appendices allongés, munis de lumières. « L'enduit sombre, noté plus haut, pourrait même manquer sur le reste de l'étendue de l'intestin

1. Comme il s'en suit des lignes précédentes, M. Remak comprend sous cette dénomination la partie du tube intestinal où viennent s'évoluer les cæcums. Donc, les deux déterminations se déterminent l'une l'autre réciproquement. La seule issue serait, à mon sens, si nous supposons que la place où viennent s'évoluer les cæcums est préindiquée. Or, il n'y a rien de surprenant dans cette supposition, car d'après les deux auteurs, MM. Reichert et Remak, le tube intestinal, comme tel, commence à se former isolément des deux bouts opposés — d'avant et d'arrière; quant à l'intestin moyen, il lui est dû le troisième acte (chronologique) de formation.

postérieur, tandis qu'ici, dans l'intérieur des renflements, il peut être décelé en règle générale. » C'est ainsi que sans le vouloir, peut-être, seulement pour rester fidèle aux faits, M. Remak note des traits bien analogues dans l'évolution de l'épithélium primitif en tissu spécifique pour le thymus et, pour les cæcums, en tissu lymphoïde. Il est vrai que, dans l'ébauche du thymus, la lumière ne tarde pas à disparaître, tandis que dans les cæcums elle persiste, mais cette différence est due déjà aux stades plus avancés de l'ontogénèse, où dominent les conditions différentes de l'adaptation fonctionnelle.

L'évolution de l'épithélium en tissu lymphoïde fut l'objet de discussions animées. Je n'ai pas besoin d'insister ici sur ce mode d'évolution, car il a été défendu avec beaucoup plus d'autorité que je ne pourrais le faire par M. Retterer dans les pages de ce même *Journal*. Mais si décisives que soient ses recherches, il n'en reste pas moins des points sur lesquels il y a lieu de méditer quelque peu. Que serait-ce, donc, que ce tissu hématopoiétique de M. Retterer¹, qui préfère évoluer là où une partie du tube intestinal vient aboutir à une autre partie? A quelle fonction locale serait-il bon?

Pour le moment je m'abstiendrai des réflexions ayant trait à la physiologie. Or, pour approfondir telles ou telles propriétés morphologiques, les considérations physiologiques, quelles qu'elles soient, ne peuvent que nuire, à mon sens. C'est là justement ce qui déroute singulièrement lorsque nous nous proposons de nous rendre compte concernant les recherches de M. Stöhr. Son travail (de 1898) tout d'abord ne pourrait pas résoudre la question fondamentale (sur l'évolution du tissu lymphoïde sous-muqueux), ne pourrait pas servir comme objection à l'opinion de M. Retterer pour la simple raison que le travail a pour base l'appendice vermiciforme de l'homme, un organe dont la genèse histologique est encore bien ténébreuse. Le premier objet dont disposait l'auteur (embryon humain de 6 cm.) ne lui a pas paru digne d'une description minutieuse; dans les quelques lignes que M. Stöhr consacre à

1. Et de M. Ellenberger.

cet embryon, il note que la première ébauche des glandes intestinales se trouve située près de la partie proximale de l'appendice et que c'est juste là qu'on peut constater des leucocytes isolés. Aux stades ontogénétiques plus avancés (embryons humains de 14 cm. et au delà) M. Stöhr consacre une description plus détaillée. Là on pourrait constater, selon lui, des accumulations de leucocytes; les unes auraient l'apparence de nodules, les autres ne l'auraient pas grâce à leur structure plus diffuse, les autres encore pourraient être prises pour des nodules bien définis, privés, quand même, comme M. Stöhr le dit lui-même, de centres germinatifs. Ces accumulations ne manifestent aucune relation avec l'épithélium, ce qui est bien évident sur les planches demi-schématiques de M. Stöhr. Un fait dans l'évolution de l'épithélium de l'appendice parut à M. Stöhr digne d'une mention spéciale : il a remarqué que quelques glandes s'isolent de l'épithélium superficiel, qu'elles s'entourent d'une épaisse couche du tissu conjonctif et que l'épithélium de ces glandes perd sa forme cylindrique. Sans s'attarder davantage sur le détail morphologique de cette disparition singulière des glandes intestinales, M. Stöhr préfère trancher la question : pour lui, nous sommes en présence de l'atrophie des glandes, ce qui est parfaitement admissible, car il s'agit d'un organe rudimentaire.

Le succès de l'art chirurgical, c'est la seule raison qui vient à l'appui des déductions de M. Stöhr. Si nous mettons de côté les succès de toute sorte, nous verrons que les choses n'entrent pas dans les cadres simplifiés à un tel point. Il paraît, d'après un autre travail de M. Stöhr¹, qu'une atrophie analogue des glandes intestinales a lieu chez le chat sur le trajet du duodénum, lequel ne pourrait pas être cité parmi les organes rudimentaires. Ensuite un fait du domaine parfaitement morphologique doit servir de témoignage direct que l'organe en question est loin d'être rudimentaire. MM. Berry et Lack ont bien démontré que les follicules clos comme tels n'apparaissent dans l'épaisseur de la sous-muqueuse de l'appendice qu'au cours de la première semaine de la vie extra-utérine. Certes, nous n'avons pas le droit d'envisager comme rudimentaire

1. Cité d'après MM. Retterer et Lelièvre.

telle formation ou tel organe, dont le tissu typique, absent pendant la vie intra-utérine, commence à évoluer seulement après la naissance. Il est tout naturel maintenant de supposer que dans les couches internes de la paroi de l'appendice a lieu une activité exubérante, pourrais-je dire; de là deux sortes de déductions : 1) l'organe, possédant une activité exubérante ne pourrait pas passer pour rudimentaire; 2) les données unanimes des recherches judiciaires nous obligent à considérer comme tissu actif par excellence juste l'épithélium intestinal et non le mésenchyme qui est passif.

Je tiens à mentionner encore qu'une activité exubérante ne devrait pas rester latente au cours d'une période, où l'évolution des tissus de toute sorte fait des progrès des plus rapides. Durant cette période intra-utérine, l'épithélium intestinal doit donc évoluer d'une façon ou d'une autre et, à vrai dire, la formation exubérante des glandes intestinales, vouées, selon M. Stöhr, à l'atrophie, est une issue beaucoup moins vraisemblable que celle qui est dictée par les faits observés en premier lieu par MM. Maurer et Klaatsch et adoptés, quoique à contrecœur, par M. Koronjitzky (voir plus bas).

Sans m'attarder à un compte détaillé des données de ces recherches (la plupart d'entre elles sont citées dans les travaux de M. Retterer), je me bornerai à souligner l'idée fondamentale, que les cellules épithélio-lymphoïdes — les cellules-mères, pourrais-je dire — sont en état de quitter leur patrie (la surface épithéliale de l'intestin) et d'émigrer plus ou moins loin entre les deux feuillets du mésentère dorsal, pour donner naissance, au lieu de leur nouvelle résidence, à un organe lymphoïde juxta-intestinal. Ce fait a été constaté par M. Klaatsch à l'égard des glandes lymphatiques, régionnaires pour l'angle iléo-cæcal (de l'échidné), par M. Maurer — pour la rate de la grenouille (lobe post. de la rate, voir plus haut), en ce qui concerne la rate de l'accipenser (lobe moyen de la rate, à ce qu'il paraît; voir plus haut). Il faut bien concevoir qu'il y reste encore beaucoup de détails qui exigent des recherches minutieuses et c'est justement ces détails, pas assez élucidés, qui ont servi de base à ceux qui ne veulent rien entendre du fait de l'émigration lui-même. C'est ainsi que Koronjitzky prétend

que l'ingrédient principal de la rate provient de la condensation du mésenchyme. Vu les données de M. Maurer et de M. v. Kupffer, il croit pouvoir concéder que les éléments entodermaux pourraient bien prendre part à l'évolution de la rate, lors même que l'organe se trouve en voie de formation, quoique là encore, selon l'auteur le tissu réticulé de la rate devrait être rapporté exclusivement au feuillet mésenchymateux; le cas de l'accipenser serait, pour lui, tout à fait unique; enfin, quant à la rate des Vertébrés, plus évoluée, elle pourrait être considérée comme organe entodermique seulement autant que le mésenchyme lui-même dérive de l'entoderme. Qu'il en soit ainsi, que la rate ait une origine double (ento- et méso-dermique), comme le veut M. Géraudel, — toutes ces réserves ne pourraient pas, à mon avis, ébranler la valeur des faits cités plus haut. L'épithélium primitif doit donc être pris en considération en premier lieu en ce qui concerne l'ébauche des organes définitifs, lors même que nulle trace de système nerveux central ne peut être décelée chez l'embryon. C'est au cours de ces stades évolutifs initiaux parmi les divers vertébrés, que M. S. A. Oussow a constaté la formation de l'entochorde, c'est-à-dire d'une ébauche entodermique, provenant du tube intestinal primitif, changeant de place dans la direction dorsale pour venir s'intercaler entre les éléments de l'ébauche ectodermique de la chorde. Donc, la formule de M. Koronjitzky (« autant que le mésenchyme lui-même dérive de l'entoderme ») ne devrait pas nous déconcerter. Nous possédons des données assez solides pour admettre que l'émigration des éléments entodermiques s'effectue d'après un plan approprié, que ces éléments conservent leur caractère spécial là où il leur est advenu de prendre pied, que ce caractère spécial se manifeste en premier lieu par une énergie de prolifération accentuée il pourrait bien en provenir des éléments secondaires du type épithélial (glandulaire), d'une part, et du type lymphoïde, d'autre part.

Le cas de la grenouille (rate, lob. post. lienis, d'origine épithéliale, aboutissant à un point de l'intestin terminal très peu éloigné du cæcum), comparé à celui des représentants d'autres classes, me fait croire que l'énergie de prolifération cellulaire est encore

relativement peu accusée sur l'étendue de l'épithélium intestinal de cet amphibien. Lorsque cette énergie devient plus intense, elle se manifeste, d'une part, par la production du tissu épithélial (allongement de la partie proximale du gros intestin — comprise entre le cæcum et la coudure splénique du gros intestin) et, de l'autre, par la production du tissu lymphoïde intrinsèque (follicules clos) et extrinsèque (ganglions lymphatiques; voir un peu plus bas). Le cas du lapin nous montre en particulier que si l'organisme ne pouvait pas s'arranger avec ses fonctions digestives d'après le plan commun, s'il avait besoin d'un nouvel appendice isolé (cæcum du lapin) que ne l'est la partie proximale du gros intestin humain, par exemple, il commence par se munir d'une nouvelle formation lymphoïde (sac arrondi du lapin) qui viendrait s'intercaler juste pour former la limite entre les deux parties du tube intestinal douées de fonctions distinctes (cæcum et côlon du lapin). Quant aux lobes moyen et antérieur de la rate, certains traits (voir Données physiologiques) nous apprennent qu'ils révèlent des corrélations, des propriétés communes au revêtement épithélial de l'estomac et du duodénum. C'est de ce dernier, en outre, que prend naissance la rate par l'intermédiaire du pancréas (fait que ne saurait nier M. Koronjitzky, à l'égard de certains vertébrés au moins). Pour en finir avec la rate de l'homme, je voudrais ici (au point de vue purement morphologique) attirer l'attention sur le fait singulier, que cet organe lymphoïde forme une large bague intestinale; la rate unit les bouts opposés de tout le trajet digestif pour ne laisser libre que le tube adducteur (pharynx, œsophage) et le tube déducteur (côlon descendant, côlon pelvien, rectum).

Les rapports histogénétiques des glandes lymphatiques mésentériques (régionnaires pour l'angle iléo-cæcal) sont beaucoup moins élucidés. Il n'y a que la remarque de M. Klaatsch sur le trajet lymphatique qui accompagne les artères iléo-cæcale, mésentérique supérieure et l'aorte et qui se resserre à mesure qu'il s'éloigne de l'intestin, — qui pourrait nous renseigner sur l'évolution des ganglions en question. Or, il serait aisé de constater à l'aide de la méthode de M. Gerota, que le cas de l'échidné

n'est pas unique; les gros détails des relations topographiques existant chez l'échidné sont tout à fait comparables à ceux de l'homme. La méthode de M. Gerota nous apprend en outre et une fois de plus que les vaisseaux lymphatiques sont des éléments bien constants et fixes. Sur les 20 appendices de nouveau-nés que j'ai injectés par le bleu de Berlin (à l'Institut d'anatomie topographique de l'Université de Moscou), il m'est arrivé

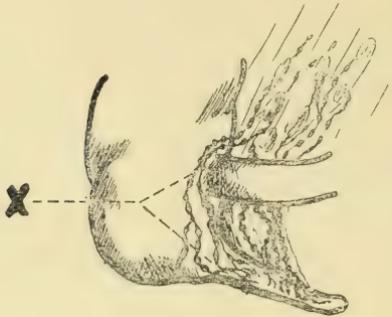


Fig. 1.

maintes fois de constater les relations curieuses qui sont représentées sur la figure 1. Tandis que les vaisseaux lymphatiques de la partie distale de l'appendice s'engagent tout droit entre les deux feuilletts du mésentériole, pour atteindre ensuite les glandes mésentériques « iléo-cæcales », les vaisseaux de la partie (1/3)

proximale de l'appendice, de même que ceux du cæcum cheminent vers l'embouchure au ras du bord de l'iléon¹ et se rendent vers les mêmes glandules « iléo-cæcales » mésentériques. En somme les vaisseaux, aboutissant aux mêmes ganglions, suivent le trajet qui leur conviendrait le mieux si le tube intestinal était tel que nous trouvons chez l'embryon de 12 cm., c'est-à-dire rectiligne, privé de coudure iléo-cæcale. Quoi qu'on dise des anastomoses innombrables des vaisseaux lymphatiques, les troncs collecteurs même initiaux restent bien conservés; nous pouvons supposer (Voir plus bas mes propres recherches histologiques) qu'ils nous indiquent les voies par lesquelles procédait l'évolution de l'armature lymphoïde extrinsèque du tube intestinal et cette supposition est, à mon avis, beaucoup plus vraisemblable que l'autre, celle des mésenchymistes, selon laquelle des épaissements dispersés du mésenchyme viennent se grouper le long des vaisseaux sanguins — de l'aorte et de la mésentérique supérieure d'abord, des rami-

1. Ces vaisseaux sont désignés sur la figure 1 par la croix X; cette figure schématique n'en est pas moins bien fidèle à la réalité.

fications de cette dernière ensuite, — pour se réunir secondairement, à ce qu'il paraît, par des vaisseaux lymphatiques.

Eh bien, ce n'est pas seulement de la théorie pure. Nous pouvons constater des indices du mode évolutif plus haut tracé; les relations génétiques existant entre l'épithélium intestinal et les ganglions mésentériques se laissent déceler même au cours des stades évolutifs assez avancés. Je m'en rapporterai à mes recherches sur les embryons de l'homme. Ces embryons, que les collègues de la campagne ont eu l'obligeance de me livrer pour mes études ont été fixés au hasard — la plupart par l'alcool de degrés variables, quelques-uns seulement par le formol. C'est pourquoi il n'y en a que trois qui soient restés utilisables pour mes études. La technique était la même dans tous les cas : la partie iléo-cæcale de l'intestin de l'embryon passait par une série d'alcools de plus en plus forts, par le chloroforme, la paraffine (à 56°), après quoi je les montais en coupes sériées (3-5 μ); coloration à l'hémato Heidenhain et l'éosine Höchst B. Les microphotogrammes ont été préparés à l'aide des obj. Leitz 5, 7, 1/12, oc. 3-5 en combinaisons diverses.

Embryon n° I. — C'est le plus jeune — il ne mesure que 4,5 cm. du vertex jusqu'à la fin du coccyx. Grâce à la fixation malencontreuse la muqueuse s'est disjointe des couches sous-jacentes. Aussi ne pouvais-je utiliser que les coupes frontales du mésentère — mesenterium commune iléo-cæcale. C'est juste le lieu de l'abouchement de l'iléon qui servait de point de départ pour un trajet inclus entre les deux feuillets du mésentère et représenté par des noyaux de dimensions considérables bien colorés; les noyaux les plus rapprochés de l'angle iléo-cæcal étaient ovalaires, ceux qui se rangeaient plus haut étaient plus ou moins arrondis. Quelle serait la nature de ces noyaux? En les comparant à ceux des coupes suivantes, il m'a paru le plus vraisemblable de les identifier avec les noyaux des lymphocytes.

Embryon n° II (12 cm. de long). — La fixation de cet embryon était meilleure, mais son angle iléo-cæcal se présentait recourbé à un tel point que le mésentère commun ne pouvait pas être pris dans les coupes frontales. C'est pourquoi je ne pouvais utiliser que les

coupes de l'appendice et de son mésentériole. Le plus grand intérêt s'attache à la ligne d'insertion du mésentériole. Les figures 2 et 3 ont trait à cette ligne d'insertion (fig. 2 à un gros. faible) : en bas, paroi de l'appendice, en haut, accumulation bien prononcée d'éléments lymphoïdes (on dirait l'ébauche d'un des gan-



Fig. 2.

glions, qu'il n'est point rare de rencontrer entre les deux feuillets du mésentériole). C'est à cette accumulation qu'aboutit un trajet d'éléments lymphoïdes, tassés tout autour d'une des ramifications de l'artère appendiculaire. Ce trajet dérive de la paroi de l'appendice, de la sous-muqueuse en particulier; nous avons tout le droit de l'admettre, car c'est juste en amont des couches externes de la paroi de l'appendice que le tassement des éléments lymphoïdes est le plus intense. Fig. 3 (gr. fort) : en bas — paroi de l'appendice, en haut — même ébauche d'un ganglion lymphatique (s'il

en fut). Là il est plus aisé de constater l'accumulation intense des éléments lymphoïdes en amont des couches externes de la paroi de l'appendice; en outre, parmi ces éléments accumulés, nous en trouvons plusieurs à contours fusiformes allongés, en voie de passage à travers les couches externes de la paroi de l'appendice.

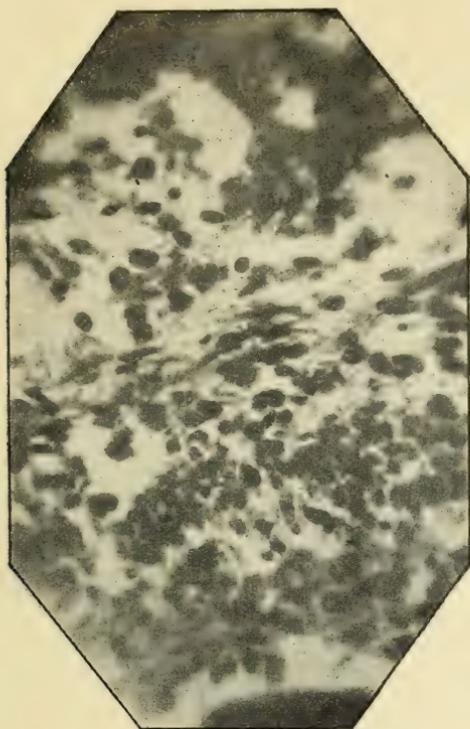


Fig. 3.

Embryon n° III (16,5 cm. de long). — Sur la figure 4 est représenté un endroit de l'étendue de la muqueuse de l'iléon tout près de la valvule iléo-cæcale; les noyaux des cellules épithéliales sont en voie de division bien prononcée. La partie basale du noyau encluse d'une mince couche de plasma s'élimine, comme on le voit sur la figure dans l'intérieur d'un pli de la muqueuse.

Quant à ma collection des coupes sériées des embryons de lapin, fixés au sublimé et au bichromate de potassium, elle n'est pas

encore achevée. C'est pourquoi je ne voulais pas m'y attarder pour le moment. Mais quand même, pour illustrer le même fait qui est représenté sur la figure 4, je tiens à reproduire ici un microphotogramme d'un pli de la muqueuse de l'appendice (embryon de 3,5 cm. de long). Nous voyons ici, sur la figure 5, une accumulation intense des cellules épithéliales (les coupes sériées montrent qu'il ne s'agit pas là d'un résultat artificiel dû à la direction de



Fig. 4.

la coupe). Quelques cellules sont en voie de division et de refoulement des éléments néoformés.

Je crois pouvoir regarder les données acquises comme une raison de plus en faveur des rapports intimes génétiques entre l'épithélium intestinal et les ganglions lymphatiques inclus dans le mésentère. Il y a lieu encore à élucider le mode d'émigration des cellules néoformées. Je m'en occuperai à la fin du chapitre qui suit.

III. Données de la physiologie. — C'est là un point qui a suscité une polémique des plus animées. En outre, comme je l'ai déjà mentionné, si séduisante que soit telle ou telle théorie, on ne peut la traiter qu'avec beaucoup de réserve. Je me propose donc de restreindre ma tâche à la résolution d'une seule ques-

tion : laquelle des théories paraît être la plus utilisable, vu les données anatomo-histologiques précédentes?

Il serait trop long pour le moment de passer en revue toutes les théories qu'on a émises concernant la destination du cæcum et

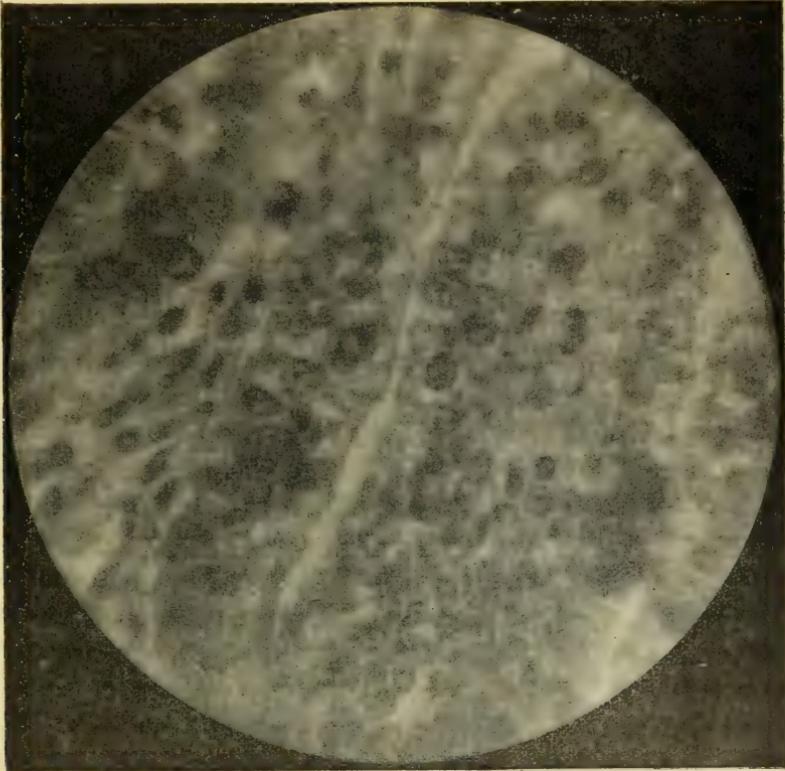


Fig. 5.

de son ornement lymphoïde. Il peut bien se faire que le cæcum (la partie proximale du côlon) de l'iguane joue le rôle de « second estomac », comme le veulent MM. Meckel et Tiedemann; j'en conviens volontiers, car, chez mes deux *lacertæ ocellatæ*, la partie proximale du côlon contenait des résidus alimentaires non utilisés totalement, à ce qu'il paraît. Il serait quand même trop hâtif d'attribuer aux accumulations du tissu lymphoïde un pouvoir digestif — pouvoir de liquéfaction des résidus alimentaires (Nuhn), pou-

voir d'accélération de la digestion pancréatique (Delezenne), pouvoir de dissolution de la cuticule végétale (Keith, J. Mayo), — car toutes ces hypothèses ont la prétention de soustraire nécessairement les résidus alimentaires à une digestion secondaire, cœcale, ce qui ne saurait nullement passer pour les passereaux et les colombidés, dont les cæcums-pairs, de structure purement lymphoïde, n'emmagasinent quand même rien des résidus alimentaires et sont en outre situés trop près du cloaque pour jouer en général un rôle digestif au sens direct du mot. Le rôle de défense contre les produits toxiques des bactéries passerait à merveille pour les accumulations du tissu en question (voir aussi la fin de ce chapitre), mais si cette fonction locale pouvait bien s'effectuer chez le lapin et chez l'homme, il n'en est pas de même, en raison des conditions topographiques, pour les passereaux et les séliaciens. Encore plus hâtive et tout à fait inconcevable me paraît l'opinion de M. Gegenbaur : « Darin erscheint eine gewisse Hartnäckigkeit, so mag es genannt sein, in der Erhaltung von Organen auch an einem Orte, für den sie wohl kaum die ursprüngliche Bedeutung besitzen. »

Quant à la mention de MM. Retterer et Lelièvre — que c'est juste vers les lieux où une partie du tube intestinal vient aboutir à une autre partie, que s'accumule le tissu lymphocyto-poiétique, — ce n'est à vrai dire qu'une constatation, mais cette constatation, à mon avis, vaut plus que n'importe quelle conception théorique, si ingénieuse qu'elle soit. Aurait-elle sa raison d'être dans l'évolution de ces accumulations limitrophes ?

Le premier (et l'unique) auteur qui a cru pouvoir assigner à l'appendice vermiculaire un rôle moteur ou, pour mieux dire, régulateur des contractions des trois « tæniæ » — était M. Titow, mais son travail resta inaperçu non seulement dans la patrie de l'auteur, mais même ailleurs. M. Titow n'avait en vue que le fait anatomique, la réunion des bandes longitudinales musculaires du côlon vers l'embouchure de l'appendice ; à l'heure actuelle nous possédons des faits qui nous font croire que la structure lymphoïde se marie à merveille avec la fonction régulatrice de la péristaltique. Voyons de plus près les mouvements du côlon.

Les auteurs (Roith, Boese et Heyrovsky, Cannon, Schwartz, Cohn et tant d'autres) sont unanimes sur le fait que les mouvements du gros intestin diffèrent sensiblement de ceux de l'intestin grêle. Cannon et Roith distinguent la fonction motrice de la partie proximale du gros intestin, de celle de la partie distale; ils attribuent en particulier les mouvements *sui generis* (« Rollbewegungen », « Pendelbewegungen », antipéristaltique) à la partie proximale (cæcum, côlon ascendant, côlon transverse, Roith). Les autres, qui, comme Cohn, prétendent que l'antipéristaltique ne pourrait avoir lieu que dans les conditions pathologiques, conçoivent quand même que c'est la coudure splénique qui joue le rôle de limite entre les deux parties du côlon douées de fonctions motrices distinctes. La différence, en ce qui concerne la consistance du contenu de l'une et de l'autre partie du côlon, vient à l'appui de cette conception¹.

Mais serait-ce donc une simple coïncidence que c'est juste la rate qui, par l'intermédiaire du ligament recto-liéнал², a suscité la formation d'une condure de valeur physiologique si grande? Les expériences de MM. Zuelzer et Marxer me font croire qu'il s'agit là d'un plan bien réglé. Ces auteurs se sont adressés d'abord à la muqueuse de l'estomac et du duodénum du lapin et d'autres mammifères, ils en ont retiré un extrait doué d'un pouvoir spécifique; administré par la voie intraveineuse, cet extrait suscitait une péristaltique intense. Dans un autre travail, M. Zuelzer nous apprend que l'extrait de la rate manifeste le même pouvoir; la rate serait même, pour lui, par excellence le lieu de production ou bien d'accumulation du « hormone » spécifique. Cet extrait, dont on se hâta de faire un objet de trafic sous le nom de « Zuelzer's Peristaltikhormon », serait d'un pouvoir tout exceptionnel; les constipations les plus opiniâtres, les paralysies aiguës de l'intestin ne pourraient pas y résister (voir Zuelzer lui-même, Saar, Henle, Kausch et bien d'autres). Je ne voudrais nullement insister ni sur les résultats éblouissants,

1. Je crois en outre que ce n'est pas à la « condensation des selles » proprement dite que se réduirait le résultat utile de tous ces mouvements. Or, nous savons que certaines kinases, aussi bien que certains ingrédients de la bile, après avoir exercé leur influence sur le chyme (le long de l'intestin moyen), se résorbent pour passer ensuite de nouveau dans les sucs digestifs. Ces substances seraient trop précieuses pour l'organisme pour qu'il puisse les dispenser, pour qu'il puisse en abuser.

2. Voir plus haut les conceptions de M. Klaatsch.

ni sur les échecs (il y en a eu quand même), ni sur la dénomination de « hormon », laquelle paraît être sujette à discussion. Je tiens à retenir seulement un fait qui s'est perdu parmi les éloges de MM. les praticiens : c'est que les substances produites par l'épithélium de l'estomac et du duodénum du lapin, d'une part, et par la pulpe de la rate, de l'autre, peuvent exercer la même influence sur les fonctions de l'intestin. S'il en est ainsi pour les lobes antérieur et moyen de la rate¹, il y a lieu, à ce qu'il me paraît, de chercher le long du trajet intestinal un endroit qui pourrait répondre au lobe postérieur de la rate. Vu les investigations de M. Swaen (voir plus haut), vu que la partie proximale du côlon est douée de mouvements *sui generis*, vu que c'est à l'appendice que viennent aboutir les trois « tæniæ » du côlon, vu que la grenouille ne possédant que le lobe postérieur de la rate est privée d'organe lymphoïde colique intrinsèque, toutes ces raisons nous dirons : c'est juste l'appendice qui procure le correctif nécessaire pour les mouvements spéciaux de la partie proximale du côlon, que c'est lui, de même que les follicules clos et les plaques de Peyer, qui représente chez les mammifères plus haut évolués le lobe postérieur de la rate disparu comme tel.

Les faits? Je n'en ai pu recueillir que fort peu à l'Institut d'anatomie topographique. Les circonstances ont mis fin à mes expériences; peut-être un jour pourrai-je les renouveler, mais les données acquises me semblent quand même dignes d'une mention rapide.

L'appendice du lapin, sitôt réséqué, était curetté de l'intérieur. La masse ramollie soigneusement avec du verre en poudre a été extraite à l'aide de la solution physiologique; après un séjour de 24 heures dans un endroit froid, l'extrait a été filtré à l'aide de l'appareil « vacuum » et additionné de thymol. J'ai injecté 2 cmc. de l'extrait dans l'épaisseur des muscles de la hanche d'un lapin; 40 heures après, l'animal commence à éliminer des selles liquides; cette diarrhée persiste 36 heures et, au bout de ce laps, fait place de nouveau aux selles normales.

1. Voir plus haut les conceptions de M. Klaatsch.

Un autre lapin, qui éliminait, après la résection de l'appendice, des selles ramollies, reçut de même 2 cmc. de mon extrait. Il ne s'écoula que 6 heures au plus, qu'une diarrhée intense éclata. Cette diarrhée persista 60 heures, jusqu'à la mort de l'animal. Autopsie : point de péritonite; contenu du cæcum normal (selles ramollies); côlon vide, contracté: intestin grêle rempli de selles liquides; rate pâle, labile, anémique, rapetissée.

Dans une autre expérience où j'ai injecté, après l'appendicectomie, 2 cmc. de « Zuelzer's Peristaltikhormon », le lapin n'élimina point de selles. Après 36 heures de constipation opiniâtre, il succomba. Autopsie : point de péritonite; intestin grêle rempli de selles liquides, côlon vide et contracté de même, mais le cæcum contenait cette fois-ci des masses très dures de dimensions considérables.

Je noterai encore deux expériences où j'ai réséqué l'appendice vermiculaire et la rate à la fois. L'opération était suivie chaque fois d'une constipation absolue. Dans l'une de ces expériences, j'ai procédé 72 heures après l'opération à une injection intramusculaire de 4 cmc. de mon extrait. 10-12 heures plus tard eurent lieu des selles normales (masses arrondies). L'animal se portait fort bien (poids, selles) pendant une longue période; il ne succomba qu'au bout de 5 mois à une diarrhée, que je crois pouvoir rapporter à une endémie qui éclata dans la ménagerie. Un autre lapin succomba (sans injection) 48 heures après l'appendicé-splénectomie. La constipation était absolue. Autopsie : intestin grêle et cæcum remplis de selles liquides, côlon vide et contracté.

Enfin, la splénectomie à elle seule n'a été suivie dans nos expériences de nul inconvénient, en ce qui concerne les selles en particulier.

Si restreint que soit le nombre de mes expériences, une déduction se trouve justifiée quand même, à ce qu'il me paraît : la raison d'être du tissu lymphocyto-poiétique est un problème si ample et si peu élucidé qu'il est trop téméraire pour le moment de se hasarder aux expérimentations sur les patients; quant aux expérimentations sur les animaux, ce n'est pas en premier lieu le pouvoir purgatif des extraits en question qu'il nous faut approfondir, c'est plutôt l'équilibre de tous les tissus lymphocyto-poiétiques (dans le

sens de M. Retterer) et les conditions dont l'équilibre de leurs fonctions est influencé, qu'il est indispensable d'élucider. Tout aussi téméraire me paraît l'élan avec lequel beaucoup de chirurgiens se livrent à l'appendicectomie pour la seule raison que l'appendice sain se prête à la résection au cours d'une ovariectomie, par exemple. Si l'appendicite se manifeste bien souvent par une constipation opiniâtre, si cette constipation disparaît si tôt après l'appendicectomie, ne serait-ce pas là une raison pour admettre que l'état pathologique a mis hors de jeu non seulement l'appendice lui-même, mais aussi, grâce à la résorption des produits toxiques, les tissus qui pourraient compenser l'organe atteint (épithélium intestinal, follicules clos, plaques de Peyer, ganglions lymphatiques) et qui le compensent sans dommage¹ lorsque le lieu de production des matières toxiques est éloigné par l'appendicectomie. Organe dont la perte nécessite une compensation : telle est la réserve qui doit être faite, à mon avis, à l'égard de l'appendicectomie.

Quoi qu'il en soit, le pouvoir de régler la péristaltique ou la sécrétion des glandes intestinales ou bien l'une et l'autre ne serait, assurément, qu'une des manifestations diverses de la vitalité exubérante, dont seraient douées les cellules-mères des éléments lymphoïdes et, peut-être les éléments lymphoïdes eux-mêmes. Ce sont ces derniers qu'il nous faut prendre en considération maintenant.

Dans deux récents travaux, MM. Retterer et Lelièvre formulent les résultats globaux des éminentes recherches de l'un d'eux. Mais si explicites, si fondamentaux que me semblent les faits crus, dont M. Retterer nous a fait témoins dans une longue série de ses illustres travaux, la formule définitive qu'il nous fait connaître avec le concours de M. Lelièvre nous laisse tout à fait interdits. Pour ma part, les résultats précieux des investigations de M. Retterer, c'est qu'il a démontré que le champ cytologique où l'on s'attendait déjà à faire une riche récolte n'est pas encore labouré, qu'une révision sérieuse, un *recommencement* est indispensable, que l'abécédaire nous manque. Et voilà que les deux premiers numéros du *Journal de l'anatomie et de la physiologie* pour cette année-ci nous

1. L'appendice de l'homme étant de 60-75 fois relativement plus petit que celui du lapin.

apprennent qu'il est bien temps de mettre les points sur les i, que ce « lyse » ou « schyse », qui donnerait naissance aux éléments libres, n'est destiné qu'à débarrasser les tissus des éléments « tronqués » et « vieilliss ». M. Retterer voulait bien que les hématies dérivent des lymphocytes. Maintenant, avec le concours de M. Lelièvre, il ne fait que mentionner à plusieurs reprises le fait et il ne s'attarde pas sur le rôle important qu'on ne saurait attribuer à un élément vieilli.

Les questions histogénétiques elles-mêmes semblent être fanées et froissées lorsque l'élément comme tel n'est plus bon à rien : « On se borne à assigner aux lymphocytes une origine lymphoïde et aux leucocytes granulés une provenance médullaire. Cette supposition est probable, mais il faudrait la vérifier » (Retterer et Lelièvre, p. 218). Mais au fond à quoi bon se donner cette peine, lorsque, d'une part : « les leucocytes offrent autant de variétés qu'il existe de systèmes distincts de tissus » (p. 224) et, d'autre part, « le sort de ces leucocytes qui se sont formés dans le revêtement épithélial du pharynx ou du canal alimentaire est donc de passer dans les sucs digestifs et de constituer en particulier les corpuscules de la salive. De ces derniers, les uns y arrivent à l'état des lymphocytes, le corps cellulaire ayant disparu par fonte; d'autres offrent un noyau multilobé ou fragmenté et un corps cellulaire chargé de granulations la plupart neutrophiles » (p. 211). C'est tout.

Eh bien, et la phagocytose? Il n'y en a pas : ni dans le sens de Metchnikow, ni dans celui d'Ehrlich, ni, paraît-il, dans celui de Wright non plus. De toute la léxicologie? MM. Retterer et Lelièvre retiennent encore les alexines; ils citent la conception de M. Nægeli que voici : « Denys, Buchner, Martin, Hahn, Goldscheider et Jacob, Löwy et Richter, etc., ont montré que les pseudopodes n'ont aucune influence mécanique au point de vue de l'englobement des microbes. Ce seraient les produits chimiques (*alexines*) élaborés par les leucocytes qui agiraient sur les microbes et ralentiraient leur vitalité ». « Tel ou tel » groupe cellulaire élabore, d'après MM. Retterer et Lelièvre, des antitoxines de toute sorte et c'est par l'intermédiaire des éléments tronqués, en voie de fonte définitive, que le groupe cellulaire transmet cette antitoxine au plasma. « Le leuco-

cyte n'est qu'un terme intermédiaire entre les cellules réunies en tissus et le plasma ou sérum sanguin » (p. 227).

Je ne me propose nullement d'envisager les leucocytes comme des « êtres unicellulaires étrangers à l'organisme » ou comme des « mercenaires étrangers à la solde d'une cité » (p. 224); mais je m'oppose résolument à y voir des débris, qui pour être débris, devraient être privés de physionomie si étroitement caractérisée qu'est le cas. Je conçois qu'il arrive qu'on envoie contre l'ennemi tout ce qu'il y a de tronqué et de vieilli, mais ce n'est point le cas lorsqu'il s'agit d'une levée en masse, et c'est là justement que pourrait bien se ranger le cas de la phagocytose. Si les leucocytes sont des cellules passives, traînant le long du flot sanguin les mêmes substances, condensées seulement, qui se trouvent liquéfiées dans le plasma, alors le rôle actif dans le processus d'englobement doit être rapporté nécessairement aux victimes, aux microorganismes. Donc, poursuivis par les alexines, les microorganismes viennent se réfugier dans le cytoplasma des globules blancs polynucléaires de préférence ou bien dans celui des cellules fixes; les uns (chlamydozoaires, gonocoques, microcoques de la méningite) s'y reposent, il est vrai, peuvent s'y livrer à loisir à leur petit manège, mais les autres (l'immense majorité)..., ils auraient préféré mille fois de rester dehors, s'ils pouvaient prévoir ce qui les attend. Disons court, nous ne savons que trop peu de choses sur le mécanisme d'englobement des particules et des molécules étrangères à l'organisme; nous ne possédons que des théories vagues sur l'état des gonocoques phagocytés tant bien que mal; nous ignorons pourquoi les chlamydozoaires préfèrent les cellules fixes à toute sorte de leucocytes. Mais il est plus probable que le globule blanc et le plasma se comportent comme des représentants de deux espèces cellulaires. Le fait même qu'un antigène bien déterminé provoque une réaction leucocytaire bien déterminée, elle aussi, ne nous laisse pas de doute que l'apparition du leucocyte est le but et la plasmolyse n'est qu'un moyen pour la produire.

Y aurait-il lieu à une réaction spécifique de la part du lymphocyte? MM. Retterer et Lelièvre disent résolument (p. 54): « Il n'est pas un pathologiste qui soutienne le pouvoir phagocytaire des lympho-

cytes ». Pour ma part, je n'en connais pas non plus; mais si nous ne nous obstinons pas à envisager l'antigène comme quelque chose de corpusculaire, les choses se présenteront sous un aspect tout différent. Dans une série de recherches cytologiques faites avant la chloroformisation, au cours de la narcose et à divers degrés après, je pus constater que l'inhalation d'une certaine dose du chloroforme s'accompagne chaque fois d'un accroissement temporaire du pourcentage des lymphocytes. Cet accroissement était si prononcé que dans mon article, publié dans le *Karkowsky med. journal* (1906), je ne pus ne pas exprimer une parfaite solidarité avec M. Federow¹, qui, à l'appui d'investigations toutes analogues, considère le lymphocyte non comme un stade jeune du globule blanc, mais comme un « phagocyte pour des poisons minéraux et organiques solubles ». Mais, parmi les auteurs russes, c'est surtout M. W. F. Poljakow² qui, avec le plus de chaleur et d'autorité, attribue au lymphocyte un pouvoir de défense de l'organisme contre des poisons bien déterminés : pilocarpine (Funk), muscarine, adrénaline, chlorure de barium (Harvey). C'est lui qui a constaté, dans les tissus, des lymphocytes en train de se déplacer. Vu les doutes de MM. Retterer et Lelièvre, qu'une mince bordure protoplasmique ne pourrait pas être en état de déplacer le reste massif du lymphocyte³, je tiens à reproduire ici le schéma de M. W. F. Poljakow (fig. 6). « La lymphocytose et l'émigration des lymphocytes, conclut M. W. F. Poljakow, existent tout comme la leucocytose et l'émigration des leucocytes, mais elles sont provoquées par des agents autres que ces dernières⁴. »

Dans le chapitre qui va suivre je me propose d'attirer l'attention sur un autre agent d'ordre physiologique, pourrais-je dire,

1. *Rousskij wratch*, 1905, n° 3.

2. *Médecinskoje obozrénijé*, 1904, n° 41, et *Annuaire de l'Hôpital Catherine Imp.*, Fasc. I, Moscou, 1907.

3. C'est la même raison que nous trouvons chez M. Israël (*Berl. klin. Woch.*, 1903, n° 48), et cependant il y a trois ans M. Retterer a émis dans ce même *Journal* une conception bien différente : « Je ne conçois guère comment des éléments qui sont dépourvus d'amiboïsme, puissent aller voyager et infiltrer les tissus. »

4. D'après les recherches de M. W. F. Poljakow la lymphocytose et l'émigration des lymphocytes produites préalablement par une injection de pilocarpine peuvent être arrêtées complètement par une dose de quinine équivalente à 1/3000 du poids de l'animal (lapin).

capable de susciter la production énergique des lymphocytes. Mais, pour en finir pour le moment, je voudrais m'arrêter encore sur les mouvements des lymphocytes, dits amiboïdes. Tant que MM. Retterer et Lelièvre tiennent au sens le plus étroit du mot, tant qu'ils veulent qu'on leur démontre une parfaite identité entre les mouvements des amibes et ceux des leuco-(lympho-)cytes (pp. 43 et suiv.), je ne m'en tiens pas au mot « amiboïde ». Mais si on me dit que les leuco-(lympho-)cytes sont des particules tronquées, inertes,

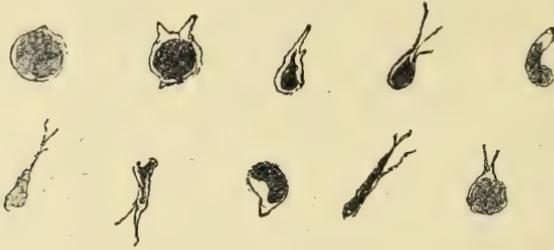


Fig. 6 (Poljakow).

qu'ils se détachent par fonte plasmolytique tout comme des particules des thrombus veineux, qui vont à la merci du flot sanguin boucher les artérioles du poumon, par exemple, alors c'est bien autre chose, alors le mot « amiboïde » me paraît être plus proche de la vérité. Les phases du mouvement amiboïde du lymphocyte, je n'en ai pas été témoin. Mais j'ai bien vu et je crois le reproduire sur les microphotogrammes ci-contre (fig. 2-5), que les éléments en question, lorsqu'il s'agit de leur passage par les mailles d'une couche conjonctive, exercent en premier lieu leur souplesse, que cette souplesse est telle que le lymphocyte peut se glisser à loisir grâce à un accroissement médiocre de la pression du liquide interstitiel, sans qu'on puisse constater un refoulement notable de la couche conjonctive. L'obstacle passé, les lymphocytes reprennent leurs formes régulières pour cheminer plus loin ou bien, si le flux se ralentit, si les émigrés ont conservé assez de « cytoplasma sombre », souche du tissu réticulé, pour former des complexes, ébauches des ganglions lymphatiques. De plus, je crois que la plasmolyse sert non seulement pour détacher des cellules, mais aussi pour créer ce surplus de pression du liquide interstitiel qui

aide au transport des cellules nouvellement isolées. Ce ne sont donc pas des éléments tronqués, ce sont des cellules épithéliales modifiées selon les besoins du voyage, de la colonisation¹ et de la défense de l'organisme; c'est de cette dernière fonction que les cellules épithéliales comme telles ne sont pas en état de s'acquitter amplement, grâce au fait même qu'elles sont réunies en tissu, qu'elles sont fixes, privées d'amiboïsme, même dans le sens des lymphocytes; elles se chargent de cette fonction quand même (aussi bien que l'endothélium des vaisseaux), grâce au pouvoir spécifique qui leur est dû et qu'elles confèrent largement aux éléments en voie d'émigration.

Soit, pourrait-on me répondre, que l'épithélium intestinal de même que les follicules clos puissent atténuer la vitalité des bactéries et la toxicité de leurs produits, mais la fonction lymphocytopoïétique, comme fonction locale, n'y serait pour rien. J'en conviens volontiers; mais rappelons-nous que c'est juste le tube intestinal, son épithélium qui est doué d'une énergie de croissance et d'une indépendance toutes exceptionnelles dès les premiers stades de l'ontogénèse, que c'est là, par conséquent, qu'on pourrait attendre déjà *à priori* la production la plus abondante de nouveaux éléments pour sauver l'équilibre menacé de tout l'organisme et non seulement pour combler tel ou tel besoin purement local.

IV. Données de la pathologie. — Je passe donc du vaste domaine de la physiologie au domaine plus vaste encore, paraît-il, de la pathologie. C'est dans ce domaine que nous trouvons de nouveaux points d'appui pour la formule adoptée : tissu lymphocytopoïétique, sauveur de l'équilibre menacé de l'organisme. C'est à cette formule que je me rattacherai.

Eh bien, nous savons qu'il y a une maladie physiologique, qu'il y a un âge variant chez les divers sujets où l'équilibre de l'organisme est menacé d'une façon des plus fâcheuses. Cet âge-là se traduirait, d'après beaucoup d'auteurs, par l'involution du tissu conjonctif et par la formation fréquente des néoplasies de type

1. Je m'en rapporte aux investigations de MM. Klaatsch et Maurer.

épithélial, d'allure maligne en particulier. Ce fait semblait être si éloquent que bien des auteurs et, M. Thiersch en particulier, l'ont invoqué comme agent réel dans l'évolution du cancer. C'est M. Wolff qui nous donne dans son volumineux travail sur la « Krebskrankheit » un recueil des plus judicieux des opinions qui ont trait à ce fait. Il ne me reste que de citer la conception de M. Wolff lui-même (p. 24) : « Wir sehen, also, dass der Senilismus sowohl vom histologischen als auch vom biologischen Standpunkt ein wichtiges und auch wissenschaftlich wohl begründetes prädisponierendes Moment für die Krebserkrankung bildet wenn auch die Endursache, wodurch bei dem einzelnen Individuum, bei dem wohl die Grundlage zur malignen Wucherung vorhanden ist, diese plötzlich ausgelöst wird, bisher nicht bekannt ist. »

Il paraît quand même que l'interprétation de l'antagonisme du tissu conjonctif et de l'épithélium ne soit guère chose facile. M. Ribbert, par exemple, qui nous présente un tableau des plus explicites en ce qui concerne l'évolution néoplasique de l'épithélium lui-même, ne nous donne au fond que des preuves de sa conviction lorsqu'il prétend que les lésions inflammatoires de la couche conjonctive doivent être considérées nécessairement comme cause primaire du cancer. Il serait quand même trop injuste de chercher à isoler M. Ribbert, comme le fait M. v. Hansemann¹, de nier complètement la valeur de ses recherches histologiques en faveur d'une cellule cancéreuse *sui generis* qu'on ne parviendra jamais à déterminer à juste titre. Non, résolument, M. Ribbert n'est pas seul. Je n'ai qu'à citer la théorie nouvellement émise par MM. Spillmann et Bruntz, l'année même (1911) à laquelle se rapporte l'exposé monographique des conceptions de M. Ribbert. Indépendamment des idées de M. Ribbert, MM. Spillmann et Bruntz utilisent les mêmes repères pour expliquer l'évolution du complexe cancéreux : « pour répondre à cette question nous avons pensé qu'il était nécessaire d'étudier des stades très jeunes de tumeurs » (p. 232). Si nous nous adressons au chapitre iv (*Die Histogenese des Karzinoms*) du travail de M. Ribbert, nous verrons

1. Voir note bibliographique de M. v. Hansemann dans la *Berl. klin. Woch.*, 1912, n° 8.

qu'il a juste le même point de départ : « Es ist selbstverständlich, dass man die Entstehung irgend eines wachstumfähigen Gebildes nur in seinen ersten Entwicklungsstadien feststellen kann » (p. 125). Les trois auteurs s'attachent ensuite aux néoplasies de la peau pour ne laisser que des déductions d'ordre secondaire aux néoplasies d'autres régions : « Pour asseoir notre opinion, nous n'avons guère étudié que des tumeurs épithéliales tégumentaires; mais, comme nous l'expliquerons plus loin, la genèse des divers néoplasmes est susceptible de recevoir la même explication que celle des tumeurs de la peau » (Spillmann et Bruntz, p. 231). « Viel besser sind wir mit den Oberflächencrebsen und vor allem mit denen der Haut » (Ribbert, p. 127). Tous les trois, enfin, ont bien remarqué, et ils le reproduisent soigneusement dans leurs illustrations demi-schématiques¹, que le derme manifeste au cours de l'évolution de ces néoplasies cutanées une « infiltration leucocytaire » (Spillmann et Bruntz, p. 232 et fig. 12), une « rundzellige Infiltration » (Ribbert, p. 129-164). Ce n'est que lorsque les auteurs commencent à réfléchir sur la raison d'être de l'infiltration en question que leurs opinions se trouvent bien partagées.

Pour MM. Spillmann et Bruntz, les globules blancs seraient des agents actifs par le fait même qu'ils sont destinés à éliminer au dehors les substances nocives dont ils s'emparent en circulant le long des vaisseaux; une tumeur maligne résulterait « de l'action irritative causée par l'apport ou le passage longtemps répété des globules » (p. 235). « Le cancer a donc bien pour origine une viciation du processus physiologique de régénération » (p. 236). Je conçois bien que MM. Spillmann et Bruntz, qui ont pour point de départ (p. 186) le « fait, primitivement aperçu par Stöhr (1884), Cantacuzène (1894) et Renaut (1897) » et « décrit dans divers traités classiques », sont conduits fatalement aux conceptions qu'ils émettent. Mais, à mon avis, là tout comme ailleurs (voir plus haut), ce point de départ ne saurait que nous dérouter. Quoi qu'en disent MM. Spillmann et Bruntz, la tumeur inflammatoire (granulome) et

1. Il est bien regrettable que les auteurs préfèrent se passer de la microphotographie, les figures semi-schématiques, surtout lorsqu'il s'agit des tableaux histologiques, n'étant bonnes, à mon avis, que pour des compendiums.

la tumeur maligne (cancer) sont séparées par un précipice que nul processus de régénération, tout vicieux qu'il soit, ne saurait combler. En outre, la manière dont MM. Spillmann et Bruntz se prennent pour le combler ne saurait nous suggérer que juste le contraire : « Lorsqu'une tumeur de la peau est à sa période de début, si elle est due à l'action de leucocytes, on comprend que si l'on vient à créer, dans un autre endroit de l'organisme, une zone de moindre résistance, l'évolution ou la transformation des cellules épithéliales en cellules cancéreuses puisse être ralentie et même arrêtée, puisque le cours des leucocytes se trouvera dévié vers une nouvelle voie d'appel. C'est ainsi que nous expliquons le cas signalé par Collet (1905), dans son ouvrage classique de pathologie, d'un érysipèle amenant la régression d'un cancer. Roger a cité également des faits semblables de rétrocession de néoplasmes à la suite d'un érysipèle ou d'autres infections intercurrentes » (p. 239). S'il en était ainsi ! Mais... l'action curative de l'érysipèle (accidentelle ou prévue) se manifeste lorsque l'inoculation streptococcique se produit au lieu même de la néoplasie. Je m'en rapporte aux nombreux travaux, dont on trouvera la liste dans le travail de M. Wolff (pp. 478-479), ainsi que dans le chapitre « Streptokokken » (pp. 348-350) de M. v. Lingelsheim, dans le *Traité* de MM. Kolle et Wassermann.

Quant à M. Ribbert, il est beaucoup plus réservé (dans sa conclusion définitive au moins). Pour lui, le rôle de la « rundzellige Infiltration », en ce qui concerne l'évolution du cancer, serait plutôt passif : « Das Karzinom entsteht auf Grund einer durch Epithelprodukte bewirkten, die Differenzierung des Epithels vermindern und sein tiefenwachstum auslösenden subepithelialen Entzündung » (p. 504). C'est donc, paraît-il, dans le tissu sous-épithélial qu'il y a quelque chose de caché ; oui, justement, quelque chose de caché, car d'une part M. Ribbert veut bien que le tissu épithélial dans son évolution atypique vient reproduire chaque fois, tant bien que mal, la même structure glandulaire, qui lui est propre lors de l'évolution normale (voir *Die Einteilung der Karzinome*, pp. 4-8) et de l'autre : « Es unterliegt keinem Zweifel, dass dieses Wachstum den Bahnen der bekanntlich ein

vielmaschiges Netzwerk bildenden Lymphgefässe folgt. In den Randschnitten der Karzinome ist der netzförmige Zusammenhang meist noch wenig ausgeprägt. Hier bevorzugen die Epithelien zunächst die grösseren, direkt in die Umgebung hineinführenden Lymphbahnen, während die seitlichen Anastomosen erst nachher benutzt werden » (p. 3).

Je voulais me borner aux données de la littérature toutes récentes, mais il y a une théorie datant déjà de dix ans, qui se prête mieux à l'interprétation des faits dont M. Ribbert nous a fait témoins. C'est celle de M. Meyer. M. Meyer prétend que le tissu adénoïde doué d'un pouvoir de prolifération plus intense que n'importe quel autre, sert de tissu-mère aux néoplasies malignes. Il croit que les cancers aussi bien que les sarcomes ne sont point provoqués par un être étranger à l'organisme, mais qu'ils doivent être considérés comme un résultat tardif des infections diverses. La genèse des cancers serait, pour lui, propice à celle des sarcomes, mais tandis que les premiers dériveraient des lymphomes périphériques, les dernières auraient pour point de départ des lymphomes situés le long de la voie lymphatique; le cancer débiterait grâce aux rapports intimes existant entre les lymphomes périphériques et l'épithélium des téguments cutanés et de l'intestin. Enfin, d'après M. Meyer, l'évolution d'une tumeur maligne serait précédée de l'hyperplasie du tissu adénoïde, dont l'équilibre serait trahi par tel ou tel désordre de la circulation ou de l'innervation.

Si nous mettons de côté pour le moment les sarcomes et si nous ne retenons que ce qui a trait au cancer, nous verrons bien que les recherches de M. Ribbert et surtout celles de M. Meyer concordent pleinement avec les résultats de la biologie cellulaire où nous sommes parvenus grâce aux travaux de M. Retterer. Et, de fait, ne serait-ce pas « l'âge cancéreux » où le tissu lymphocytopoïétique est influencé d'une façon des plus fâcheuses; ne serait-ce pas là où, d'une part, ce tissu tant qu'il s'agit de l'appendice (Zuckerkindl, Ribbert, Sudsuki, Tomita Chutaro), des amygdales (Retterer et Lelièvre), des ganglions lymphatiques (Zakarow), subit une transformation involutive et où, d'autre part, viennent éclore des accumulations du tissu lymphoïde dans les endroits où l'on

s'attendait le moins à les rencontrer (struma lymphomatosum de M. Hashimoto). J'estime que ce n'est que l'enfant qui a besoin du thymus et que, la quarantaine passée, l'équilibre de l'homme n'est plus menacé par aucun poison organique ou minéral soluble (voir plus haut), par aucune intoxication (que ce soit dans le sens de M. Metchnikow, de la part des toxines du gros intestin ¹).

L'épithélium est de plus en plus invoqué dans la genèse de nouvelles accumulations du tissu lymphoïde, mais que pourrait-il faire si le système lymphatique renonçait même à son inventaire présent? Il fait de son mieux; il produit des éléments lymphoïdes (infiltration du tissu sous-épithélial de MM. Spillmann et Bruntz et de M. Ribbert, peut-être), mais il paraît que pour s'acquitter de cette fonction dans la mesure suffisante, ou le tissu épithélial lui-même doit être jeune ², ou bien il doit être représenté par un stade intermédiaire (tissu lymphocyto-poiétique dans le sens de M. Retterer). Tel qu'il est (d'un âge avancé), l'épithélium ne peut produire (outre des éléments lymphoïdes, isolés peut-être) que des cellules de caractère identique et des néoplasies plus ou moins conformes au type normal. De là les adénomes, les adéno-cancers, les cancers ³.

Index bibliographique.

- ARGAUD et BOUNOURE. — Contribution à l'étude anatomique et histologique du tube digestif d'ario rufus, *Journ. de l'anat. et de la phys.*, 1910, n° 2.
- V. BAER. — *Ueber Entwicklungsgeschichte der Tiere, Beobachtung und Reflexion*, Königsberg, 1837.
- BERRY. — The structure of the vermiform appendix and its homologue in the lower animals. *Meeting of the medical Society of London*, 11 march., 1901, *The Lancet*, 1901, p. 785.
- BERRY and LACK. — The vermiform appendix of man and the structural changes

1. Série d'inconvénients pour les gens âgés — raison de plus pour plaider l'appendice sain devant MM. les chirurgiens : l'appendice se trouvant en voie d'involution, la péristaltique s'atténue (voir plus haut), de là les constipations chroniques si fréquentes chez les vieillards, s'accompagnant à leur tour par une production accentuée des toxines bactériennes.

2. Il n'a pas besoin d'être « embryonnaire ». — V. MM. Berry et Lack plus haut.

3. Il y a lieu de mentionner encore que c'est juste là où l'épithélium révèle une tendance des plus manifestes à la production du tissu lymphocytopoiétique (le long du tube intestinal et de l'appendice vermiculaire en particulier) que les formes relativement bénignes du cancer sont de beaucoup plus fréquentes que des formes dûment accusées (fait préconisé par M. Ribbert et par d'autres auteurs). Ne serait-ce pas là de même que pourraient se ranger peut-être l'immunité relative de la rate et même la production des anticorps par cet organe pour les affections cancéreuses, étudiées récemment par M. Braunstein?

- therein coincident with age, *Journ. of anat. and phys.*, vol. XL, third series, vol. I, 1906, apr.
- BOESE und HEYNOVSKY. — Experimentelle Untersuchungen über normale und path. Darmbewegungen, *Arch. f. klin. Chir.*, Bd. XC, H. 3.
- BRAUNSTEIN. — Ueber die Bedeutung der Milz in der Geschwulst-Immunität und Therapie, *Berl. klin. Woch.*, 1911, n° 45.
- CANNON. — *Journ. of med. research*, 1903, janv.
- COHN. — Radiologische Untersuchung des Dickdarmes, *Berl. klin. Wochenschr.*, 1912, n° 16.
- DELEZENNE. — *Comptes rendus de la Soc. de biologie*, 1902.
- DIAKONOW. — Sur l'appréciation des données de l'examen du sang du malade avant, au cours et après l'opération, *Karkowsky medicinsky journal*, 1906.
- ELLENBERGER. — Beiträge zur Frage des Vorkommens, der anatomischen Verhältnisse und der physiologischen Bedeutung des cæcums des Proc. verm. und des cytoblastischen Gewebe in der Darmschleimhaut, *Arch. f. mikr. Anat.*, 1906, s. 139.
- FEDOROW. — Changements morphologiques du sang de l'homme au cours de la chloroformisation, *Russky wratch*, 1905, n° 3.
- GEGENBAUR. — *Vergleichende Anatomie der Wirbelthiere mit Berücksichtigung der Wirbellosen*, Leipzig, 1901.
- GÉRAUDEL. — Le parenchyme hépatique et les voies biliaires, *Journ. de l'anat. et de la phys.*, 1907, n° 4.
- HABERER. — Lien sucentur. und lien accessor., *Arch. f. Anat. und Entwicklungsgeschichte*, 1901, H. 1.
- HASHIMOTO. — Zur Kenntnis der lymphomatösen Veränderung der Schilddrüse (struma lymphomatosa), *Arch. f. klin. Chir.*, XCVII, Bd., I, H.
- HENLE. — Die Verwendung des Peristaltikhormons in der Chirurgie, *Zentralbl. f. Chir.*, 1910, n° 42.
- HOWES. — On the intestinal canal of the ichthyopsida with especial reference to its arterial supply and the appendix digitiformis, *The journal of Linnean Society. Zoology*, vol. XXIII, n° 146, 1890.
- KAUSCH. — Ueber Hormonalwirkung, *Berl. klin. Woch.*, 1912, n° 19.
- KEITH. — Anatomical evidence as to the nature of the cæcum and appendix, *Proceedings of the anatomical Society of Great Britain and Ireland*, 1903, nov.
- KLAATSCH. — Zur Morphologie der Mesenterialbildungen am Darmkanal der Wirbeltiere, *Morph. Jahrbuch*, 1892, Bd. XVIII.
- Ueber die Beteiligung der Drüsenbildungen an Aufbau der Peyer'schen Plaques, *Morph. Jahrb.*, 1892, Bd. XIX.
- KORONJITZKY. — *Genèse de la rate, du foie, de la vésicule biliaire et du pancréas chez les divers vertébrés*, thèse Moscou, 1898.
- LAGUESSE. — Recherches sur le développement de la rate chez les poissons, *Journ. de l'anat. et de la phys.*, 1890.
- v. LINGELSHEIM. — Streptokokken in *Handbuch der pathogenen Mikroorganismen*, herausg. von Kolle u. Wassermann, Iéna, 1903, Bd. III.
- LOOTEN. — Vaisseaux spléniques et lobule splénique chez l'homme, *Journ. de l'anat. et de la phys.*, 1910, n° 1.
- MAURER. — Die erste Anlage der Milz und das erste Auftreten von lymphatischen Zellen bei Amphibien, *Morph. Jahrb.*, XVI. Bd., 1. H., 1890.
- MAYO. — Surgery of the large intestine, *Annals of surgery*, 1909, july, p. 200.
- MECKEL. — Ueber den Darmkanal der Reptilien, *Deutsches Archiv für die Physiologie*, III Bd., II H., 1817.
- METCHNIKOW. — *Études sur la nature humaine*, 2^e éd., Paris, 1902.
- MEYER. — Ueber die Beziehungen des adenoiden Gewebes zu bösartigen Geschwülsten, *Samml. klin. Vorträge*, 1903, n° 359.
- NUHN. — *Lehrbuch der vergleichenden Anatomie*, Heidelberg, 1878.
- OUSSOW (ÜSSOW). — Vergleichend-embryologische Studien des axialen Skelettes Entochorda, *Anat. Anz.*, 1906, XXIX. Bd., n° 16-22.
- OWEN. — *On the anatomy of vertebrates*, London, 1866.

- POLJAKOW. — Mobilité active des lymphocytes et son importance pour la cytodiagnose, *Méd. obozrénijé*, 1904, n° 41.
- Sur l'émigration des lymphocytes et sur ses corrélations aux questions discutées de la cytologie, *Annuaire de l'Hôpital Catherine Imp.*, fasc. I, Moscou, 1907.
- REICHERT. — *Das Entwicklungsleben im Wirbeltier-Reich.*, Berlin, 1840.
- REMAK. — *Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbeltiere, I. Ueber die Entwicklung des Hühnchens im Eie*, Berlin, 1851.
- REITTERER. — Épithélium et tissu réticulé (sabot, amygdales), *Journ. de l'anat. et de la phys.*, 1897, n° 5, p. 461.
- Amygdales et follicules clos du tube digestif, *Journ. de l'anat. et de la phys.*, 1909, n° 3.
- Origine du plasma de la lymphe et hématies lymphatiques, *Journ. de l'anat. et de la phys.*, 1910, n° 2.
- REITTERER et LELIÈVRE. — Structure et évolution des follicules clos (appendice), *Journ. de l'anat. et de la phys.*, 1910, n° 6.
- Structure et histogénèse des végétations adénoïdes, *Arch. de méd. expér. et d'anat. path.*, 1914, t. XXIII, p. 180.
- Origine, valeur cellulaire et fonctions des leucocytes, *Journ. de l'anat. et de la phys.*, 1912, n° 1, 2.
- Origine épithéliale et évolution des follicules clos tégumentaires des oiseaux, *Journ. de l'anat. et de la phys.*, 1912, n° 1.
- RIBBERT. — Beiträge zur normalen u. path. Anatomie des Wurmfortsatzes, *Virchow's Archiv.*, 1893, Bd. CXXXII.
- *Das Karzinom des Menschen. Sein Bau, sein Wachstum, seine Entstehung*, Bonn, 1911.
- ROITH. — Zur Bedeutung der Flexura coli sinistra, *Beitr. z. klin. Chir.*, LIV. Bd., H. 2, s. 374.
- Die physiologische Bedeutung der einzelnen Dickdarmabschnitte, *Mitt. aus der Grenzgeb. der Med. u. Chir.*, Bd. XIX, H. 1.
- SAAR. — Ueber das Peristaltikhormon nach Zuelzer, *Med. Klinik*, 1910, n° 11.
- SCHWARZ. — Neue Beiträge zur Röntgenuntersuchung des Digestionstraktes, *Berl. klin. Woch.*, 1912, n° 16.
- SPILLMANN et BRUNTZ. — Le leucocyte éliminateur en pathologie, *Arch. de méd. expér. et d'anat. path.*, 1911, t. XXIII, p. 180.
- STÖHR. — Ueber die Entwicklung der Darmlymphdrüsen und über die Rückbildung von Darmdrüsen, *Arch. f. mikr. Anat.*, 1898, LI. Bd., S. 1.
- SUDSUKI. — Beiträge zur norm. und path. Anatomie des Wurmfortsatzes, *Mitt. aus der Grenzgeb. d. Med. u. Chir.*, 1901, Bd. VII.
- SWAEN. — Recherches sur le développement du foie, du tube digestif, de l'arrière-cavité du péritoine et du mésentère, *Journ. de l'anat. et de la phys.*, 1896, n° 1, 1897, n° 1, 3, 6.
- TIEDEMANN. — Ueber den Blinddarm der Amphibien, *Deutsches Archiv für die Physiologie*, III. Bd., 3. H., 1817.
- TITOW. — Sur les fonctions de l'appendice vermiforme chez l'homme. Au 25° anniversaire du service scientifique de M. le prof. A. B. Vocht, *Recueil des travaux de ses élèves*, Moscou, 1896, p. 241.
- TOMITA CHUTARO. — Ueber die Obliteration des Wurmfortsatzes, *Mitt. aus der Grenzgeb. d. Med. u. Chir.*, 1907, XVIII. Bd., 3. H., S. 515.
- WOLFF. — *Die Lehre von der Krebskrankheit*, Iéna, 1911.
- ZAKAROW. — *Sur les changements des ganglions lymphatiques chez les vieillards*, th. Saint-Petersbourg, 1891.
- ZARNIK. — Ueber Zellenauswanderungen in der Leber und in Mitteldarm vom Amphioxus, *Anatom. Anzeiger*, XXVII, Bd., n° 18 u. 19, 1905.
- ZUELZER, DOHRN, MARXER. Spezifische Anregung der Darmperistaltik durch intravenöse Injektion des « Peristaltikhormons », *Berl. klin. Woch.*, 1908, n° 46.
- Ueber Heilungen der chronischen Obstipation und der akuten Darmlähmung durch das « Peristaltikhormon », *Medicinische Klinik*, 1910, n° 41.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DU MUSCLE PRÉSTERNAL

Par M. LARGET

Prosecteur à l'École de médecine de Dijon.

Ayant eu, cette année même, l'occasion d'observer un muscle présternal, notre attention fut attirée sur cette question encore un peu nébuleuse. Ce muscle était, lui-même, fort intéressant par sa forme anatomique qui semble différer du « type » commun que l'on peut imaginer d'après les travaux de Halberstina, Bardleben, Ledouble et Testut sur cette question.

Il nous a paru bon de rappeler, tout d'abord, les caractères essentiels de ce petit muscle tel qu'on le rencontre habituellement. Notre observation fera ainsi plus facilement ressortir les anomalies du cas observé. Nous nous hâtons de dire pourtant que nous ne tirerons pas de conclusion absolue sur la question de savoir si le présternal est une dépendance du sterno-cléido-mastoïdien ou du grand pectoral, laissant ce soin à des anatomistes plus autorisés; heureux pourtant si la publication de notre observation a pu y aider quelque peu.

En général, le muscle ferait suite au tendon sternal du sterno-mastoïdien et, descendant verticalement dans la région antérieure du thorax, viendrait se terminer sur les cartilages des cinquième, sixième et septième côtes. Il serait tantôt d'un seul côté de la ligne fictive qui divise le corps en deux moitiés symétriques, tantôt, au contraire, il croiserait la ligne médiane pour aller s'insérer du côté opposé. Il est également signalé une insertion supérieure sur le peucier du cou ou sur la clavicule elle-même, une insertion inférieure sur une aponévrose de la région (grand pectoral ou grand oblique). Enfin l'innervation serait fournie le plus souvent par des

rameaux venus des intercostaux ou, selon Cunningham, par une branche spéciale venue du nerf thoracique antérieur.

Dans le cas qui nous occupe, cette rareté fut découverte tout à fait par hasard, à l'ouverture même de la peau par l'étudiant qui avait reçu cette pièce pour ses travaux journaliers de dissection.

Le sujet était assez bien musclé; le tissu cellulaire sous-cutané,

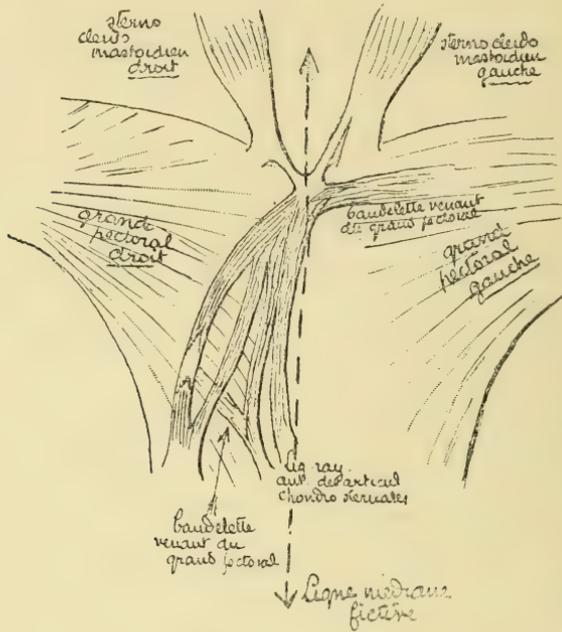


Fig. 1.

peu grassex, ce qui rendait la préparation de la pièce assez facile. Il s'agissait d'un homme d'une cinquantaine d'années environ, qui, à la dissection des autres régions anatomiques, ne révéla pas d'autres anomalies musculaires.

S'il nous est permis de prendre position dans les statistiques publiées au sujet de la fréquence du présternal, il nous semble que cette variété musculaire se présente un peu plus souvent qu'il n'est signalé. Testut dit : une fois sur 20 sujets, Calori : quatre fois sur 160, Poirier, quatre fois sur 100. Notre prédécesseur l'avait rencontré deux fois sur 32 sujets et, pour notre part, nous ne l'avons observé qu'une seule fois sur 14. Donc, en moyenne,

trois fois sur 46 : proportion, par conséquent, assez forte.

Le muscle que nous avons observé naissait en imbriquant ses fibres aponévrotiques avec le tendon nacré qui insère fortement au sternum le sterno-cléido-mastoïdien du côté *gauche*. Un autre petit faisceau venait aussi très nettement du sterno-cléido-mastoïdien *droit*. Puis, un corps musculaire se formait peu à peu de la face



Fig. 2.

inférieure de ce lambeau aponévrotique. Il s'élargissait en fuseau, croisant vite la ligne médiane et, dès lors, entrait en rapports intimes avec le grand pectoral droit sur lequel il courait pendant dix centimètres environ. — Au surplus, le corps musculaire ne tardait pas à se diviser en quatre faisceaux cylindriques, bien différenciés, de longueur inégale. Le plus externe présentait dans son corps une intersection aponévrotique, fait qui est considéré comme très rare par certains anatomistes, et notamment par Ledouble. Ce faisceau, avec le suivant, se jetait sur la face inférieure de fibres aponévrotiques qui, bientôt, se confondaient avec l'apo-

névrose du grand pectoral. C'est là, encore, un des points intéressants de notre présternal, car Poirier signale cette insertion inférieure comme peu fréquente.

Les deux faisceaux les plus internes, beaucoup plus courts, ne mesuraient que cinq à six centimètres et se terminaient par deux bandelettes tendineuses qui prenaient assez bas sur la face antérieure du corps charnu et entraient bientôt en connexion avec les ligaments rayonnés antérieurs des articulations chondro-sternales. Cette insertion n'a pas dû être souvent observée, car malgré nos recherches nous ne l'avons trouvée signalée nulle part.

Par conséquent, si l'on ne considérait que les insertions supérieures et inférieures de ce muscle, on serait tenté, d'après la seule étude de ce cas particulier, de croire que le présternal est bien, comme le voulaient Bourienne et Marjolin, une dépendance thoracique du sterno-cléido-mastoïdien.

Mais, et c'est par là surtout que le cas observé nous a paru intéressant, ce petit muscle contracte d'autres connexions très importantes avec le système grand pectoral. En effet, et cela sera surtout visible sur la photographie ou le croquis schématique dessiné d'après elle, notre présternal reçoit d'abord du grand pectoral *gauche* une forte fibre musculaire qui l'aborde tout à fait à sa partie supérieure et qui est aussi importante que le corps du muscle lui-même. De plus, un des faisceaux musculaires recevait du grand pectoral *droit* une autre fibre musculaire de même volume que lui.

L'innervation était fournie par une branche venue des intercostaux et qui abordait le muscle par sa face profonde.

CONCLUSION. — Donc, et sans vouloir prendre une part plus importante dans la discussion de l'origine de ce petit muscle, il nous paraît évident que, dans le cas qui nous occupe, il y avait une grosse part venant nettement du sterno-cléido-mastoïdien. Mais les bandelettes musculaires qui rattachaient notre présternal aux deux grands pectoraux feraient penser, avec certains auteurs, que ces petits muscles, éminemment variables comme morphologie, sont une dépendance de ces deux systèmes musculaires.

BIBLIOGRAPHIE

A Laboratory Text-book of Embryologie, par CHARLES SEDGWICK MINOT, 2^e édition, 402 pages, avec 262 figures intercalées dans le texte, Philadelphie, P. Blakiston's Son, 1910.

Cette deuxième édition du *Traité pratique d'embryologie* de Ch. S. Minot n'est pas une simple reproduction de la première, que M. Loisel a présentée dans ce *Journal* en 1903. L'auteur s'est inspiré des résultats de l'enseignement pratique, et aussi des observations communiquées par ses élèves et ses amis. Comme l'indique d'ailleurs Minot dans sa préface, plusieurs chapitres (III à VI) ont été entièrement remaniés, conformément à l'ordre chronologique du développement. Le chapitre II, consacré à l'étude des premiers développements des mammifères, a été sensiblement étendu, et permet ainsi à l'étudiant d'acquérir une notion plus complète du développement progressif des principaux organes. Enfin, le nombre des figures s'est élevé de 218 à 262. C'est, comme on le voit, un nouveau livre.

Nous ne pouvons songer, dans cette analyse sommaire, à suivre pas à pas l'auteur dans sa description essentiellement méthodique. Nous nous bornerons à indiquer que l'ouvrage est divisé en 8 chapitres relatifs : « aux considérations générales, aux premiers développements des mammifères, à l'embryon humain, à l'étude de la segmentation de l'œuf et de la vésicule blastodermique chez les mammifères, à l'étude du jeune embryon de poulet, à l'étude de l'embryon de porc, à l'étude de l'utérus et des annexes fœtales de l'homme, et, enfin, aux méthodes employées pour la préparation et l'examen des embryons ».

Le chapitre II est un Précis complet du développement général des mammifères. Le chapitre III est plus spécialement consacré à l'homme, le chapitre V au poulet et le chapitre VI au porc. Ce dernier, le plus considérable, ne comprend pas moins de 119 pages; il est illustré par 59 figures. Ces derniers chapitres, par une heureuse combinaison de vues

en surface, de coupes transversales et longitudinales aux différents stades, permettent à l'étudiant de se rendre compte de l'évolution des différents organes, et de mieux interpréter les coupes qu'il a lui-même préparées.

L'auteur voudra bien nous permettre une légère observation. Le chapitre IV a pour titre : « Étude de la segmentation de l'œuf et de la vésicule blastodermique chez les mammifères », alors que ces questions ont déjà été traitées, à un point de vue théorique il est vrai, au chapitre II, et que le chapitre IV ne concerne que la souris et le lapin. L'auteur a sans doute hésité devant les dimensions restreintes de ce chapitre, mais il lui sera facile de l'augmenter par des emprunts aux *Normal Plates of the Development of the Rabbit*, qu'il a publiées avec Ewing Taylor (1905), et de le transformer ainsi en une « Étude sur les premiers développements de la souris et du lapin ». Ce sera sans doute pour une édition ultérieure.

Minot, par ses belles recherches d'embryologie qu'il a résumées dans son *Traité du développement de l'homme*, était tout qualifié pour écrire un livre pratique d'embryologie complétant l'enseignement théorique. Seulement il est trop modeste quand il annonce, dans la préface, que son livre est destiné aux étudiants. Ce livre sera également consulté avec fruit par tous ceux qui s'intéressent aux recherches embryologiques, et, pour notre part, nous y avons trouvé des enseignements précieux.

L'éditeur P. Blakiston's Son, de Philadelphie, n'a reculé devant aucun sacrifice pour assurer la bonne impression et l'illustration de l'ouvrage de Minot : c'est un bon et un beau livre.

F. TOURNEUX.

Cours d'histologie normale, par R. KRAUSE, adaptation française par R. COLLIN, Gittler, Paris.

Collin, professeur agrégé et chef des travaux pratiques d'histologie à la Faculté de médecine de Nancy, a apprécié comme l'un de nous¹ les mérites du *Cours d'histologie normale* de R. Krause.

Grâce à la libéralité de l'éditeur Gittler et au labeur de Collin, nous possédons maintenant une traduction française de cet important ouvrage. Collin s'est attaché à rendre exactement la pensée de l'auteur, et il a su traduire le texte allemand en un français clair, simple et élégant.

Comme nous l'avons dit, le *Cours d'histologie normale* n'a pas d'analogue dans les livres d'histologie : R. Krause a choisi, parmi les méthodes techniques, les procédés les plus simples et les plus fidèles pour apprendre

1. Voir le *Journal de l'Anat.*, 1912, p. 435.

à chacun à faire des préparations démonstratives; il représente, dans des planches coloriées, des images claires et conformes à la réalité. De plus, il les accompagne d'une description limpide résumant les points essentiels et acquis à la science de nos connaissances histologiques.

A ces titres divers, le *Cours d'histologie normale* rendra des services signalés aussi bien aux étudiants qu'à tous les travailleurs de laboratoire. Il mettra chacun à même d'acquérir vite et sûrement les notions de structure et de se mettre au courant des progrès accomplis en histologie.

ÉD. R. ET F. T.

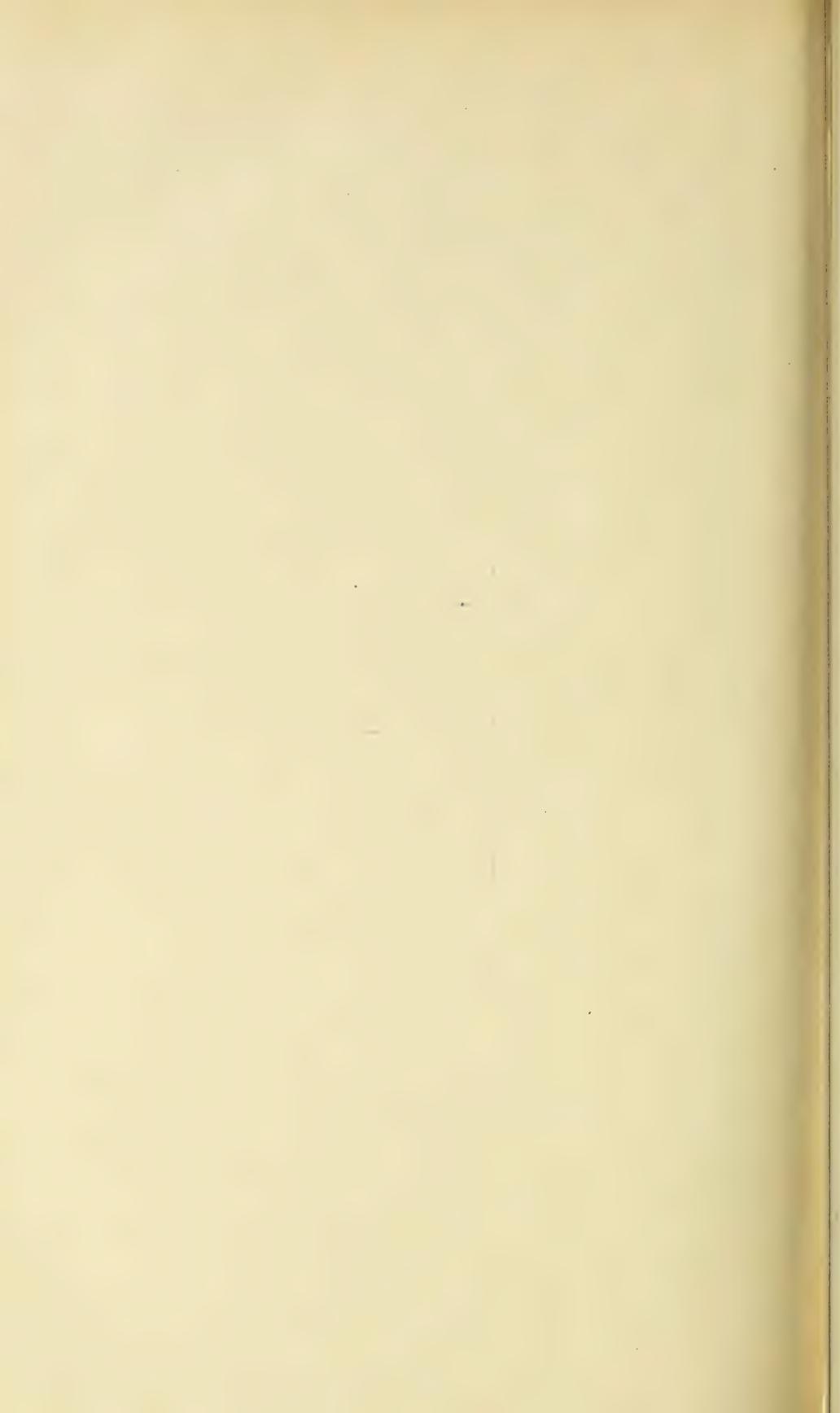


TABLE DES MATIÈRES

DU TOME QUARANTE-HUITIÈME

ANATOMIE

| | |
|--|-----|
| Articulations scapulo-costales (FONTAN). | 182 |
| Bourse pharyngienne et récessus médian du pharynx chez l'homme et chez le cheval (TOURNEUX). | 510 |
| Base cartilagineuse du crâne et segment basilaire de la corde dorsale. Formations fœtales de la voûte du pharynx chez les mammifères (TOURNEUX). | 57 |
| Muscle présternal (Contribution à l'étude du) (LARGET). | 639 |
| Nerf facial (Le) et la parotide (GRÉGOIRE). | 437 |
| Pédicule hypophysaire et hypophyse pharyngée chez l'homme et chez le chien. Canal cranio-pharyngien et canaux basilaires (TOURNEUX). | 233 |
| Veines mésentériques (Les) (DESCOMPS et de LALAUBIE). | 337 |

HISTOLOGIE ET ANATOMIE GÉNÉRALE

| | |
|---|----------|
| Appareils ciliés (Les) et leurs dérivés (PRENANT). | 545 |
| Épithélium. Tissu lymphoïde. Cancer (DIAKONOW). | 595 |
| Origine épithéliale et évolution des follicules clos tégumentaires des Oiseaux (RETTNER et LELIÈVRE). | 45 |
| Origine, valeur cellulaire et fonctions des leucocytes (RETTNER et LELIÈVRE). | 14, 194 |
| Problèmes cytologiques généraux soulevés par l'étude des cellules musculaires (PRENANT). | 111, 259 |
| Stomates (Des) et cellules intercalaires du revêtement endothélial du mésentère (LÖEWENTHAL et CARRASCO). | 4 |

EMBRYOLOGIE ET TÉRATOLOGIE

| | |
|---|-----|
| Description d'un embryon humain de 0 mm. 9 (DEBEYRE). | 448 |
| Étude d'un bœuf rhinodyme avec considérations générales sur les monstres du même genre (LESBRE). | 377 |
| Monstre double atlodyme humain (TRIBONDEAU). | 404 |

TABLE DES AUTEURS

| | |
|--|----------|
| DEBEYRE. — Description d'un embryon humain de 0 mm. 9 | 448 |
| DESCOMPS et DE LALAUBIE. — Les veines mésentériques. | 337 |
| DIAKONOW. — Épithélium. Tissu lymphoïde. Cancer. | 594 |
| FONTAN. — Articulations scapulo-costales | 182 |
| GRÉGOIRE. — Le nerf facial et la parotide | 437 |
| LARGET. — Contribution à l'étude du muscle présternal | 639 |
| LESBRE et PÉCHEROT. — Étude d'un bœuf rhinodyme avec considérations générales sur les monstres du même genre | 377 |
| LOEWENTHAL et CARRASCO. — Des stomates et cellules intercalaires du revêtement endothélial du mésentère | 1 |
| PRENANT. — Problèmes cytologiques généraux soulevés par l'étude des cellules musculaires | 411, 259 |
| — Les appareils ciliés et leurs dérivés | 545 |
| RETTNER et LELIÈVRE. — Origine, valeur cellulaire et fonctions des leucocytes. | 14, 194 |
| — Origine épithéliale et évolution des follicules clos tégumentaires des Oiseaux | 45 |
| TOURNEUX. — Base cartilagineuse du crâne et segment basilaire de la corde dorsale. Formations fœtales de la voûte du pharynx chez les Mammifères | 57 |
| — Pédicule hypophysaire et hypophyse pharyngée chez l'homme et chez le chien. Canal cranio-pharyngien et canaux basilaires . | 233 |
| — Bourse pharyngienne et récessus médian du pharynx chez l'homme et chez le cheval. | 516 |
| TRIBONDEAU. — Monstre double atlodyme humain | 404 |

TABLE DES PLANCHES HORS TEXTE

PLANCHE I. — Des stomates et cellules intercalaires du revêtement endothélial du mésentère (LÖEWENTHAL et CARRASCO).

PLANCHES II à V. — Les veines mésentériques (DESCOMPS et DE LALAUBIE).

PLANCHES VI à X. — Description d'un embryon humain de 0 mm. 9 (DEBEYRE).

Le propriétaire-gérant : FÉLIX ALCAN.

REVUE DE MÉDECINE & REVUE DE CHIRURGIE

La *Revue de Médecine* et la *Revue de Chirurgie* paraissent tous les mois : chaque livraison de la *Revue de Médecine* contient 5 à 6 feuilles grand in-8; chaque livraison de la *Revue de Chirurgie* contient de 11 à 12 feuilles grand in-8.

S'ADRESSER POUR LA RÉDACTION :

Revue de Médecine : à M. le P^r Landouzy, 15, rue de l'Université, Paris (7^e), ou à M. le P^r Lépine, 1, place Gailleton, Lyon.

Revue de Chirurgie : à M. le P^r E. Quénu, École de Médecine, Paris (6^e).

POUR L'ADMINISTRATION :

A la Librairie Félix Alcan, 108, boulevard Saint-Germain, Paris (6^e).

RIX D'ABONNEMENT :

| Pour la Revue de Médecine | | Pour la Revue de Chirurgie | |
|--|--------|--------------------------------------|--------|
| Un an, Paris | 20 fr. | Un an, Paris | 30 fr. |
| — Départements et étranger | 23 fr. | — Départements et étranger | 33 fr. |
| La livraison, 2 fr. | | La livraison, 3 fr. | |
| Les deux <i>Revues</i> réunies, un an, Paris, 45 fr.; départements et étranger, 50 fr. | | | |

Les abonnements partent du 1^{er} janvier.

Les quatre années de la *Revue mensuelle de Médecine et de Chirurgie* (1877, 1878, 1879 et 1880, se vendent chacune séparément 20 fr.; la livraison, 2 fr.

Les trente premières années (1881 à 1910) de la *Revue de Médecine* se vendent le même prix. Les dix-huit premières années (1881 à 1898) de la *Revue de Chirurgie*, 20 fr.; les autres années, 30 fr.

TRAITÉ INTERNATIONAL DE PSYCHOLOGIE PATHOLOGIQUE

ET DE

THÉRAPEUTIQUE DES MALADIES MENTALES

Publié sous la direction du D^r A. MARIE, de Villejuif.

Vient de paraître :

TOME TROISIÈME ET DERNIER

PSYCHOPATHOLOGIE APPLIQUÉE

PAR MM. LES

P^r Bagenoff, Bianchi, Sikorsky, G. Dumas, Havelock-Ellis,
D^r Cullerre, A. Marie, Dexler, P^r Salomonsen.

Un vol. grand in-8, de viii-1086 pages, avec 384 gravures dans le texte..... 25 fr.

Précédemment parus :

TOME PREMIER. — PSYCHOPATHOLOGIE GÉNÉRALE

Par MM. les Professeurs GRASSET, DEL GRECO, P. MARIE, P. MINGAZINI, MARINESCO, LUGARO,
L. LAVASTINE, MEDEA, CLOUSTON, DIDE, BECHTEREW, CARRARA FERRARI, MARRO.

Un vol. grand in-8, de xx-1028 pages, avec 333 gravures dans le texte..... 25 fr.

TOME DEUXIÈME : PSYCHOPATHOLOGIE CLINIQUE

Par MM. les Professeurs BAGENOFF, BECHTEREW, D^r BOURILHET, CAPGRAS, COLIN, DENY, HESNARD,
LHERMITTE, MAGNAN, A. MARIE, P^r PICK, PILCZ, RÉGIS, D^r RICHE, ROUBINOVITCH,
SÉRIEUX, SOLLIER, P^r ZIEHEN.

Un vol. grand in-8, de xxiii-1000 pages, avec 341 gravures dans le texte..... 25 fr.

LIBRAIRIE FÉLIX ALCAN

OUVRAGE COMPLET EN QUATRE TOMES

Manuel d'Histologie Pathologique

V. CORNIL

Professeur à la Faculté de médecine,
Membre de l'Académie de médecine,
Médecin de l'Hôtel-Dieu.

PAR

L. RANVIER

Professeur au Collège de France,
Membre de l'Institut,
Membre de l'Académie de médecine.

A. BRAULT

Membre de l'Académie de médecine,
Médecin de l'hôpital Lariboisière,
Chef des travaux pratiques d'anatomie pathologique à la Faculté de médecine.

M. LETULLE

Professeur agrégé à la Faculté
de médecine,
Membre de l'Académie de médecine,
Médecin de l'hôpital Boucicaut.

TROISIÈME ÉDITION, ENTIÈREMENT REFOUNDUE

Vient de paraître :

Tome IV et dernier, par MM. G. MILLIAN, L. DECLoux, L. RIBADEAU, DUMAS, CRITZMANN, A. BRAULT, Th. LEGRY, KLIPPEL, LEPAS, A. COURCOUX, N. HALLÉ. — *Poumon. — Bouche. — Pharynx. — Œsophage. — Estomac. — Côlon. — Rectum. — Foie. — Pancréas. — Rein. — Appareil urinaire.* 2 forts volumes grand in-8, avec 438 gravures en noir et en couleurs 45 fr.

Précédemment publiés :

Tome I, par MM. CORNIL, RANVIER, BRAULT, Fernand BEZANÇON, professeur agrégé à la Faculté de médecine, médecin des hôpitaux; Maurice CAZIN, chef de laboratoire à la Faculté de médecine. — *Généralités sur l'histologie normale. — Cellules et tissus normaux. — Généralités sur l'histologie pathologique. — Altérations des cellules et des tissus. — Des inflammations. — Des tumeurs. — Notions élémentaires sur les bactéries. — Lésions des os et des tissus cartilagineux. — Anatomie pathologique des articulations. — Des altérations du tissu conjonctif. — Lésions des membranes séreuses.* — 1 fort volume grand in-8, avec 369 gravures en noir et en couleurs. . . 25 fr.

Tome II, par MM. G. DURANTE, chef de laboratoire à la Maternité; J. JOLLY, H. DOMINICI, GOMBAULT, médecin des hôpitaux et CL. PHILIPPE, chef de laboratoire à la Salpêtrière. — *Muscles. — Sang et hématoïtose. — Cerveau. — Moelle. — Nerfs.* — 1 fort volume grand in-8, avec 202 gravures en noir et en couleurs 25 fr.

Tome III, par MM. GOMBAULT, NAGEOTTE et A. RICHE, médecins de Bicêtre; G. DURANTE; R. MARIE, médecin des hôpitaux; Fernand BEZANÇON, Th. LEGRY, professeurs agrégés à la Faculté de médecine, médecins des hôpitaux. — *Système nerveux central (Cerveau et moelle épinière). — Nerfs. — Cœur et vaisseaux. — Rate. — Ganglion lymphatique. — Larynx.* — 1 fort vol. gr. in-8, av. 382 grav. en noir et en couleurs 35 fr.

LIBRAIRIE FÉLIX ALCAN, 108, Boulevard Saint-Germain, PARIS.

DICTIONNAIRE DE MÉDECINE

par les D^{rs} E. BOUCHUT & A. DESPRÉS

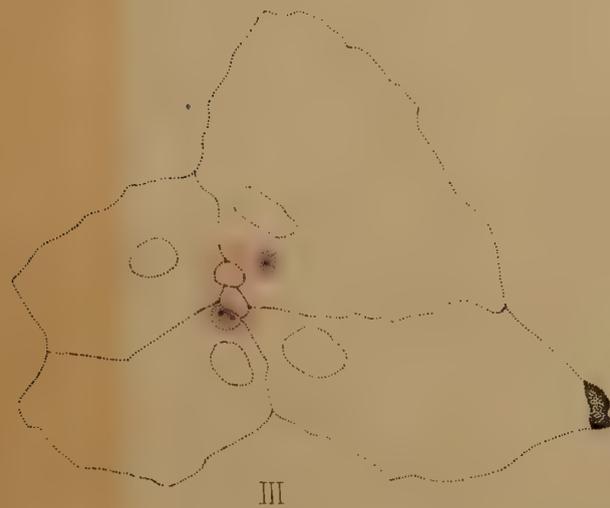
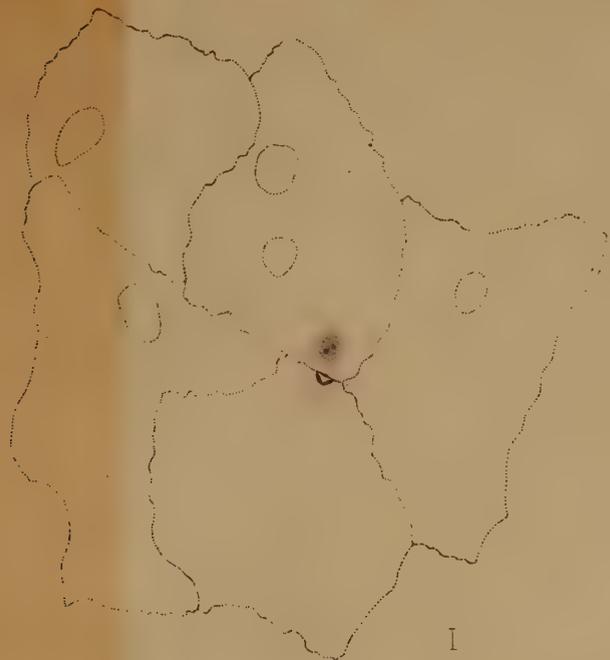
Septième édition revue par les D^{rs} G. MARION et F. BOUCHUT

Mise au courant des derniers Progrès de la Science.

Spacieux volume de 4590 pages in-8 sur deux colonnes, avec 1097 gravures dans le texte Indispensable aux Familles.

PRIX : BROCHÉ, 25 FR. ; — RELIÉ, 30 FR.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.



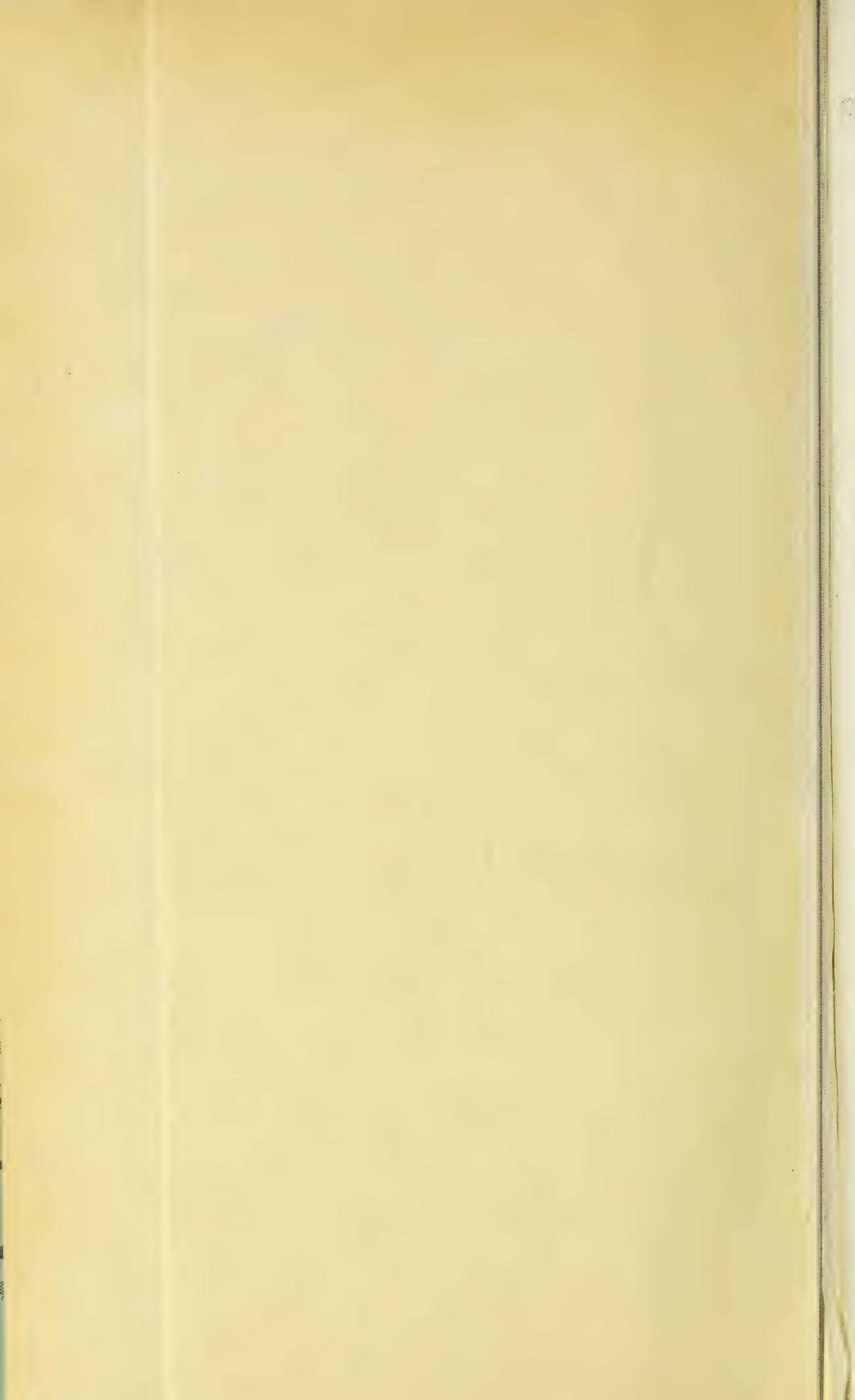
A. Bénard lith.

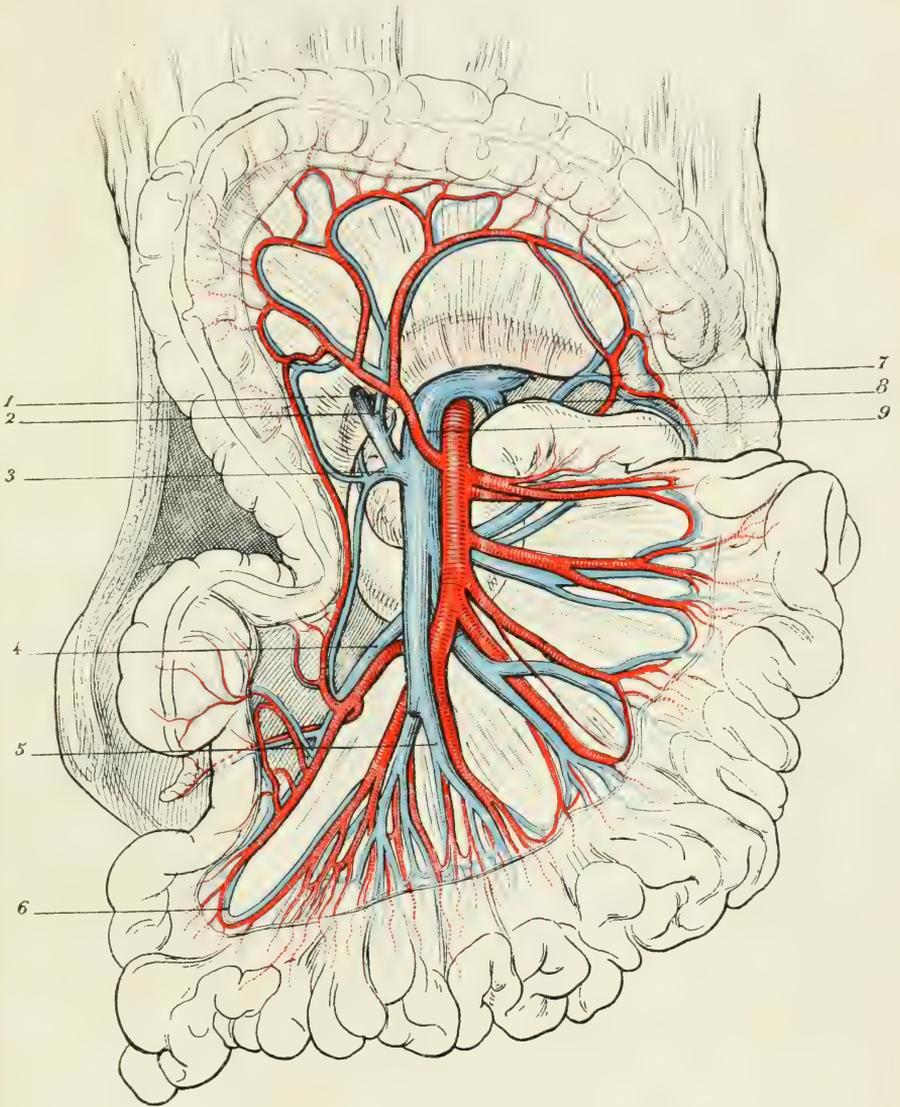
Imp. L. Lafontaine, Paris

Stomates et Cellules Intercalaires du Revêtement Endothélial du Mésentère.

N. LOEWENTHAL & A. CARRASCO.

Librairie Félix Alcan.



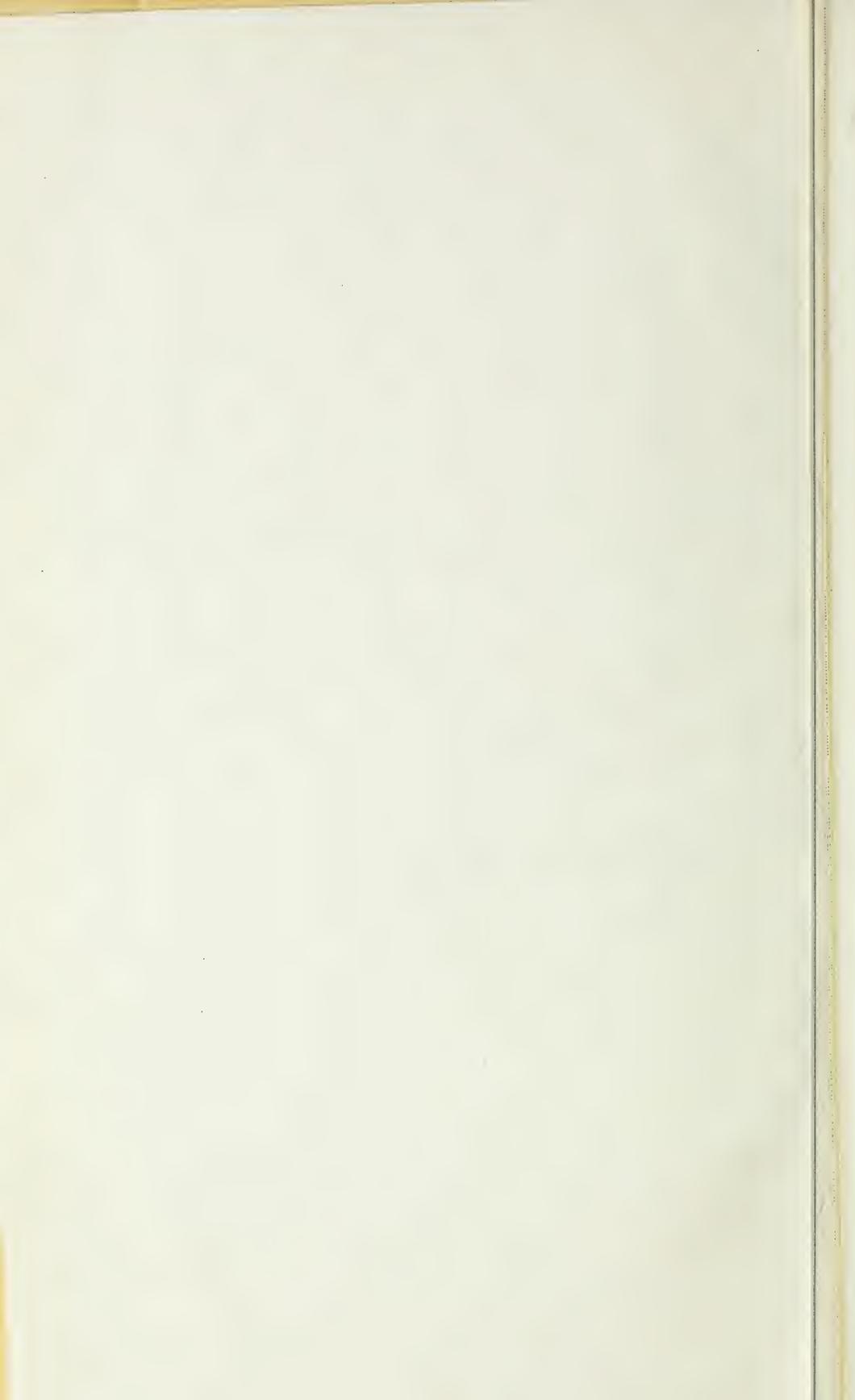


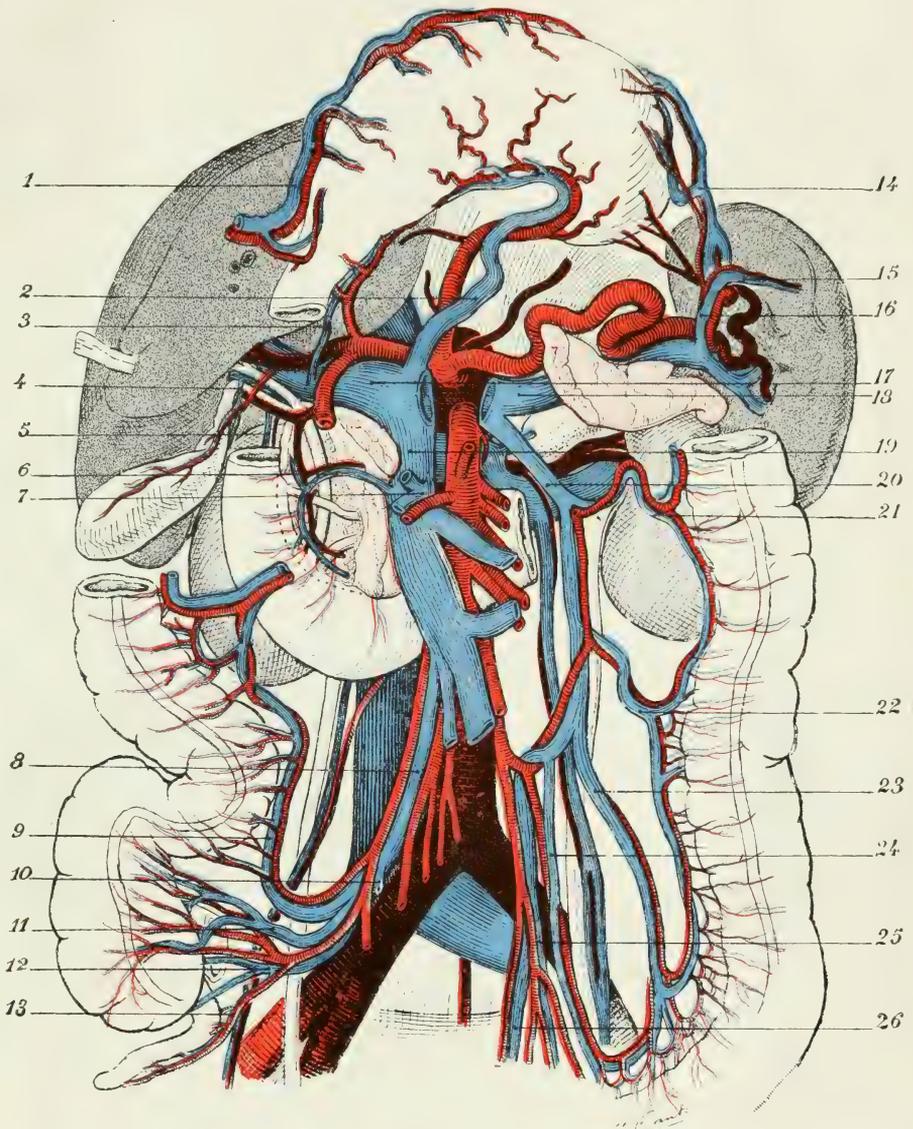
Les Veines mésentériques.

DESCOMPS et DE LALAUBIE

Librairie Félix Alcan.

Imp. Paul Brodard.

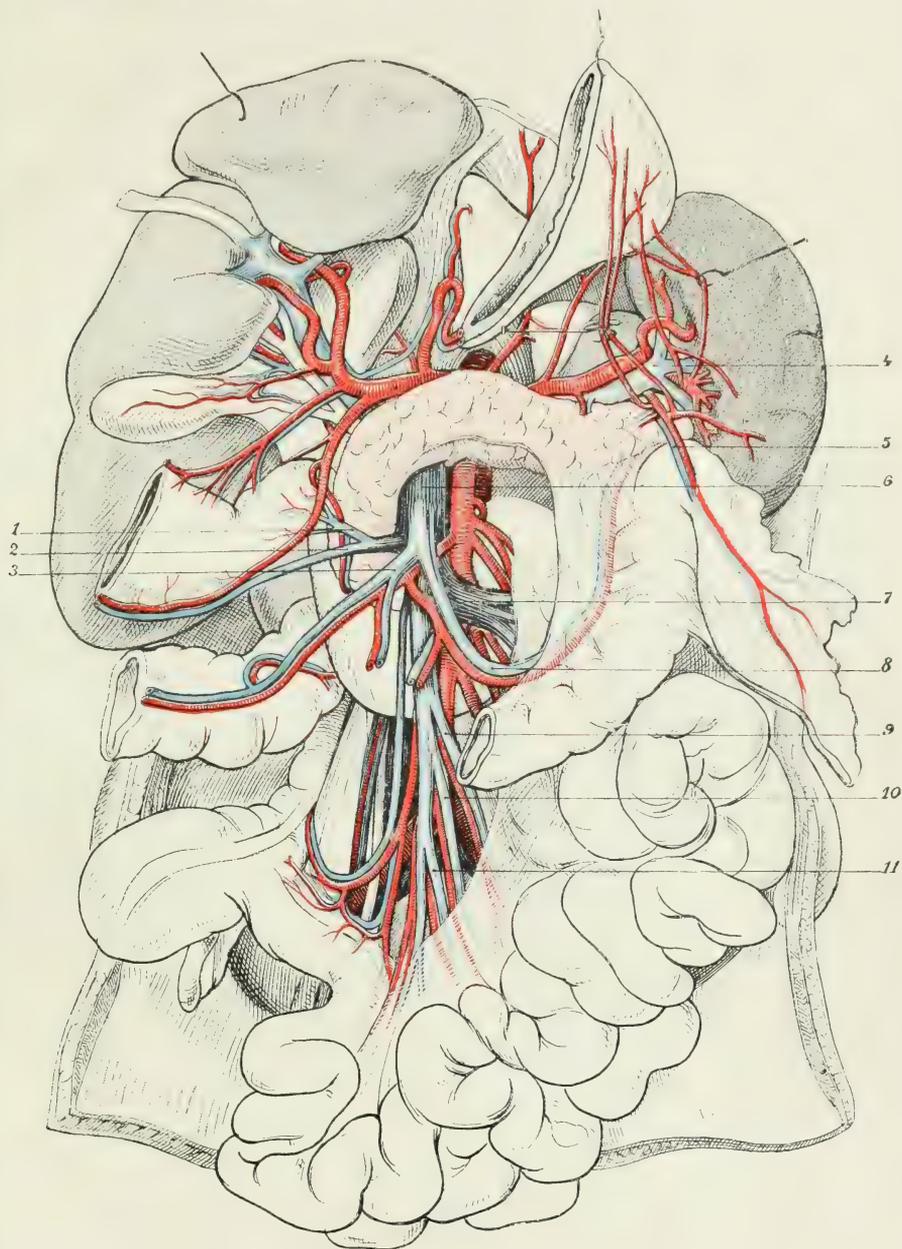




Les Veines mésentériques.

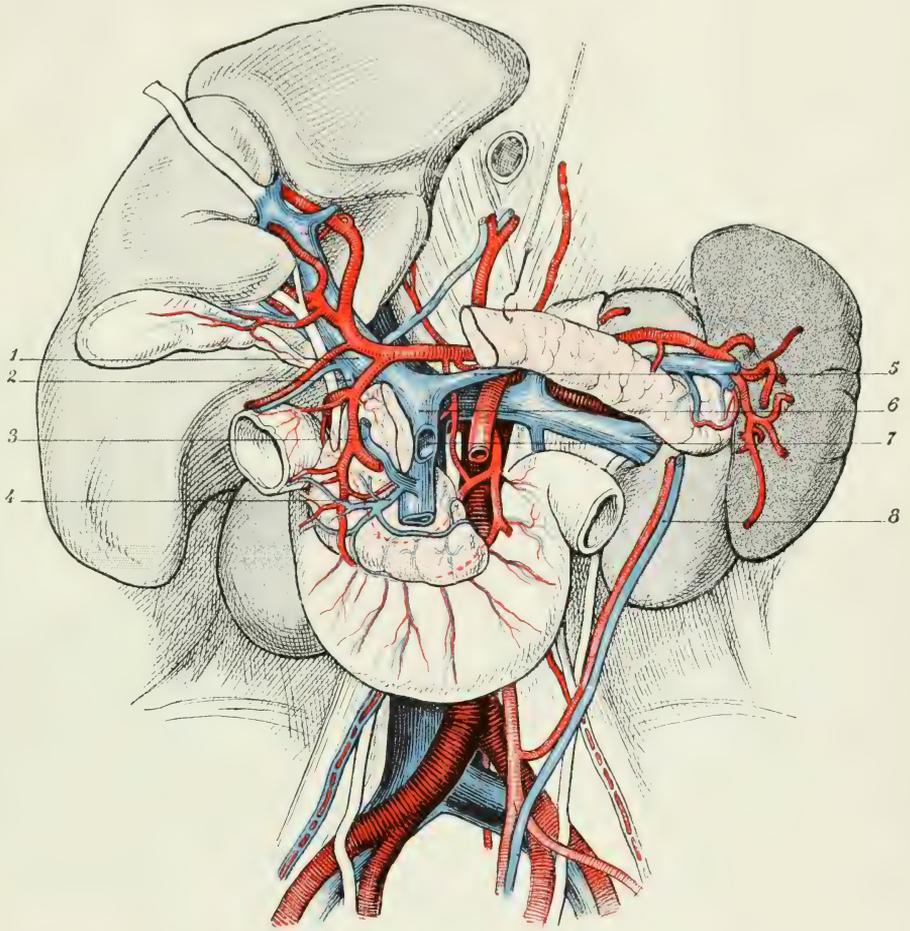
DESCOMPS et DE LALAUBIE





Les Veines mésentériques.
DESCOMPS et DE LALAUBIE





Les Veines mésentériques.

DESCOMPS et DE LALAUBIE

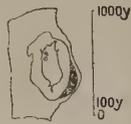


Fig. 1.

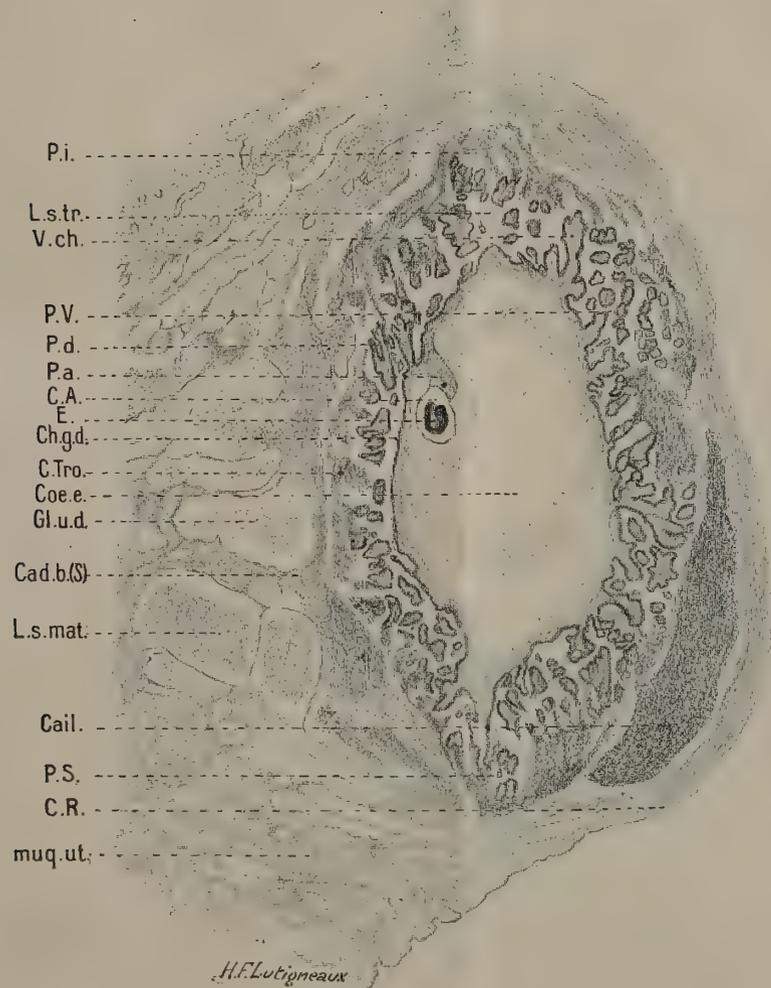


Fig. 2.



Fig. 3.

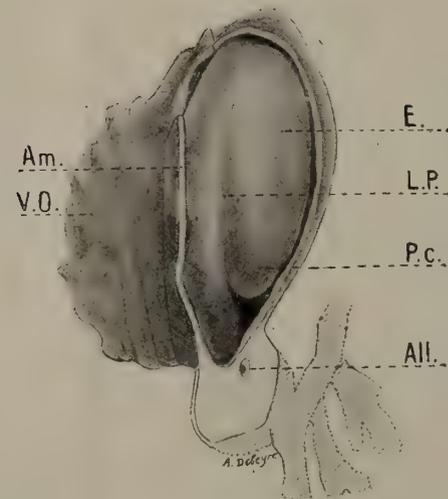
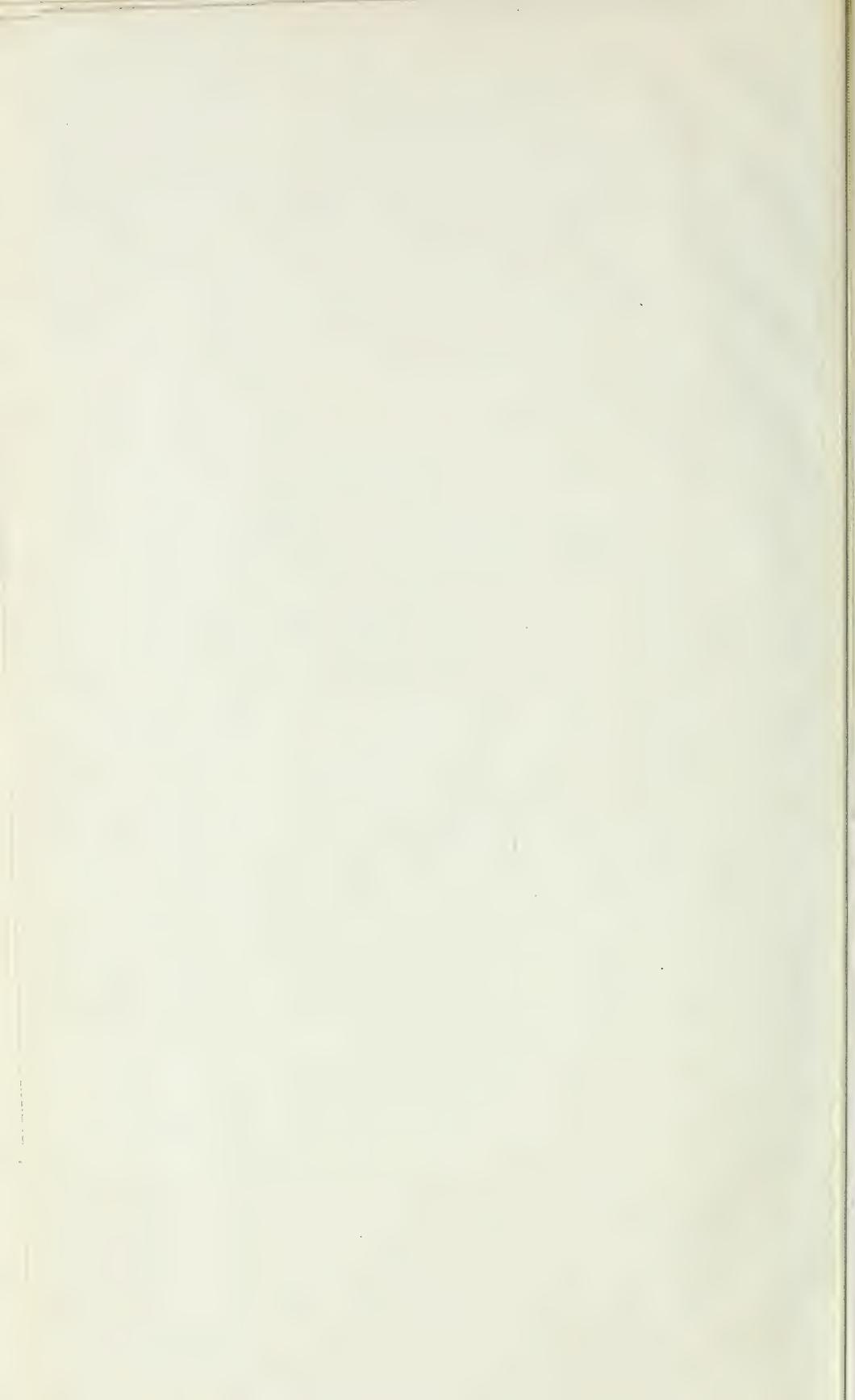


Fig. 4.

Embryon humain de 0 mm. 9.

A. DEBEYRE



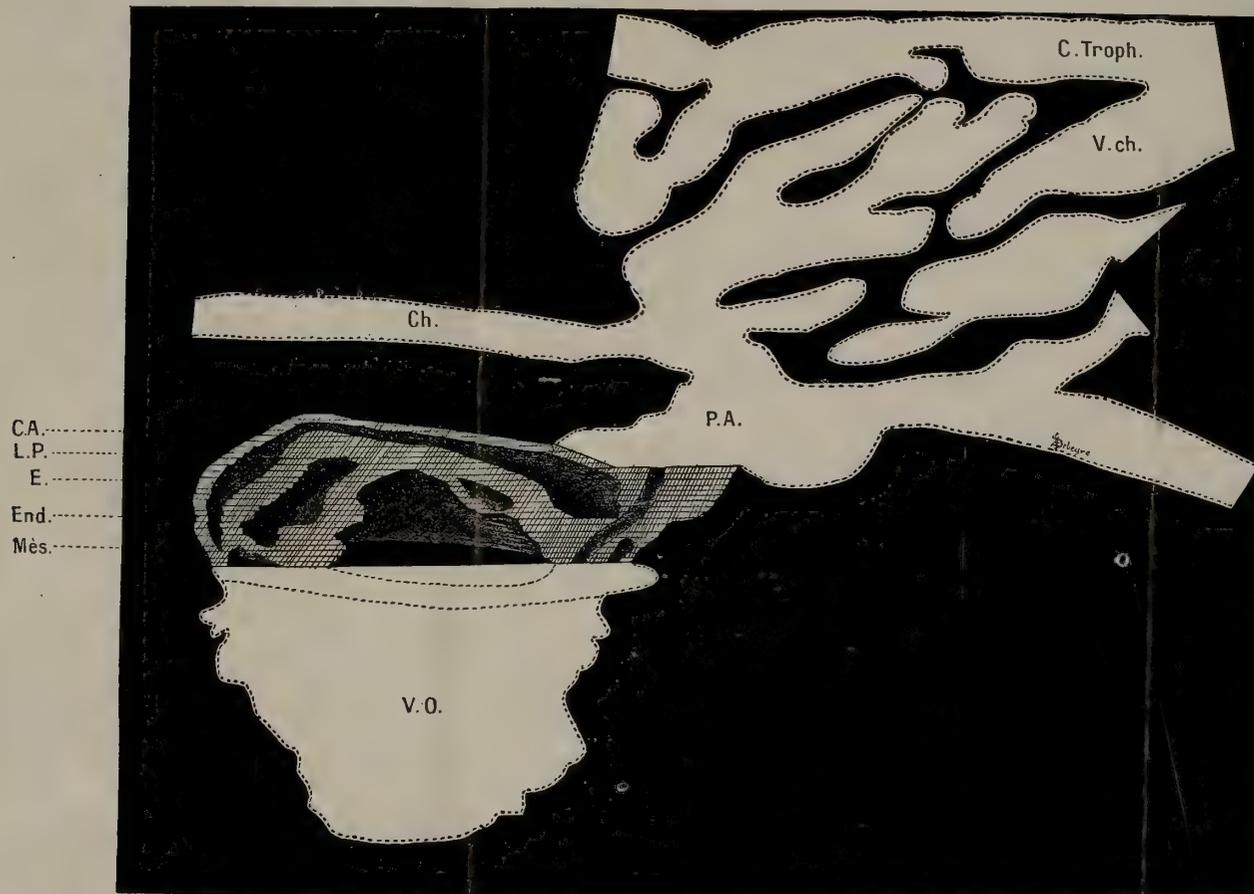


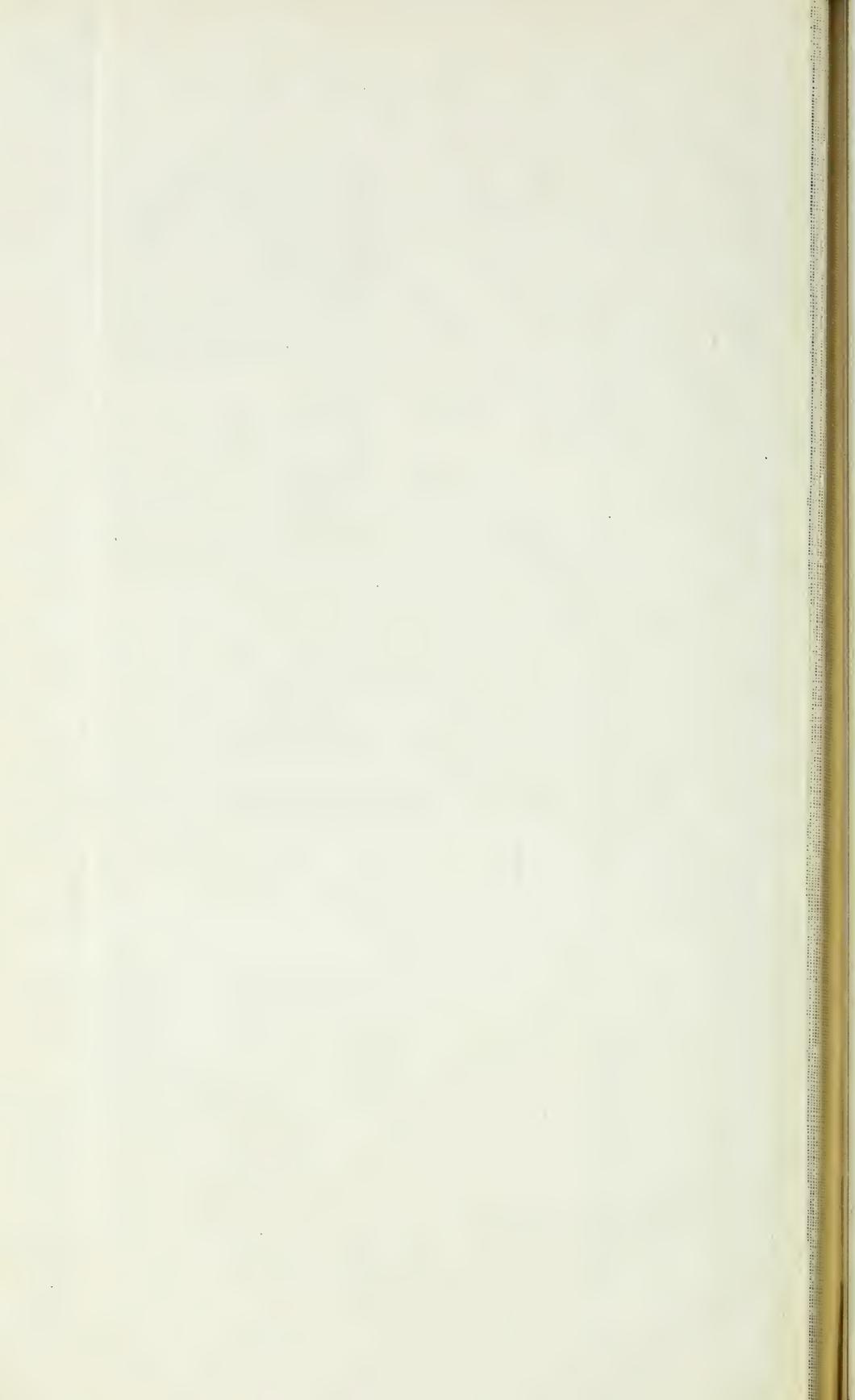
Fig. 1



Fig. 2

Embryon humain de 0 mm. 9.

A. DEBEYRE



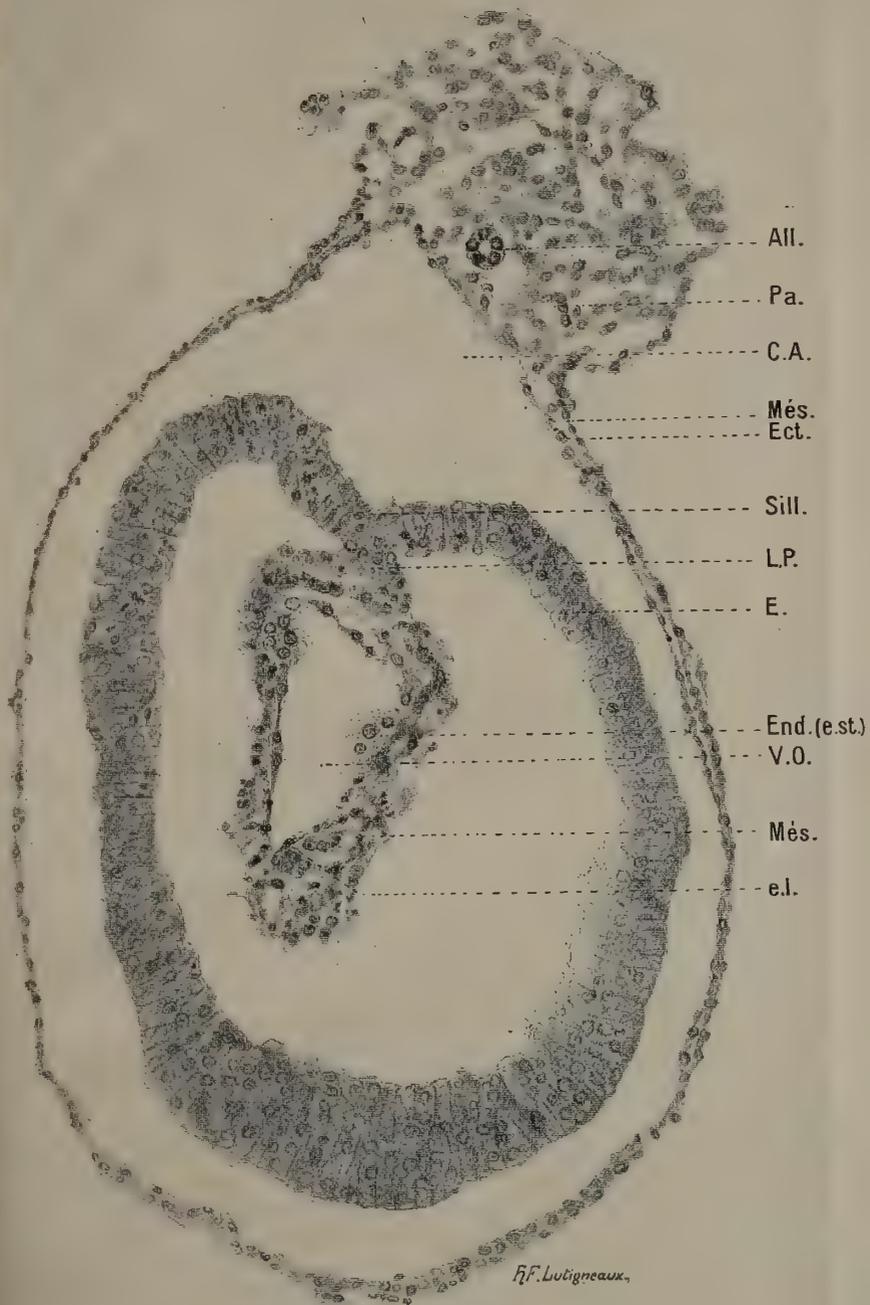


Fig. 1



Fig. 2

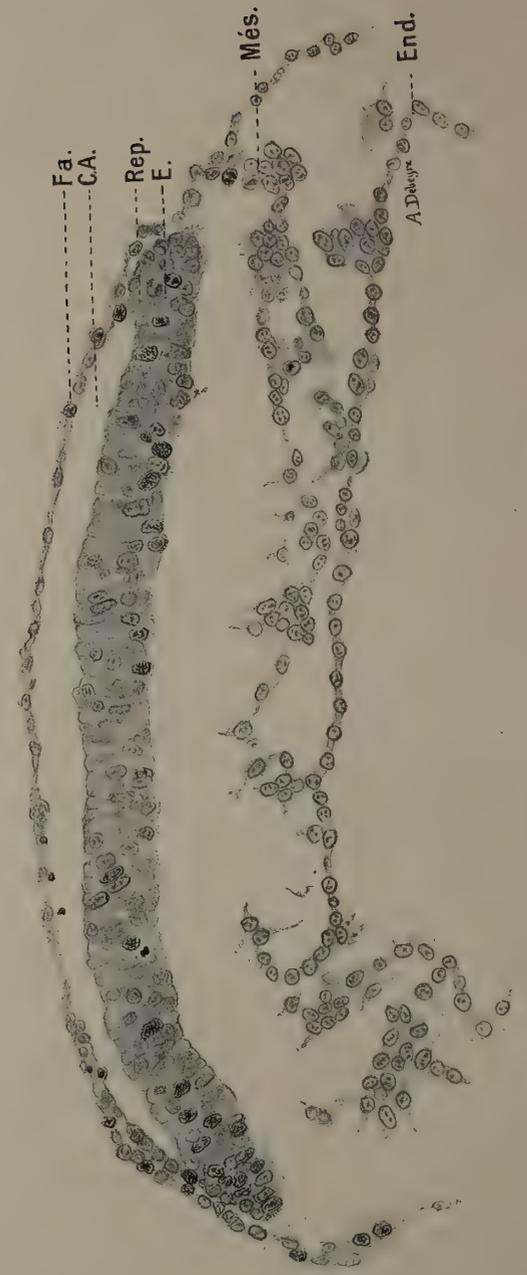


Fig. 3

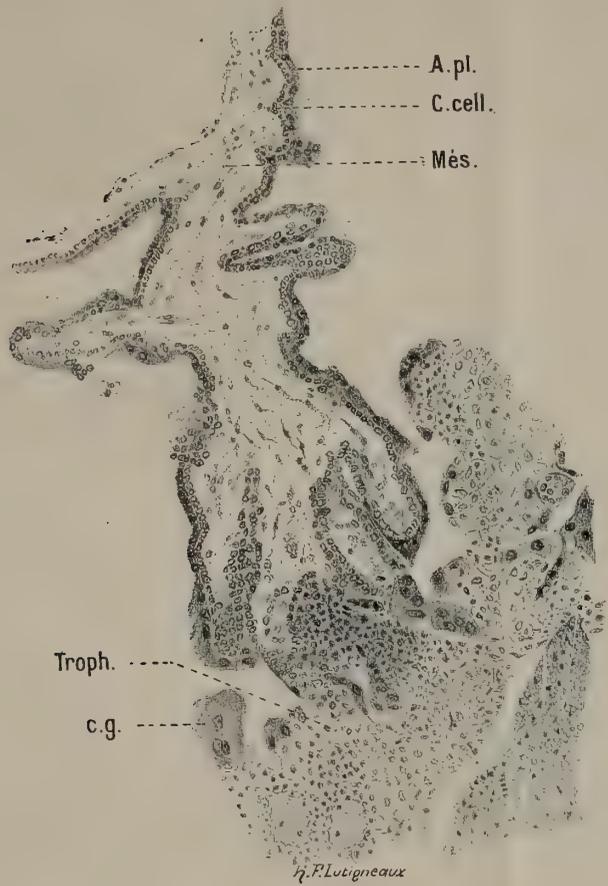
Embryon humain de 0 mm. 9.

A. DEBEYRE

Librairie Félix Alcan.

Imp. Paul Brodard.





H. Pluignaux
Fig. 1.



Fig. 2



Fig. 4

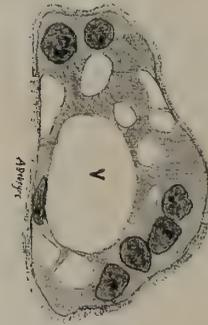


Fig. 5

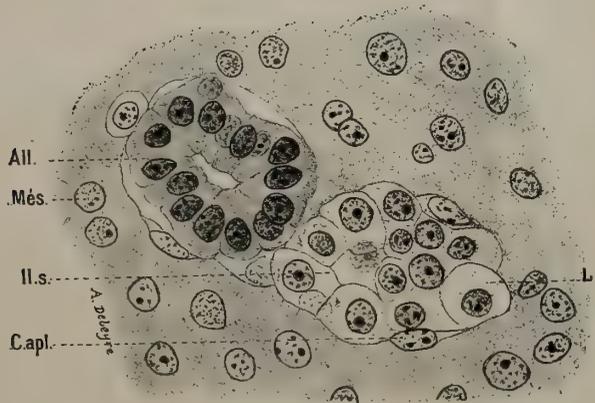


Fig. 6



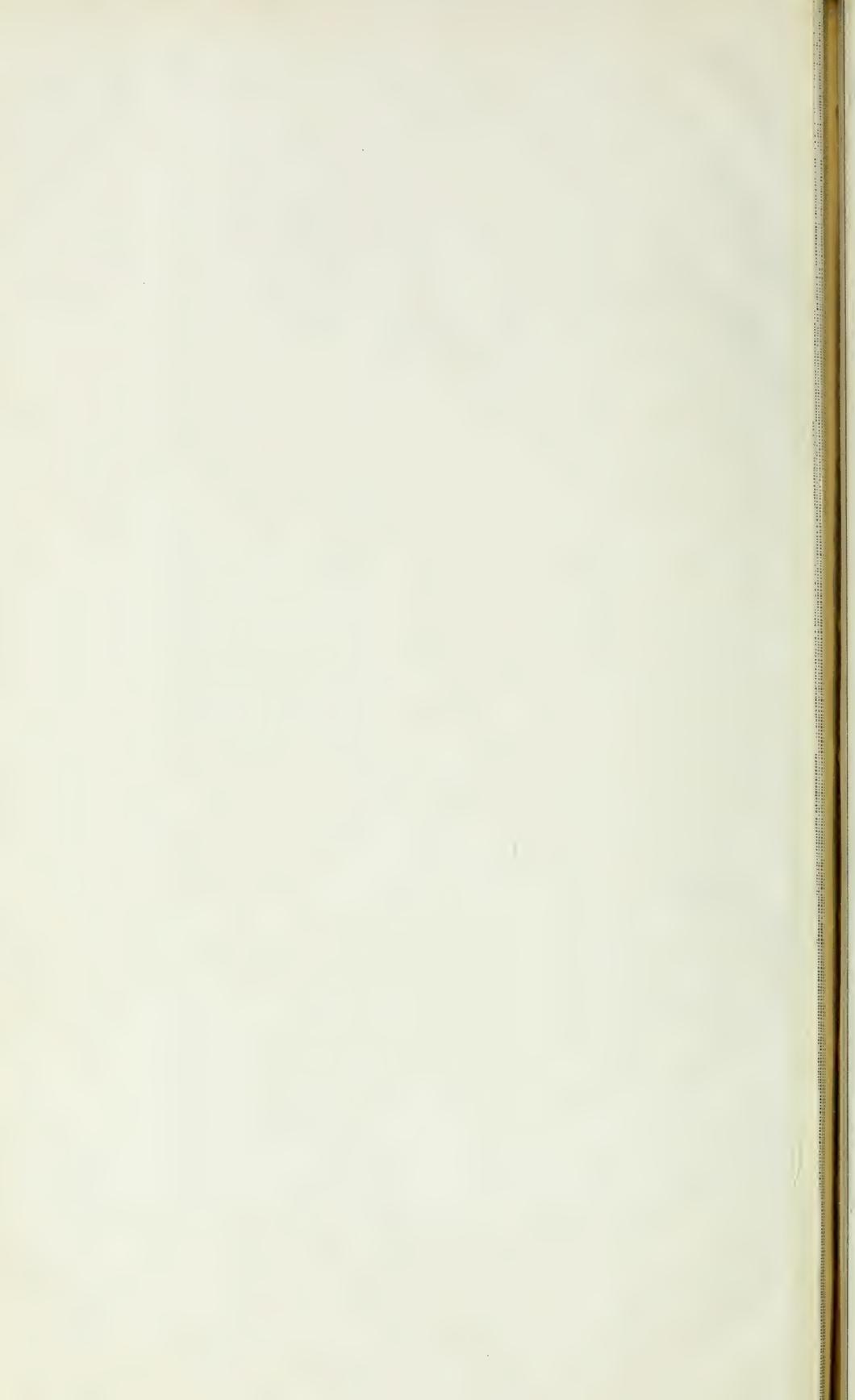
Fig. 7

Embryon humain de 0 mm. 9.

A. DEBEYRE

Librairie Félix Alcan.

Imp. Paul Brodard.



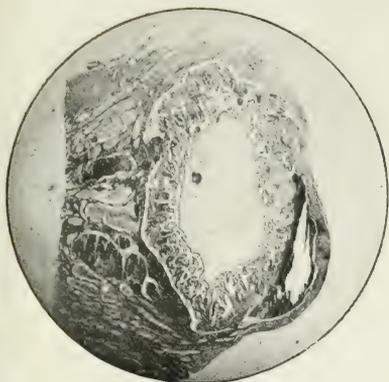


Fig. 1



Fig. 2

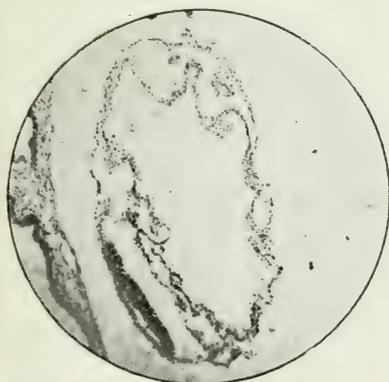


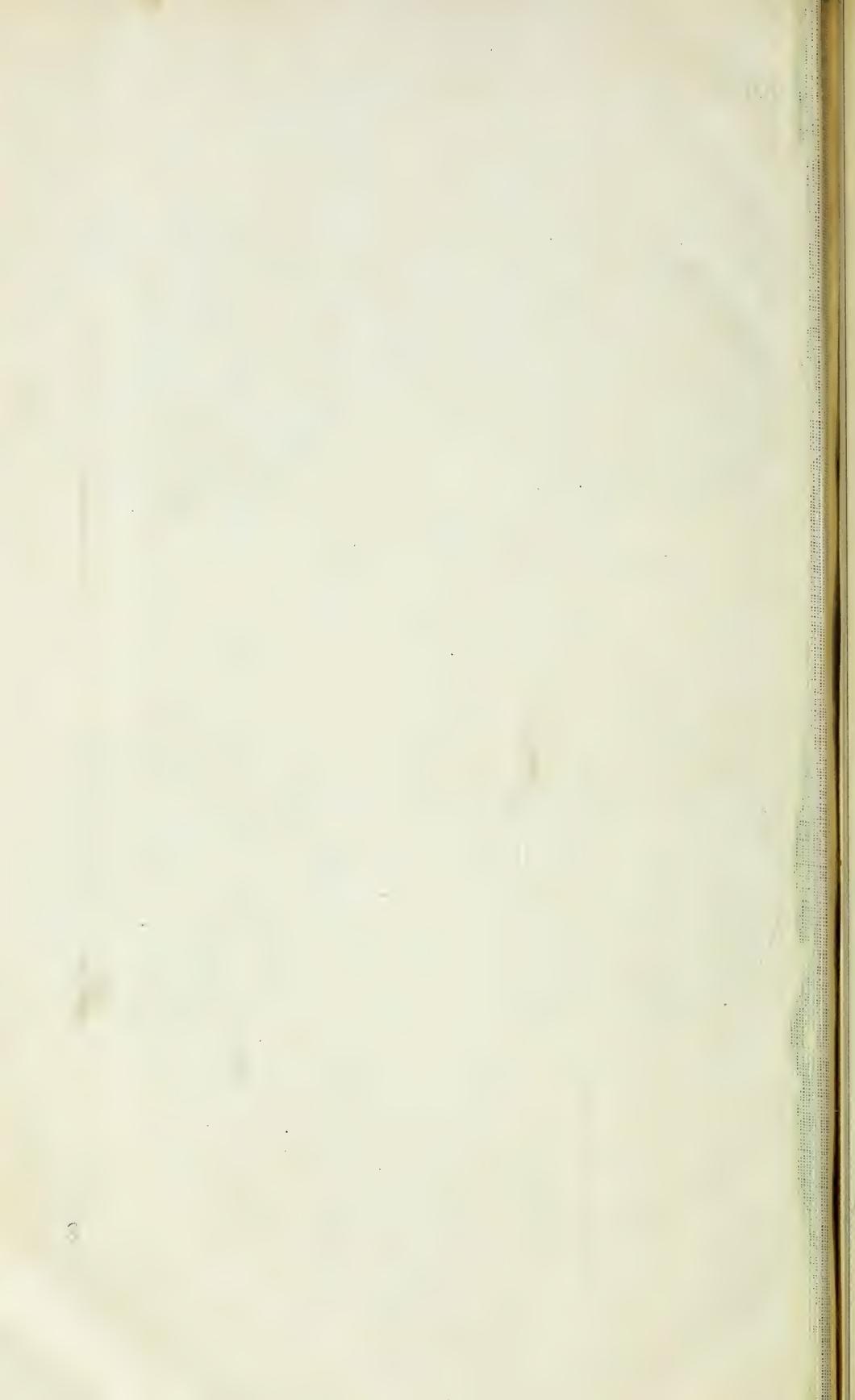
Fig. 3

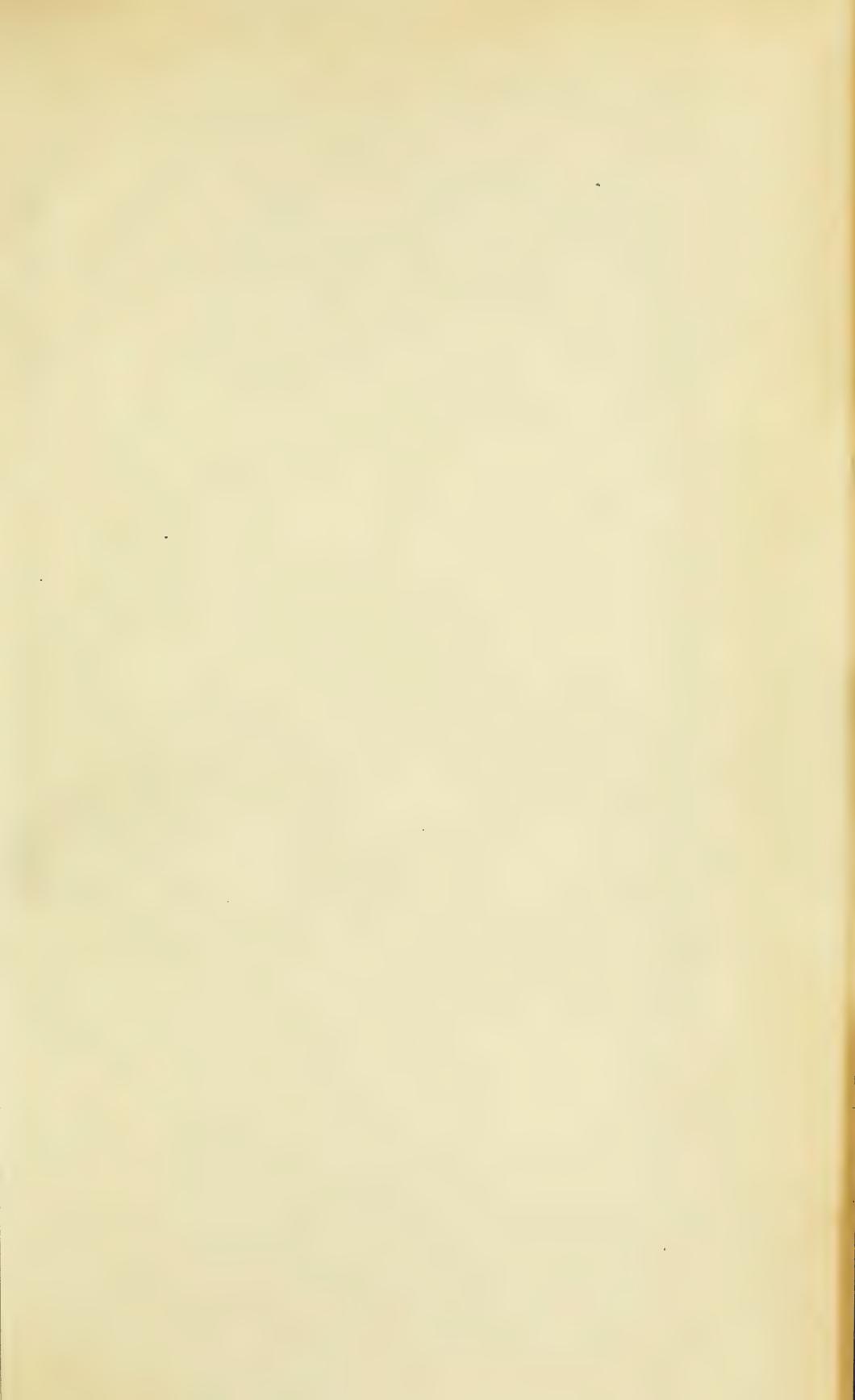


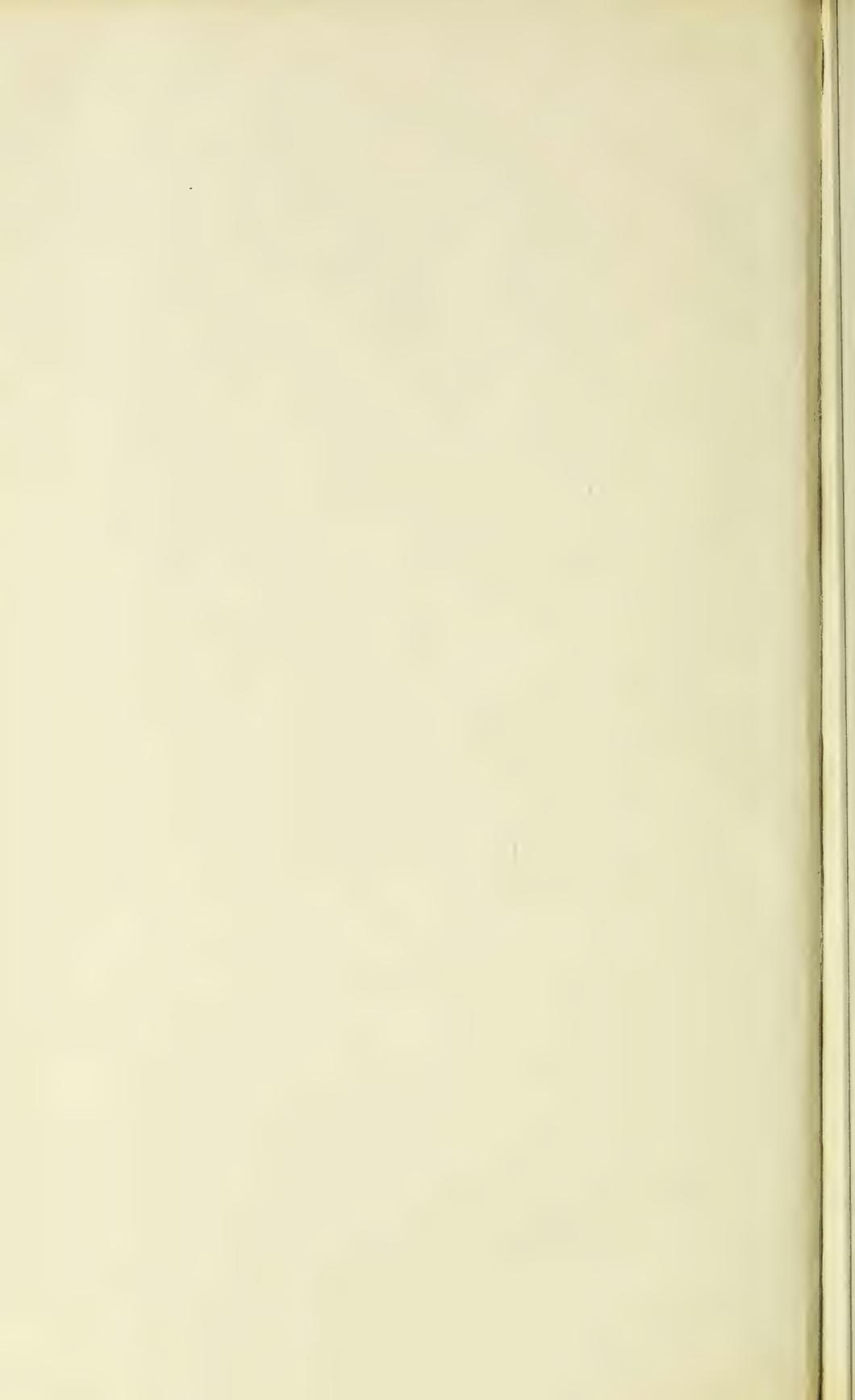
Fig. 4

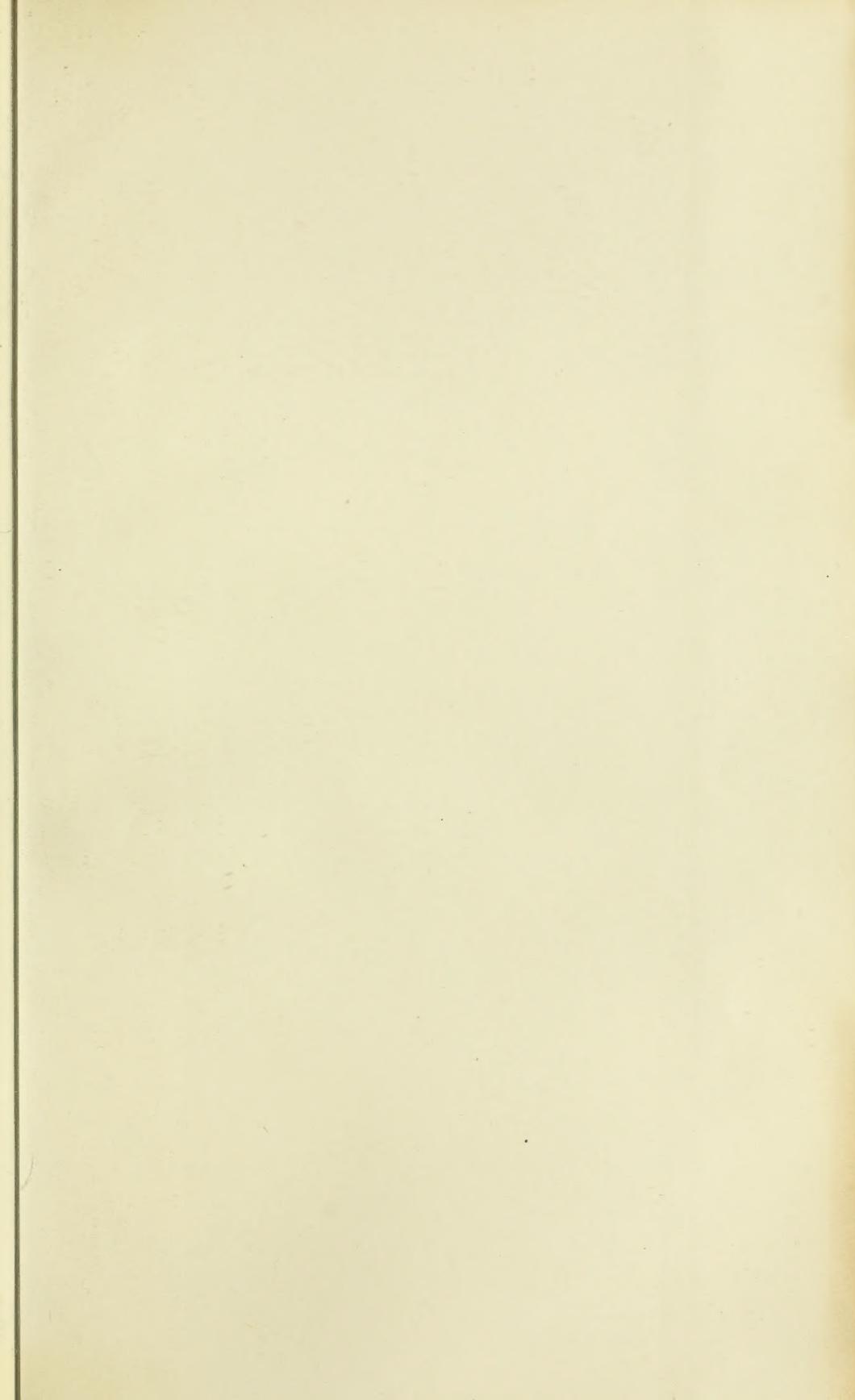
Embryon humain de 0 mm. 9.

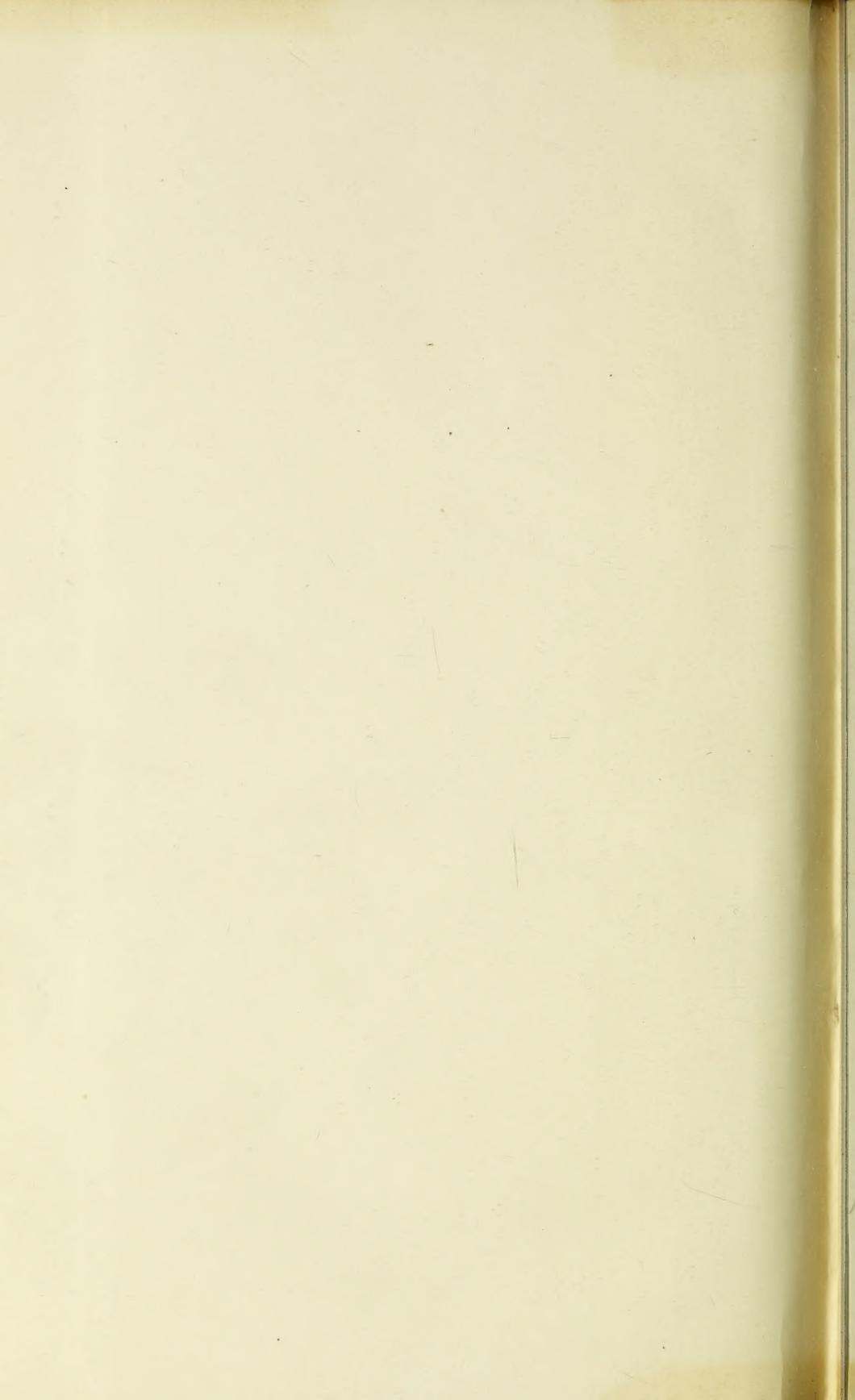
A. DEBEYRE











MCZ ERNST MAYR LIBRARY



3 2044 118 635 333

