

couche épithéliale à cellules pavimenteuses, et d'une sorte de derme, formé de tissu cellulaire et renfermant quelques éléments musculaires lisses.

Placenta, nutrition du fœtus. — Le rôle essentiel de l'allantoïde est de former, au point où ses villosités persistent et où elles prennent même un développement exagéré (au niveau de la *caduque sérotine*), l'organe principal de la nutrition du fœtus, le *placenta*. A ce niveau, en effet, les villosités *chorio-allantoïdiennes* se développent, se ramifient (*placenta frondosum*) et plongent dans la *caduque sérotine* (fig. 209 — 20 et 22), qui, à ce même niveau, subit une hypertrophie caractérisée par la présence de villosités tout aussi vasculaires et tout aussi ramifiées. Ces villosités, d'origine opposée, vont à la rencontre les unes des autres, s'enchevêtrent et constituent finalement ce gâteau plus ou moins circulaire, d'apparence compacte, qui forme le lieu d'échange entre l'organisme fœtal et l'organisme maternel¹ (fig. 209 — 20).

¹ Chez les animaux à placenta diffus (jument), les villosités chorales, qui revêtent la surface de l'œuf sur toute son étendue, sont reçues dans des cavités ou cupules de la muqueuse utérine : ces cupules ne sont pas des glandes hypertrophiées ; c'est ce que H. Planteau s'est attaché récemment à démontrer ; ces cavités de réception résultent de ce que la muqueuse s'est très épaissie, poussant vers l'intérieur de la cavité utérine des prolongements en forme de cloisons qui circonscrivent des cupules : l'étude de ces cupules est particulièrement intéressante, vu les nombreuses interprétations auxquelles elles ont donné lieu ; aussi H. Planteau s'attache-t-il à établir que ces cupules ne sont pas des cavités creusées dans le tissu préexistant de la muqueuse, mais résultent de ce que la muqueuse utérine a fait saillie dans les intervalles des villosités chorales ; qu'au niveau de ces cupules et de leurs cloisons, l'épithélium est devenu pavimenteux et irrégulièrement stratifié ; que jamais les glandes ne viennent s'ouvrir au fond de ces cupules, mais bien sur les plis saillants qui en dessinent les interstices. Ces faits étaient importants à constater, car, si depuis longtemps il est démontré que les glandes utérines ne jouent aucun rôle chez la femme soit dans la placentation, soit dans la nutrition du fœtus, on a souvent (Sharpey, Turner) avancé que, chez les animaux à placenta diffus, les glandes utérines sécrèteraient un liquide spécial, un prétendu lait utérin. Pour ce qui est des glandes, les faits anatomiques sus-indiqués les mettent suffisamment hors de cause, et on peut encore signaler ce fait remarquable que, chez les ruminants, dès la naissance, les points où iront s'insérer plus tard les cotylédons placentaires sont déjà marqués par des caroncules fongiformes qui deviendront les cotylédons maternels, et que précisément la muqueuse qui les recouvre cesse, au niveau de leur base, de renfermer aucune espèce de glande. Restent les cupules que Planteau a décrites avec soin, et qui, d'après Ercolani, représenteraient des glandes de nouvelle formation. Mais le développement de ces cupules, dit l'auteur, est tel qu'aucune assimilation de ce genre n'est possible, et, du reste, ces cupules, pas plus que les glandes proprement dites, ne sécrètent un liquide particulier pendant la gesta-

La figure 210 fait mieux comprendre que toute description quelle idée il faut se faire du mode selon lequel s'effectuent les échanges entre la mère et le fœtus. C'est par échange endosmotique au travers des capillaires de chaque villosité que le fœtus, à cette période de son existence, emprunte et rejette les matériaux nutritifs ; par là se font la *nutrition* et la *respiration*.

Mais il n'y a pas communication directe des vaisseaux de la mère avec ceux du fœtus. (A une certaine époque, les globules rouges de l'embryon sont autrement conformés que ceux de la mère. La proportion des globules au liquor

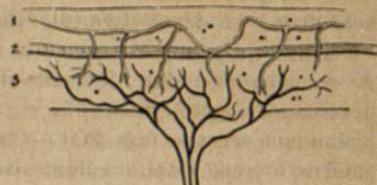


Fig. 210. — Schéma des vaisseaux du placenta*.

n'est pas la même dans le sang de l'embryon et dans celui de la mère, etc. D'autre part, une femme grosse succombant à une hémorragie traumatique, tandis que son cadavre est exsangue et ses vaisseaux vides, le système circulatoire de l'embryon sera trouvé, au contraire, normalement rempli de sang).

La *respiration fœtale* s'effectue par le placenta ; nous avons déjà insisté sur ce fait (V. p. 437), et l'analyse exacte du rôle du sang dans la respiration nous a permis de comprendre que la différence entre la respiration de l'adulte et celle du fœtus se réduisait à la présence d'un intermédiaire de plus, d'une station de transit de plus chez le second que chez le premier, entre les tissus et le milieu extérieur. La nécessité de la respiration placentaire est, du reste, mise en évidence par les accidents graves qui résultent de la suppression des fonctions du placenta. Quand la circulation du cordon, qui relie le placenta au fœtus (*V. Circulation fœtale*), est interrompue, le fœtus périt, non par défaut de nourriture, mais par une véritable asphyxie : à la naissance, le cordon ne cesse de battre que quand l'enfant a respiré par le poumon, parce qu'alors

tion. (V. H. Planteau, *Recherches sur la muqueuse utérine de quelques animaux à placenta diffus* : mémoire accompagné de deux planches. *Journ. de l'anat. et de la physiol.*, juillet 1831.)

Nous devons du reste déclarer que les notions classiques relatives au mode de formation du placenta ont besoin d'une révision complète, que nous avons commencée pour quelques animaux (Mathias Duval, le *Placenta des Rongeurs*, *Journal de l'Anat. et de la Physiologie*, années 1889, 1890, 1891 et 1892).

* 1, Utérus ; — 2, tissu intermédiaire ; — 3, placenta (caduque sérotine) où se ramifient les vaisseaux maternels et fœtaux. (Chailly-Honoré.)

cette nouvelle forme de respiration remplace définitivement celle qui a lieu par le contact utéro-placentaire.

La *nutrition* du fœtus, à l'époque placentaire de son existence, se borne aussi à un échange de matériaux entre le sang fœtal et le sang maternel, au niveau des villosités du placenta. C'est ici encore l'organisme maternel qui fait tous les frais des actes préparatoires de l'assimilation (digestion, absorption); les matériaux arrivent au placenta, et, par suite, au sang et aux tissus de l'embryon, dans un état tel que ces derniers peuvent les employer directement à leur formation.

Mais ce n'est pas à dire qu'il n'y ait que simple endosmose du sang maternel au sang fœtal : les éléments épithéliaux des villosités fœtales président à ces échanges, comme ils président partout ailleurs (glandes, muqueuse intestinale) aux phénomènes de passage. Ainsi des expériences déjà anciennes ont appris que les sels contenus dans le sang maternel ne passent pas indifféremment dans le sang fœtal; plus récemment Wertheimer et Meyer ont décrit deux cas d'intoxication mortelle par l'aniline et par la toluidine observés chez des chiennes pleines. Dans les deux cas la substance toxique existait en quantité notable dans le sang de la mère, mais n'avait pas passé dans le sang des fœtus qui n'en contenait pas trace. De même le professeur L. Frédérick, de Liège, a constaté que chez les poissons la membrane branchiale n'est pas non plus une cloison poreuse inerte (et les rapports des villosités placentaires dans le sang maternel sont tout à fait comparables à ceux de la branchie du poisson dans l'eau); cette membrane branchiale laisse passer les gaz oxygène et acide carbonique qui servent aux échanges respiratoires, mais elle arrête les sels de l'eau de mer; elle fait donc un véritable choix parmi les substances dissoutes dans le milieu qui la baigne.

D'autre part il faut remarquer que les rapports qui unissent, chez l'adulte, la nutrition et la respiration sont beaucoup plus simples chez le fœtus; l'adulte consomme surtout des matériaux qu'il brûle pour produire des forces (V. *Equivalent mécanique de la chaleur*, p. 141) et de la chaleur. Le fœtus n'a pas de travail à produire, pas de force à dépenser; il n'a pas à produire de chaleur, qu'il emprunte à la mère. Il ne prend des matériaux alimentaires que pour produire ses tissus et développer ses organes (V. p. 530). Aussi les combustions, les oxydations sont-elles très peu prononcées dans son organisme; la différence entre son sang artériel et son sang veineux est loin d'égaliser celle que l'on constate entre le sang artificiel et le sang veineux de l'adulte. Nous avons déjà insisté sur toutes ces particularités en étudiant la respiration des tissus (V. p. 448), et le faible degré des combustions

respiratoires au niveau des tissus fœtaux se continuant encore pendant quelques heures après la naissance nous a permis de nous rendre compte de la grande résistance relative du nouveau-né à l'asphyxie.

Cependant des oxydations, quelque faibles qu'elles soient, se produisent chez l'embryon; ainsi son cœur travaille, et doit donner lieu à des produits de combustion; du reste, toutes les formations de tissus s'accompagnent de phénomènes d'oxydation, qui doivent aussi donner lieu à des produits excrémentitiels. Ces produits sont éliminés principalement par le foie et par les organes urinaires (d'abord les corps de Wolff, puis les reins); aussi le foie est-il relativement très développé chez l'embryon, et on est porté à admettre qu'il remplace jusqu'à un certain point le poumon comme organe d'excrétion des déchets organiques. Nous avons vu, du reste, que, chez l'adulte, il joue encore ce rôle relativement à la cholestérine et aux déchets produits par l'activité des centres nerveux. V. p. 369). D'autre part, on trouve dans la vessie de l'embryon une certaine quantité d'urée, qui est de là versée avec l'urine dans la cavité de l'amnios.

Le liquide de l'amnios contient donc, à la fin de la vie embryonnaire, un grand nombre de produits excrémentitiels, car, à l'urine qui y est versée, il faut joindre les produits de desquamation de la peau, qui fonctionne déjà d'une façon relativement active. La présence de ces produits excrémentitiels dans les eaux de l'amnios doit faire rejeter toute idée que ce liquide, avalé par l'embryon ou pénétrant jusque dans ses poumons, puisse jouer un rôle de quelque importance, soit dans la nutrition, soit, comme l'ont même prétendu quelques auteurs, dans les échanges respiratoires du fœtus¹.

¹ On s'est demandé si l'origine primitive du liquide amniotique est un produit de transsudation emprunté aux vaisseaux maternels, ou bien s'il faut y voir une accumulation d'urine fœtale. Döderlein a récemment étudié la question chez les fœtus de l'espèce bovine, où le liquide allantoïdien (provenant de la sécrétion rénale du fœtus) reste séparé, pendant toute la durée de la gestation, du liquide amniotique proprement dit. Il résulte des analyses qu'il a faites de ces deux liquides, aux différentes périodes de la gestation, que le liquide amniotique proprement dit ne contient pas d'albumine et présente une composition saline constante semblable à celle du sérum sanguin. Ce liquide paraît se former uniquement pendant la première moitié de la vie intra-utérine, par transsudation aux dépens des vaisseaux maternels (?). Dans la seconde moitié de la gestation, ce liquide diminue peu à peu en quantité; il est avalé par le fœtus, comme le prouve l'analyse du contenu stomacal, mais on ne peut pas le considérer comme un véritable liquide nutritif, puisqu'il ne contient pas d'albumine. Quant au liquide allantoïdien, il présente une compo-

Cette gouttière (fig. 213) est circonscrite par deux soulèvements *crêtes médullaires*, (fig. 213, 3) qui s'accroissent de plus en plus et tendent à se rejoindre en circonscrivant un canal, le *canal médullaire* (représenté en coupe dans la fig. 175, p. 631). Le vestige de ce canal se retrouve chez l'adulte dans le canal central de la

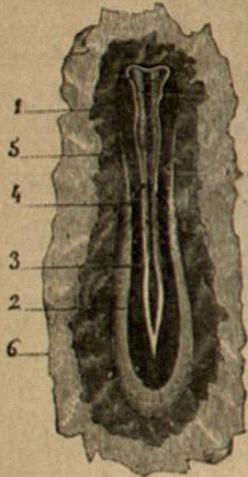


FIG. 213. — Origine du système nerveux*.

moelle, dans le quatrième ventricule et dans les ventricules du cerveau (et l'aqueduc de Sylvius). Les éléments histologiques propres au système nerveux central se développent aux dépens des parois de ce canal, c'est-à-dire de la partie du feuillet externe du blastoderme qui a été ainsi englobée dans le canal médullaire; à ce compte, les cellules nerveuses ont donc une origine épithéliale (ectodermique). C'est à tort qu'on a longtemps prétendu que le feuillet externe (parois du tube médullaire primitif) forme seulement l'épithélium du canal central de la moelle (et des ventricules cérébraux, — épithélium vibratile), et que les éléments nerveux proviendraient de la partie du feuillet moyen sous-jacente à cet épithélium.

La partie supérieure du tube médullaire forme la masse encéphalique; à cet effet, cette partie se renfle en trois vésicules (*vésicules* ou *cellules cérébrales*), que l'on nomme, en allant d'avant en arrière, la *cellule* ou *vésicule cérébrale antérieure, moyenne et postérieure* (I, II, III, fig. 214, en A). — 1° La *vésicule cérébrale antérieure* se divise elle-même en deux parties, dont la plus antérieure (*cerveau antérieur*) forme, en recouvrant la suivante, les hémisphères cérébraux avec le corps calleux, etc., et la postérieure (*cerveau intermédiaire*) constitue les couches optiques, avec le troisième ventricule (suite du canal médullaire). 2° La *vésicule cérébrale moyenne* reste indivise (*cerveau moyen*) et constitue la région des tubercules quadrijumeaux, avec l'aqueduc de Sylvius (suite du canal médullaire). 3° La *vésicule cérébrale postérieure* se divise comme l'antérieure en deux parties, dont l'une, la plus rapprochée du cerveau moyen, formera la protubérance et le cer-

* 1, Gouttière médullaire; — 2, élargissement inférieur de la gouttière médullaire (sinus rhomboidal); — 3, 4, crêtes ou lames médullaires; — 5, feuillet moyen et externe du blastoderme; — 6, feuillet interne du blastoderme (Bischoff).

velet (*cerveau postérieur*), et l'autre, en continuité directe avec la moelle (*arrière-cerveau*), constituera le bulbe; c'est à ce niveau que la paroi du tube médullaire, très mince en arrière et en haut,

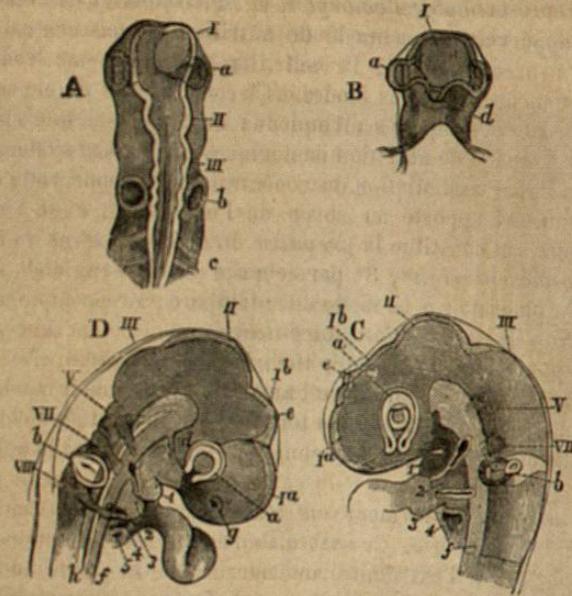


FIG. 214. — Degrés successifs du développement des vésicules cérébrales (chez le poulet); leurs rapports avec les autres parties de la tête*.

s'épaissit en bas et en avant où elle constitue le plancher du quatrième ventricule¹.

Quant aux nerfs périphériques, ils se forment, au moins pour

¹ Dans notre traité d'anatomie descriptive (Ch. Morel et Mathias Duval, *Manuel de l'Anatomiste*, Paris, 1883), nous avons donné (page 741 et suivantes) l'exposé schématique des faits de développement qui jettent un si grand jour sur la morphologie complexe des centres nerveux.

* A, Moitié antérieure, vue de dos, d'un embryon de poulet à la fin du second jour de l'incubation; — I, II, III, les trois vésicules cérébrales; — a, vésicule oculaire; — b, vésicule auditive; — c, une protovertèbre.

B, Extrémité antérieure des mêmes parties, vue par la face antérieure; — I, vésicule-cérébrale antérieure; — a, vésicule optique; — d, infundibulum (origine du corps pituitaire).

C, Tête, vue latérale, au troisième jour de l'incubation; — Ia, vésicule de l'hémisphère; — Ib, vésicule des couches optiques; — II, vésicule cérébrale moyenne; — III, vésicule cérébrale postérieure; — V, origine du nerf trijumeau; — VII, origine du facial; — a, vésicule optique; — b, vésicule auditive; — c, origine de la glande pinéale; — 1, 2, 3, 4, arcs branchiaux.

D, Même partie, au commencement du quatrième jour: — mêmes lettres; de plus: — VIII, nerfs glosopharyngien et pneumo gastrique; — g, fossette olfactive; — A, corde dorsale; — d, infundibulum; — 5, cinquième arc branchial.

leurs parties essentielles (les cylindres-axes), par des végétations provenant du système nerveux central.

b) — *Circulation de l'embryon.* — La circulation de l'embryon est en rapport avec son mode de nutrition. D'après ce que nous avons vu précédemment, la nutrition de l'embryon s'effectue successivement selon trois modes différents : 1° par simple assimilation directe des liquides albumineux au milieu desquels baigne l'œuf ; à ce mode de nutrition ne correspond aucun système circulatoire ; 2° par assimilation du contenu de la vésicule ombilicale ; ce contenu est apporté au corps de l'embryon par un système circulatoire qui constitue la *première circulation* ou *circulation omphalo-mésentérique* ; 3° par échange avec le sang maternel au niveau du placenta ; à ce mode de nutrition correspond la *seconde circulation* ou *circulation placentaire*.

1° L'appareil de la *première circulation* commence à se développer par le cœur ; cet organe est tout d'abord un tube cylindrique, unique et médian, qui, bientôt se tordant en S (fig. 215), commence à se contracter et à lancer son contenu dans les vaisseaux périphériques.

Les vaisseaux se forment sur place, et non par végétation du centre à la périphérie. Ce sont d'abord deux arcs aortiques qui se détachent de l'extrémité antérieure du tube cardiaque, se recourbent au-dessous du capuchon céphalique (*artères vertébrales antérieures*), se réunissent en un seul tronc (*aorte*) au niveau de la partie moyenne de la colonne vertébrale, pour se diviser bientôt de nouveau, en descendant vers l'extrémité caudale de l'embryon, en deux branches nommées *vertébrales postérieures* et qui représenteront plus tard, en se reportant encore plus en arrière, les *artères iliaques*. De ces vertébrales postérieures (fig. 215-5) naissent de nombreux rameaux artériels qui se distribuent dans tous les tissus de l'embryon, et parmi lesquels deux artères plus remarquables par leur développement considérable vont à l'intestin et à la *vésicule ombilicale* ; ce sont les deux artères essentielles à cette première circulation, les deux *artères omphalo-mésentériques* (6 — 215). Par elles, le sang va dans les parois de la vésicule ombilicale, s'y répand dans un riche réseau, qui n'occupe cependant qu'une partie de la vésicule ombilicale (*area vasculosa*, fig. 215), s'y charge des éléments nutritifs du jaune, et après s'être versé dans un sinus qui occupe la périphérie de l'*area vasculosa* (*sinus terminal*, fig. 215-1), revient par deux veines dites *omphalo-mésentériques* à l'extrémité postérieure du cylindre cardiaque (fig. 215-2, 3). Cette première circulation n'a chez

l'embryon humain que peu de durée ; la vésicule ombilicale cesse bientôt ses fonctions et s'atrophie (V. p. 707) ; dès lors, la partie correspondante des vaisseaux omphalo-mésentériques subit le même sort, et les artères ainsi que les veines omphalo-mésentériques se réduisent à une *artère mésentérique* et à une *veine mésentérique* (future *veine porte*).

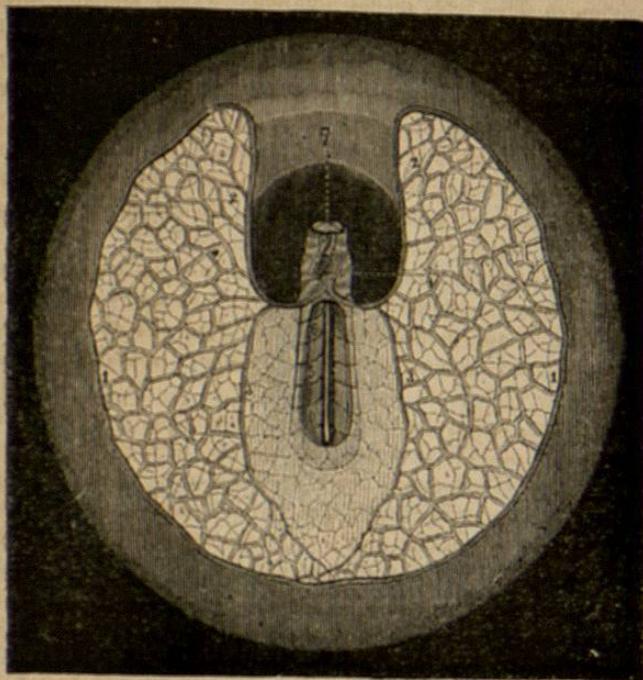


FIG. 215. — Première circulation*.

2° Ces restes de la première circulation vont, en se modifiant et par l'addition de nouveaux vaisseaux, constituer la seconde circulation, ou *circulation placentaire*. Nous allons étudier la formation des organes de ce nouveau système en partant du placenta et allant au cœur du fœtus par le système veineux, pour retourner du cœur du fœtus au placenta par le système artériel.

a. *Système veineux placentaire.* — Le sang, qui s'est chargé

* Aire vasculaire d'un embryon ; l'embryon est vu par le côté ventral ; — 1, sinus terminal ; — 2, veine omphalo-mésentérique ; — 3, sa branche postérieure ; — 4, cœur déjà incurvé en S ; — 5, aortes primitives et artères vertébrales postérieures ; — 6, artères omphalo-mésentériques. (Bischoff, *Développement de l'homme*, pl. XIV).

au niveau du placenta des principes reconstituants empruntés au sang de la mère (V. p. 713), se rend au corps du fœtus par deux veines développées sur le pédicule de l'allantoïde, et qui pénètrent dans l'embryon par l'ombilic, d'où le nom de *veines ombilicales* (5, 6, fig. 216). L'un de ces deux vaisseaux s'atrophie presque aussitôt, et il ne reste plus qu'une veine ombilicale, qui vient se jeter dans l'extrémité postérieure du cœur en se fusionnant avec le bout central de la veine mésentérique, de sorte que ce bout central, qui primitivement représentait le tronc de la veine omphalo-mésentérique, puis le tronc de la veine mésentérique, représente actuel-

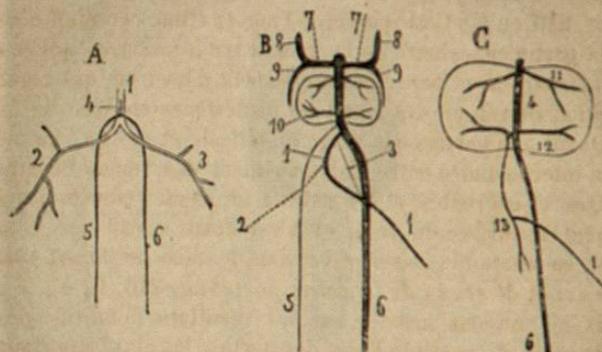


Fig. 216. — Schéma du développement des veines omphalo-mésentériques, ombilicales, et de la veine porte*.

lement le tronc commun de la veine ombilicale et de la veine mésentérique (fig. 216, A, en 1); mais les transformations ne s'arrêtent pas là. En effet, dans l'épaisseur des parois de ce tronc commun pénètre un diverticule de l'intestin, qui s'y développe bientôt en prenant un volume considérable; c'est le foie; dès que le foie se forme autour du tronc commun de la veine ombilicale et de la veine mésentérique, chacune de ces veines envoie, dans ce

* A. Stade correspondant à la fin de la première circulation et au commencement de la seconde; — 1, tronc commun des veines omphalo-mésentériques; — 2, veine omphalo-mésentérique droite; — 3, la gauche; — 4, tronc commun des veines ombilicales en voie de formation; — 5, veine ombilicale droite; — 6, la gauche.

B. Formation du foie; — 1, veine mésentérique persistante (future veine porte); — 2, 3, troncs des veines omphalo-mésentériques disparues. — 5, veine ombilicale droite en voie de disparition; — 6, veine ombilicale persistante; — 7, canaux de Cuvier; — 8, veines cardinales antérieures; — 9, veines cardinales postérieures; — 10, foie avec les veines afférentes et efférentes.

C. Formation de la veine porte et du canal d'Aranzi (état parfait de la circulation placentaire); — 1, reste de la veine omphalo-mésentérique; — 11, veine mésentérique (veine porte); — 6, veine ombilicale; — 4, canal veineux d'Aranzi; — 12, veines hépatiques afférentes; — 11, veines hépatiques efférentes. (Kölliker, *Entwickelungsgeschichte des Menschen...*, Leipzig, 1873.)

bourgeon glandulaire de plus en plus volumineux, des ramifications vasculaires qui constituent : celles venues de la veine mésentérique, les *veines hépatiques afférentes*; et celles venues du tronc commun, les *veines hépatiques efférentes*. Il résulte de cette disposition, mieux indiquée par la figure 216 (B et C) que par aucune description, que la veine mésentérique avec les veines hépatiques afférentes constitue le système de la veine porte se ramifiant dans le foie pour se continuer, par les veines hépatiques efférentes, sous le nom de veines sus-hépatiques, et déboucher finalement dans la partie du tronc commun restée libre au delà du foie (fig. 216, en C). Cette partie de l'ancien tronc commun constitue alors la partie supérieure de la veine cave inférieure, qui se complète inférieurement par le développement d'un tronc qui résume la circulation de retour des membres postérieurs en voie de formation. Quant à la partie de la veine ombilicale et de la veine mésentérique intermédiaire entre l'abouchement des veines hépatiques afférentes et efférentes, elle constitue un canal veineux qui longe librement la surface du foie, et n'est autre chose que ce qu'on connaît en anatomie descriptive sous le nom de *canal veineux d'Aranzi* et de *sinus de la veine porte* (fig. 216, C, 4).

Nous ne pouvons insister sur les résultats définitifs de cette disposition, qui constitue l'une des parties les plus importantes de l'anatomie descriptive du foie chez le fœtus. Il nous suffit de comprendre que la veine ombilicale (6, fig. 216, C), arrivée au niveau du foie, se jette en partie dans la veine porte (partie gauche de la veine porte) et communique d'autre part, grâce au canal d'Aranzi, directement avec la veine cave inférieure, et de là avec le cœur.

A ce niveau (près du cœur), s'abouchent en même temps et de chaque côté, par un canal commun (canaux de Cuvier, 7, fig. 216, C), les veines qui ramènent le sang du corps de l'embryon (veines cardinales antérieures et postérieures et veine cave inférieure; 8 et 9, fig. 216; et 3, 12, 13, fig. 217); mais cette disposition de la circulation veineuse générale ne dure que peu de temps : bientôt les veines cardinales postérieures s'atrophient en partie et ne laissent plus comme trace de leur existence que les *veines azygos* (grande et petite azygos, V. fig. 218, B). Entre les veines cardinales antérieures se forme un conduit transversal (tronc brachio-céphalique gauche, 7, A et B, fig. 218), en même temps que le canal de Cuvier du côté gauche (qui a mérité un instant le nom de *veine cave supérieure gauche* par sa disposition, voir fig. 218), s'atrophie et disparaît. Le conduit de Cuvier du côté droit persiste au contraire et constitue la veine cave supérieure (fig. 218, A et B, 6). Nous comprenons ainsi la disposition de la

veine azygos droite (grande azygos) qui vient chez l'adulte se jeter dans la veine cave supérieure, car elle représente l'extrémité centrale de la veine cardinale droite postérieure, et la disposition du tronc brachio-céphalique droit représentant l'extrémité centrale de la veine cardinale droite supérieure.

b. Cœur. — L'organe central de la circulation, qui se présentait d'abord sous la forme d'un tube rectiligne, puis contourné en S (fig. 211, 214, 215) se divise, au moyen de rétrécissement, en trois cavités : cavité auriculaire, cavité ventricu-

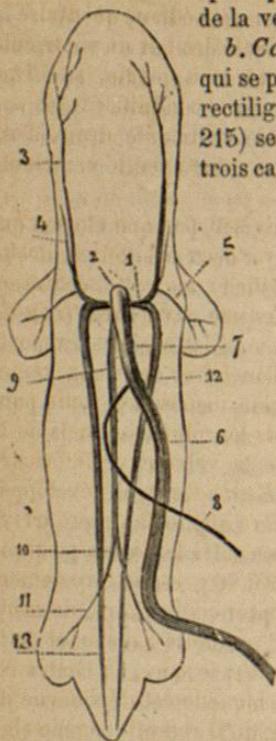


FIG. 217. — Système veineux de l'embryon.

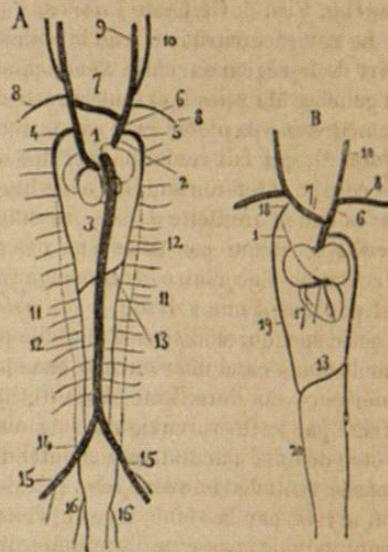


FIG. 218. — Formation du système veineux définitif.

* 1, Canal de Cuvier; — 2, point où toutes les veines viennent se jeter dans l'extrémité inférieure du cœur (future oreillette); — 3, veine cardinale antérieure; — 6, veine ombilicale; — 7, la même veine au niveau du foie, lequel n'est pas figuré, non plus que les veines hépatiques afférentes et éfferentes; — 8, veine omphalo-mésentérique; — 9, veine cave inférieure; — 12, 13, veines cardinales postérieures.

** A, Période de formation : — 1, veine cave supérieure gauche; — 2, veine cave supérieure droite (l'embryon est supposé vu par la région postérieure); — 3, cave inférieure; — 4, 5, veines cardinales inférieures (futurs azygos); — 6, Canal de Cuvier droit (future veine cave supérieure droite voir la fig. B); — 7, anastomoses entre les deux veines cardinales antérieures, futur tronc brachio-céphalique gauche; — 8, 9, 10, futures jugulaires et sous-clavières.

B, Troncs veineux persistants (comme chez l'adulte). — (Ces vaisseaux, comme dans la figure A, sont représentés comme s'ils étaient vus par la partie postérieure du corps.) — 1, veine cave supérieure gauche oblitérée; — 6, veine innommée droite; — 7, veine innommée gauche; — 8, sous-clavière; — 13, tronc de la demi-azygos; — 18, intercostale [supérieure gauche]; — 19, 20, parties supérieure et inférieure de l'azygos gauche.

laire et cavité artérielle (ou bulbe aortique). Alors il se recourbe de plus en plus en forme d'S, de telle sorte que le ventricule qui d'abord était situé en haut, se trouve en bas et en avant, et l'oreillette en haut et en arrière. En même temps que s'établit la circulation placentaire, de la pointe du ventricule part une cloison médiane qui divise la cavité ventriculaire primitive en un ventricule droit et un ventricule gauche. Dans le bulbe aortique, qui se tord en spirale, se forme également une cloison qui le partage en deux conduits tordus sur eux-mêmes, dont l'un communique avec le ventricule droit, c'est l'origine de l'artère pulmonaire future, l'autre avec le ventricule gauche, c'est l'origine de l'aorte.

La cavité auriculaire tend aussi à se diviser, par une cloison qui part de la région auriculo-ventriculaire, en deux oreillettes, droite et gauche. Mais pendant tout le reste de la vie fœtale, cette séparation demeure incomplète, et il existe toujours une ouverture (*trou de Botal*¹), qui fait communiquer les deux oreillettes. Les rapports de ce trou inter-auriculaire avec les embouchures des deux veines caves dans l'oreillette droite présentent une disposition toute particulière, et qui constitue l'un des points les plus essentiels de la circulation placentaire. L'embouchure de la veine cave inférieure est pourvue d'une valvule, la *valvule d'Eustache*, très développée à cette époque et disposée de telle manière que le sang qui arrive par la veine cave inférieure ne fait que parcourir la partie postéro-inférieure de l'oreillette droite et se trouve presque directement dirigé par cette valvule vers la cloison inter-auriculaire, de façon à être déversé par le trou de Botal dans l'oreillette gauche, et de là dans le ventricule gauche, etc. (V. plus loin); le sang, au contraire, qui arrive par la veine cave supérieure, laquelle est dépourvue de toute valvule, passe de l'oreillette droite, dans le ventricule droit, etc. (V. plus loin.) Nous verrons dans un instant comment se fait la circulation cardiaque placentaire par cette série d'orifices et de cavités, dont les communications semblent, au premier abord, constituer un véritable labyrinthe. Mais il nous faut auparavant étudier, pour compléter le cercle circulatoire, la formation du système artériel.

c. Artères. — Nous avons vu précédemment partir de l'extrémité antérieure du tube cardiaque deux branches qui se recourbaient bientôt en arrière et constituaient ce qu'on nomme la pre-

¹ Botal (ou Botalli), médecin italien du XVI^e siècle, fut médecin à la cour de Charles IX et d'Henri III. Son travail sur le cœur du fœtus a été publié à Venise en 1640.

mière paire d'*arcs aortiques*. (V. p. 720.) Bientôt au-dessous de ce premier arc aortique, réuni plus bas en une aorte impaire, se développent successivement deux ou trois autres paires d'*arcs aortiques*, qui se réunissent aussi dans le tronc médian de l'aorte descendante (fig. 219); mais l'existence de ces arcs n'est que très transitoire, et ils s'oblitérent bientôt pour la plupart, ne laissant persister que quelques-unes de leurs branches pour former les gros troncs permanents de la circulation : c'est ainsi que les arcs les



Fig. 219. — Arcs aortiques, troncs artériels permanents *

plus supérieurs disparaissent complètement (5, 4, fig. 219); le troisième forme le tronc brachio-céphalique droit, la carotide et la sous-clavière gauche; le quatrième arc disparaît à droite, mais forme à gauche la crosse de l'aorte définitive (3); le cinquième (le plus inférieur) émet de chaque côté une branche qui va se ramifier dans le poumon correspondant; et tandis que la partie qui est au delà de ce bourgeon à droite s'atrophie (2', fig. 219), sa congénère du côté gauche persiste et fait communiquer l'artère pulmonaire avec la partie descendante de la crosse de l'aorte (2, fig. 219), sous le nom de *canal artériel*. Ce canal artériel forme une disposition particulière et caractéristique de la circulation placentaire, au même titre que le trou de Botal et le canal veineux d'Aranzy (V. p. 723).

Ajoutons qu'en se divisant, le bulbe de l'aorte s'est disposé de manière que la partie de sa cavité qui communique avec le ventricule gauche se trouve d'autre part en continuité avec les restes des deux premières paires d'*arcs aortiques* (carotides, sous-clavières et crosse de l'aorte persistante), tandis que la partie de sa cavité qui communique avec le ventricule droit se continue d'autre part avec les restes du dernier arc aortique, c'est-à-dire avec l'artère pulmonaire (et le canal artériel, fig. 219, 1).

Si nous poursuivons la disposition du système artériel du centre à la périphérie, nous voyons l'aorte descendante s'allonger (V. p. 720) et les artères vertébrales postérieures devenir les *artères iliaques* : de ces artères iliaques partent deux branches relativement énormes, les *artères ombilicales* qui, suivant le

* 1. Troncs qui naissent de chaque ventricule (bulbe aortique divisé en origine de l'aorte et origine de l'artère pulmonaire); on voit au-dessus jusqu'à 5 paires d'*arcs aortiques*; les deux plus élevés disparaissent complètement; les trois plus rapprochés du cœur laissent seuls des parties permanentes, c'est-à-dire les sous-clavières et carotides droites et gauches, 5, 4; la crosse de l'aorte 3; l'aorte descendante 2; au point de jonction de la crosse et de la partie descendante de l'aorte droite on voit aboutir le canal artériel droit, qui n'a qu'une existence très transitoire (comme l'aorte droite elle-même, 2').

pédicule de l'allantoïde, et s'enroulant dans le cordon autour de la veine ombilicale unique, portent le sang du fœtus vers le placenta, où il se répand dans les capillaires des villosités, et se met avec le sang de la mère dans les rapports d'échange que nous avons précisés plus haut (p. 713). Nous sommes maintenant revenus à notre point de départ et nous avons parcouru successivement tous les divers segments du cercle de la circulation placentaire. Nous pouvons donc, dans un coup d'œil d'ensemble, préciser la manière dont le sang se meut dans ces canaux, du fœtus au placenta et du placenta au fœtus, et comment cette circulation placentaire proprement dite se mêle à la circulation des diverses parties de l'embryon (tête, membres, viscères).

Résumé (fig. 220). — Le sang venu du placenta (P, fig. 220), arrive par la veine ombilicale jusqu'à la face inférieure du foie; là il se rend dans la veine cave inférieure par deux chemins différents : une partie s'y rend directement par le canal veineux d'Aranzi; le reste se rend dans la branche gauche de la veine porte, se répand dans le lobe gauche du foie, d'où il arrive finalement encore à la veine cave inférieure par les veines sus-hépatiques correspondantes; mais on voit que, grâce à cette disposition, tandis que le lobe droit du foie ne reçoit que le sang veineux intestinal (veine porte) le lobe gauche reçoit un mélange de sang veineux intestinal (veine porte) et de sang vivifié par son passage dans le placenta (veine ombilicale). C'est ce qui explique la prédominance qui, chez le fœtus, donne à ces deux moitiés du foie des dimensions dans un rapport inverse de ce qu'elles seront chez l'adulte.

Le sang de la veine cave inférieure (*ci*, fig. 220) arrive dans l'oreillette droite; mais il ne fait pour ainsi dire qu'effleurer cette cavité sans presque se mêler au sang qui y est versé par la veine cave supérieure. En effet (V. p. 725), le sang de la cave inférieure, guidé

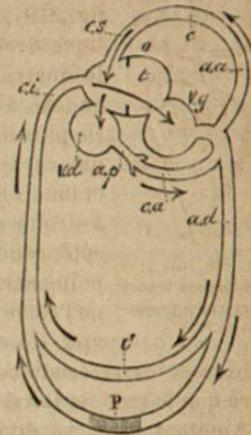


Fig. 220. Schéma de la seconde circulation (Carlet) *.

* Figure empruntée à G. Carlet (art. CIRCULATION in *Dict. encyclop. des sciences médic.*, 1^{re} série, t. XVIII, 1875, p. 482) : — a, a, aorte ascendante (portant le sang à la tête et aux membres supérieurs); — a, a', aorte descendante; — a, p, artère pulmonaire. — C, C', capillaires des extrémités supérieures (C) et inférieures (C'); — c, a, canal artériel; — c, i, veine cave inférieure; — C, S, veine cave supérieure; — o, oreillettes; — P, placenta; — t, trou de Botal; — Vd, ventricule gauche.

par la valvule d'Eustache, traverse le trou de Botal (*t*, fig. 220), arrive dans l'oreillette gauche, dans le ventricule gauche (*V*, *g*), et directement dans la crosse de l'aorte. Là une faible partie de ce sang s'engage dans l'aorte descendante (*ad*) où nous la trouverons tout à l'heure se mêlant au sang fourni par le canal artériel; la plus grande partie du sang qui est arrivée dans la crosse de l'aorte s'engage dans le tronc artériel brachio-céphalique, dans la carotide et la sous-clavière gauche (aorte ascendante: *a*, *a*, fig. 220), et va nourrir la tête et les membres supérieurs. N'oublions pas que ce sang, ainsi fourni à l'extrémité supérieure de l'embryon, est presque entièrement artériel, c'est-à-dire que c'est du sang vivifié par l'hématose placentaire, avec fort peu de sang veineux (de la veine cave inférieure et des veines sus-hépatiques). Devenu veineux, ce sang de la tête et des membres supérieurs, revient au cœur par la veine cave supérieure (CS), arrive dans l'oreillette droite, le ventricule droit (voy. p. 725), l'artère pulmonaire (*a*, *p*); comme le poumon forme à cette époque une masse compacte, c'est-à-dire très peu perméable, le sang de l'artère pulmonaire s'engage en entier dans le canal artériel (*c*, *a*, fig. 220), et de là dans l'aorte descendante (*a*, *d*), qu'il parcourt en se mêlant à une faible quantité du sang artériel qui, de la crosse de l'aorte, ne s'est pas dirigé vers l'extrémité supérieure du fœtus. Arrivé aux artères iliaques primitives, ce sang s'engage en grande partie dans les artères ombilicales, pour aller subir l'hématose au niveau du placenta (*P*), tandis qu'une plus faible partie continue son trajet dans les iliaques pour aller nourrir le bassin et les membres inférieurs du fœtus (*C'*, fig. 220).

Au point de vue de la nature du sang que reçoivent les différentes parties du corps de l'embryon, nous voyons que sa partie supérieure reçoit du sang artériel mêlé de très peu de sang veineux, tandis que sa partie sous-ombilicale reçoit du sang veineux mêlé de très peu de sang artériel. C'est une différence analogue à celle que nous avons constatée entre le sang du lobe droit et celui du lobe gauche du foie; aussi trouvons-nous encore une différence identique au point de vue du développement relatif des parties inférieure et supérieure de l'embryon, c'est-à-dire que la partie sus-ombilicale du corps l'emporte de beaucoup sur la partie sous-ombilicale.

Cette circulation placentaire, ou seconde circulation, persiste, avec le mode de nutrition et de respiration auquel elle est adaptée, jusqu'à la naissance. A ce moment les fonctions du placenta cessent, pour être remplacées par les fonctions de nutrition et de respiration que nous avons étudiées chez l'adulte. La circulation placentaire est alors remplacée par la circulation définitive, la circula-

tion de l'adulte (ou troisième circulation). A cet effet, les parties caractéristiques de système placentaire disparaissent en s'oblitérant. Ce sont successivement, et en suivant le même ordre que dans l'étude précédente: d'abord le placenta qui est rejeté après l'expulsion du fœtus (sous le nom de *délivre* ou *arrière-faix*); la veine ombilicale qui est sectionnée et oblitérée par mâchonnement du cordon chez les animaux, et par section directe et ligature chez la femme. La partie de cette veine qui va de l'ombilic au foie s'oblitére également par rétraction de ses parois, ainsi que le canal veineux d'Aranzi; ces vaisseaux sont remplacés par des cordons fibreux que l'on étudie en anatomie descriptive. Dans le cœur, la valvule d'Eustache s'atrophie, le trou de Botal s'oblitére et les deux oreillettes se trouvent dès lors parfaitement séparées, l'oreillette droite transmettant au ventricule correspondant aussi bien le sang de la veine cave inférieure que celui de la veine cave supérieure.

D'autre part, le poumon est devenu perméable, et, le canal artériel s'oblitérant, le sang du ventricule droit va tout entier dans le poumon¹; il parcourt, en un mot, le cercle que nous avons étudié sous le nom de petite circulation (V. p. 210). Enfin, dans la partie artérielle de la grande circulation, les artères ombilicales s'oblitérent par hypertrophie et rétraction de leurs parois, et sont représentées par les cordons fibreux que l'on trouve sur les côtés de la vessie; l'aorte ne porte plus alors de sang qu'aux membres, aux parois du corps et aux viscères; les deux cercles de la circulation définitive sont constitués avec leur complète indépendance.

RÉSUMÉ. — Les tubes séminifères du testicule produisent des *spermatoblastes*, qui se transforment en *spermatozoïdes*, éléments caractéristiques du sperme. Ces éléments sont en forme de long *cil vibratile* (queue du spermatozoïde) avec une extrémité renflée (tête du spermatozoïde). Ces spermatozoïdes ne deviennent libres (dissociation de *faisceaux de sperma-*

¹ Quelques auteurs ont pensé que la circulation de l'adulte s'établit graduellement et que dans le canal artériel passent encore, pendant deux ou trois jours, des quantités de sang décroissantes. Les expériences de Contejean, faites sur des chiens une heure après la naissance, lui ont montré que dès ce moment le canal artériel ne fonctionne plus. L'étude anatomique lui a montré le canal artériel accolé aux troncs pulmonaires, de sorte que lorsque le sang allant aux poumons gonfle ces troncs, le canal artériel se trouve oblitéré par compression. Du reste, déjà deux heures après la naissance, les cellules de la membrane interne du canal artériel sont gonflées, avec noyaux sphériques, et dès lors cette tunique prolifère et pousse des bourgeons jusqu'à l'oblitération du canal, résultat atteint le cinquième jour. Les artères ombilicales s'oblitérent par le même mécanisme, mais le processus est plus lent (Ch. Contejean: *Sur la circulation des mammifères au moment de la naissance. Acad. des sciences*, 23 déc. 1889).

tozoïdes provenant de la *grappe de spermatoblastes* qu'au niveau du canal de l'épididyme; dès lors, ils présentent des mouvements caractéristiques, que les acides arrêtent, que les liquides alcalins excitent (comme pour les cils vibratiles).

Les *vésicules séminales* sécrètent un liquide destiné à diluer le sperme. L'*érection* se produit par un phénomène réflexe dont les points de départ sont très variables. Le mécanisme de l'érection est complexe; les tissus érectiles (corps caverneux et portion spongieuse de l'urètre) se remplissent de sang à une forte tension, vu: 1° un acte de dilatation vaso-motrice; 2° l'obstacle à la circulation en retour.

L'*éjaculation* est produite, d'une manière saccadée, par le muscle de Wilson, qui laisse échapper, en se relâchant par saccades, le sperme accumulé avec une forte tension derrière lui.

L'ovaire est un organe où se forment, à une époque embryonnaire très primitive, des tubes épithéliaux; ces tubes successivement étranglés comme en chapelets, s'égrènent pour ainsi dire en *vésicules closes* (follicules de Graaf) dans lesquelles se trouve (au milieu du *disque prolifère*) la cellule *ovule* (membrane vitelline, vitellus, vésicule germinative, tache germinative). A chaque période menstruelle (érection de l'ovaire et hémorragie utérine) il y a débiscence d'une vésicule de Graaf, dont le contenu est projeté dans le *pavillon de la trompe* alors appliqué sur l'ovaire. La vésicule ouverte et vidée devient, en se cicatrisant, un corps jaune.

La *fécondation* résulte de la rencontre de l'ovule avec les spermatozoïdes et de la pénétration de l'élément femelle par l'élément mâle. Cette rencontre a lieu dans le tiers externe de la trompe, au niveau du pavillon ou au niveau de l'ovaire lui-même (?); la vésicule germinative, après avoir donné naissance aux globules polaires, s'étant réduite à un *pronucléus femelle*, la tête du spermatozoïde forme dans l'ovule le *pronucléus mâle*. Ces deux pronucléus se fusionnent et il en résulte le *noyau vitellin*, qui va présider à la segmentation de l'œuf.

L'*ovule fécondé*, arrivé dans l'utérus, y provoque, par sa présence, une hypertrophie de la muqueuse utérine, d'où résulte la formation de la *caduque*: en même temps que dans l'ovaire, par un travail sympathique, se produit l'évolution caractéristique des *vrais corps jaunes* (corps jaunes de grossesse).

L'œuf fécondé subit lui-même une série de métamorphoses: Segmentation du vitellus, formation de la *vésicule blastodermique*, apparition de la tache *embryonnaire*, puis de la *ligne primitive*. (Il nous est impossible de résumer la formation des membranes de l'œuf; une simple énumération ferait double emploi avec la table des matières; nous renvoyons donc le lecteur aux chapitres consacrés à ces sujets, chapitres, qui, pour les *membranes*, pour la *formation du corps*, pour la *circulation fœtale*, sont eux-mêmes un résumé aussi succinct que possible de ces questions importantes d'embryologie.)

FIN

TABLE DES MATIÈRES

PRÉFACE DE LA SEPTIÈME ÉDITION. V

I. Physiologie générale.

I. PHYSIOLOGIE. — HISTORIQUE.	1
Bichat, 2; Magendie, 3; Claude Bernard, 3.	
II. PHYSIOLOGIE SPÉCIALE ET PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE; PHYSIOLOGIE CELLULAIRE.	4
Distinction de la physiologie générale et de la physiologie spéciale, 4; Physiologie cellulaire, 5; La cellule, ses propriétés, ses dimensions microscopiques, 6; Forme, 6; Propriétés du <i>protoplasma</i> , 8; Couleur, élasticité, 8; composition chimique, 9; Pouvoir électro-moteur, 9; Ténacité de composition, 10; Vie et évolution, 10; Naissance: théorie de la genèse, 11; Segmentation et Caryokinèse, 12; Fonctionnement; Mort, 14; Excitabilité, 15.	
III. DIFFÉRENTES ESPÈCES DE CELLULES; LEURS ROLES PARTICULIERS; SCHEMA DE L'ORGANISME; PLAN DE CETTE PHYSIOLOGIE.	16
Segmentation du vitellus et formation du blastoderme, 16; Feuillet du blastoderme, 18; Quatre espèces de globules: 1° Epithéliaux, 19; 2° Nerveux, 20; 3° Sanguins, 20; 4° Embryonnaire, 21; Schéma de l'organisme, 22; Division de l'étude de la physiologie, 23.	
Résumé sur la physiologie générale.	23

II. Système nerveux.

I. ÉLÉMENTS ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE DU SYSTÈME NERVEUX.	25
Éléments anatomiques, 24; Recherches de Ranvier, 27; Nutrition du système nerveux, 29; Force électro-motrice, 29; Propriétés générales et fonctionnement général des éléments nerveux, 30; Action réflexe, fibres centripètes et centrifuges, 30; Conductibilité indifférente: expériences de Vulpian et P. Bert, 31; Excitants du système nerveux, 33; Excitation des nerfs par l'électricité, 34; Théorie de l'interférence nerveuse de Cl. Bernard, et nerfs d'arrêt, 35; Excitants physiologiques, 36; Excitabilité des éléments nerveux, 36; Expérience de Cl. Bernard avec le curare, 37; Électrotonus, 38.	