gouttière que forment les corps caverneux se rejoignent en dessous pour former l'urèthre, la fente assez étendue qui existe encore en avant du périnée se soude et forme le scrotum. Les corps caverneux de la femme, indépendamment de ce qu'ils se développent beaucoup moins, n'ont pas de tendance à se porter par en haut. La cloison périnéale se forme et en même temps la cloison recto-vaginale ; le vagin se trouve dès lors isolé du cloaque. Quant à la portion qui correspond au scrotum de l'homme, elle persiste à l'état de fente et constitue l'ouverture vulvaire.

Il résulte de ce mode de développement des organes externes de la génération de l'homme et de la femme, qu'à une certaine période du développement, il est impossible de distinguer nettement les sexes. Tant que les deux corps caverneux ne sont pas réunis en dessous pour former l'urèthre, et tant que la fente scrotale ne s'est pas soudée pour former la poche des bourses, la confusion est possible. Lorsque, par suite d'un arrêt de développement, la formation de la portion spongieuse de l'urèthre n'a pas lieu, c'est-à-dire lorsque la soudure inférieure des corps caverneux fait défaut, et lorsqu'en même temps la fente scrotale persiste chez l'homme, celui-ci offre les apparences de l'hermaphrodisme. Lorsque, chez la femme, les corps caverneux, très développés, ont donné naissance par la soudure inférieure des bords de leur gouttière à la portion spongieuse de l'urèthre, celle-ci présente également les apparences de l'hermaphrodisme. Mais l'hermaphrodisme est apparent et non réel. Ce sont les testicules ou les ovaires qui déterminent le sexe, et donnent à l'ensemble général de l'individu les caractères qui lui sont propres. Le véritable hermaphrodisme serait celui où non-seulement les organes externes de la génération, mais aussi les testicules, les ovaires, les canaux déférents et les trompes existeraient sur un seul et même individu, ce qui ne s'est jamais vu (Voy. § 397).

§ 411.

Dimensions et poids du fœtus aux diverses époques du développement. — L'activité du mouvement de nutrition est d'autant plus grande qu'on se rapproche davantage de l'époque de la conception. Haller observe qu'à la fin du premier jour de l'incubation, l'embryon d'oiseau est quatre-vingt-dix fois plus pesant qu'il ne l'était au commencement de ce jour ; tandis qu'au vingt et unième jour de l'incubation (c'est-à-dire au dernier), l'accroissement de l'animal est six cents fois moins considérable que celui du premier jour, car il n'a guère augmenté, durant les dernières vingt-quatre heures, que d'un sixième de son poids. Il en est de même pour les mammifères. Les premières formations embryonnaires s'accomplissent avec une extrême rapidité, et c'est là surtout ce qui rend difficile l'étude des premières phases du développement.

L'œuf n'a pas 1 millimètre de diamètre au moment où il arrive dans l'utérus. Quinze ou vingt jours plus tard, c'est-à-dire à la fin du premier mois du développement, l'embryon a déjà près de 1 centimètre de longueur, et l'œuf est par conséquent mille fois plus volumineux, au moins, qu'il ne l'était à son arrivée dans l'utérus. Au bout de la cinquième semaine, l'embryon a environ 1 centimètre 1/2, et sa tête, alors bien distincte, mesure à peu près la moitié de sa longueur. Le fœtus de six semaines a 2 centimètres ; il s'isole nettement de ses annexes, et le cordon qui commence à établir ses rapports avec le

chorion et avec l'utérus a déjà 1 centimètre de longueur. Le fœtus de deux mois a près de 3 centimètres ; celui de deux mois et demi a 4 centimètres 1/2 et pèse près de 50 grammes. Le fœtus de trois mois a 10 centimètres de longueur et pèse 80 grammes ; celui de quatre mois a 18 centimètres de longueur et pèse 200 grammes ; celui de cinq mois a 25 centimètres de longueur et pèse 400 grammes ; celui de six mois a 35 centimètres de longueur et pèse 700 grammes ; celui de sept mois a 40 centimètres de longueur et pèse de 1,200 à 1,300 grammes ; celui de huit mois a 45 centimètres de longueur et pèse de 2 kilogrammes à 2 kilogrammes 1/2 ; celui de neuf mois a 48 ou 50 centimètres de longueur et pèse 3 ou 4 kilogrammes.

Les nombres que nous venons de transcrire n'ont rien d'absolu et ne sont que des *moyennes ;* ils peuvent varier aux diverses périodes de l'évolution. L'enfant qui vient au monde peut mesurer 60 centimètres de longueur et peser jusqu'à 5 ou 6 kilogrammes, comme aussi il peut être beaucoup plus petit et ne peser que 2 kilogrammes ou 2 kilogrammes 1/2.

CHAPITRE VI

FONCTIONS DE L'EMBRYON

§ 412.

Circulation du fœtus. — Pendant que les organes et les tissus de l'embryon apparaissent, l'appareil vasculaire sanguin se développe également. Nous aurions pu étudier l'évolution de ce système dans le chapitre précédent. Il nous a paru préférable de rapprocher cette étude de celle de la circulation fœtale, celle-ci variant aux diverses périodes du développement, à mesure que l'appareil dans lequel circule le sang se modifie et se perfectionne.

Première circulation. — Les premiers vestiges de l'appareil vasculaire sanguin se montrent de très bonne heure et presque aussitôt que la moelle épinière. Ces vestiges se développent dans le feuillet moyen du blastoderme qu'on désigne souvent pour cette raison sous le nom de feuillet vasculaire, et sur les confins de l'aire germinative. C'est vers le quinzième jour que se montrent les premiers rudiments de la circulation. Ils consistent d'abord en vaisseaux formant un cercle à

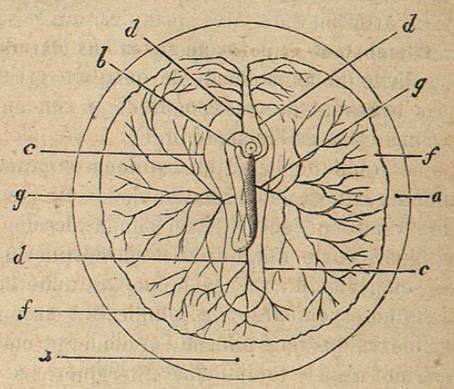

Fig. 372.
PREMIÈRE CIRCULATION DE L'EMBRYON.

a, a, vitellus.
b, cœur.
c, c, amnios.
f, f, vésicule ombilicale.
d, d, d, veines omphalo-mésentériques.
g, g, artères omphalo-mésentériques.

peu près complet (sinus terminal), d'où partent, d'un côté des rameaux qui communiquent avec le corps de l'embryon, et, de l'autre, d'autres rameaux qui recouvrent toute la surface externe du feuillet interne de la vésicule blastodermique, lequel devient bientôt la vésicule ombilicale. Du côté de l'embryon, ces vaisseaux se mettent en rapport avec le cœur, qui s'est développé simultanément dans la région céphalique. Ces vaisseaux ainsi que le cœur se développent sur place, dans le lieu qu'ils occupent, et non pas par la poussée du liquide chassé par le cœur, comme quelques auteurs l'ont pensé. Le cœur, formé par une cavité unique, ne tarde pas à s'allonger et à s'incurver en forme de S.

Dès le moment où la *première circulation* s'établit, le sang se meut dans cet appareil circulatoire élémentaire, sous l'influence des contractions du cœur (*punctum saliens*), et voici quel est son trajet. Chacune des extrémités du cœur donne naissance à deux vaisseaux. Les vaisseaux qui se détachent de la partie supérieure du cœur représentent les artères : on les nomme aortes ou *arcs aortiques*. Les arcs aortiques se recourbent vers le bas dès le moment de leur origine, et, appliqués contre la colonne vertébrale, se réunissent en un seul tronc vers la partie moyenne du corps de l'embryon et se partagent de nouveau en deux troncs (les vertébrales postérieures qui représenteront plus tard les artères iliaques). Des vertébrales postérieures naissent des rameaux qui vont aux tissus de l'embryon, qui se développent et parmi lesquels deux artères (Voy. fig. 373, *t*), remarquables par leur développement, sortent par l'ombilic qui se dessine, et vont se ramifier sur la vésicule ombilicale et par l'intestin. Ces deux artères portent le nom d'artères *omphalo-mésentériques*. Après avoir fourni sur la vésicule ombilicale l'*area vasculosa*, leurs rameaux se rendent au sinus terminal. Du sinus terminal naissent les veines, sous le nom de veines *omphalo-mésentériques* (Voy. fig. 373, *q*). Ces veines se réunissent en deux troncs terminaux, rentrent dans le corps de l'embryon par l'ombilic, et vont se terminer à l'extrémité inférieure du cœur rudimentaire. Les ramifications artérielles des arcs aortiques, qui se sont distribuées dans le corps même de l'embryon, sont beaucoup moins considérables que celles qui se répandent sur la vésicule ombilicale. Le sang de ces fines artères est ramené au cœur par des branches veineuses déliées, qui opèrent leur jonction avec les troncs des veines omphalo-mésentériques.

La première circulation est donc en grande partie extrafœtale : on peut lui donner le nom de circulation de la vésicule ombilicale. La première circulation est subordonnée à l'existence de la vésicule ombilicale, et elle n'a, comme elle, qu'une courte durée [1]. Elle est destinée à fournir, dans les premiers temps, à l'embryon qui se dévoloppe, des matériaux de nutrition. Les vaisseaux qui circulent sur la vésicule ombilicale reçoivent, par absorption, les matériaux liquides contenus dans cette vésicule, et ces matériaux sont portés à l'embryon par les veines omphalo-mésentériques. La vésicule ombilicale et les vaisseaux qui la recouvrent jouent, en quelque sorte, le rôle d'un premier placenta. Chez les oiseaux, la vésicule ombilicale persiste jusqu'au terme du développement de l'embryon, et même encore après qu'il est sorti de la coquille ; la masse du jaune, qui est considérable chez lui, sert, en effet, à la nourriture

[1] Les vaisseaux omphalo-mésentériques s'atrophient en même temps que la vésicule ombilicale. Il ne reste plus que la portion intra-fœtale d'une artère mésentérique et d'une veine mésentérique (future veine porte).

du jeune animal pendant toute la période de l'incubation et pendant les quelques jours qui suivent.

Deuxième circulation. — La seconde circulation de l'embryon commence quand la communication de l'intestin avec la vésicule ombilicale disparaît. Au moment où nous sommes arrivé, c'est-à-dire à la fin du premier mois, la seconde circulation avait déjà été préparée par l'apparition et par la croissance de la vésicule allantoïde (Voy. § 407).

A peine cette vésicule s'est-elle montrée, par bourgeonnement, sur la partie inférieure de l'intestin de l'embryon, qu'on aperçoit à sa surface des ramifications vasculaires ; cette vésicule croît rapidement et gagne la surface interne

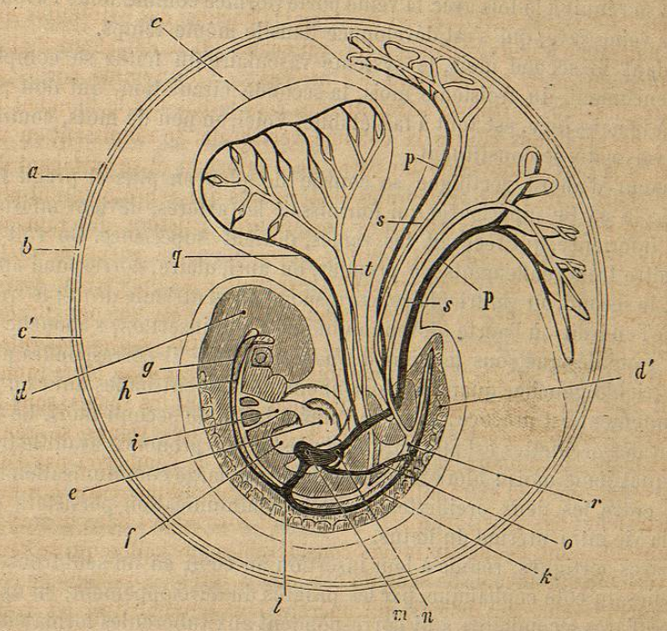

Fig. 373.

PASSAGE DE LA PREMIÈRE A LA SECONDE CIRCULATION.

abc', chorion résultant de la fusion de la membrane vitelline, du feuillet externe de la vésicule blastodermique, et de la transformation de la vésicule allantoïde.
c, la vésicule ombilicale qui diminue.
d, portion céphalique de l'embryon.
d', portion caudale de l'embryon.
e, cavité ventriculaire du cœur.
f, cavité auriculaire du cœur.
i, tronc aortique formant les arcs aortiques.
h, tronc représentant l'aorte thoracique.
g, tronc qui deviendra la veine cave supérieure.
k, tronc de la veine azygos.
l, confluent des deux troncs veineux *g* et *k*.
m, confluent de toutes les veines à leur entrée dans la cavité auriculaire du cœur.
n, tronc résultant de la réunion des veines allantoïdiennes *p,p* et de la veine omphalo-mésentérique *q*.
o, veine cave inférieure.
p,p, veines allantoïdiennes.
q, veine de la vésicule ombilicale (veine omphalo-mésentérique.
r, aorte abdominale.
s,s, artères allantoïdiennes.
t, artère de la vésicule ombilicale (artère omphalo-mésentérique.

de l'œuf. Les vaisseaux qu'elle porte s'anastomosent promptement à la périphérie, avec les ramifications vasculaires qui se développent dans les villosités du chorion. Les communications de l'embryon avec la mère se trouvent donc établies dès le commencement du second mois. A la fin du premier mois, il y a par conséquent une période où la circulation fœtale comprend en même temps

la circulation de la vésicule ombilicale, qui disparaît, et la circulation de la vésicule allantoïde, qui s'établit, et qui n'est que le début de la circulation placentaire. La figure 373 représente cette période de transition.

Les vaisseaux de la vésicule allantoïde sont d'abord au nombre de quatre : deux artères et deux veines (Voy. fig. 373, *s*, *s*, *p*, *p*). Quand la vésicule allantoïde a rempli son rôle, une des veines s'atrophie, et il ne reste plus que deux artères et une veine. Ces deux artères et cette veine persistent jusqu'à la naissance, et forment les vaisseaux du *cordon ombilical*. Les deux artères communiquent avec les iliaques, branches de l'aorte descendante. L'aorte descendante, double dans l'origine, s'est promptement transformée en un seul tronc. La veine du cordon se réunit à la fois avec la veine porte (formée comme nous l'avons vu) et avec la veine cave, qui s'est développée dans le même temps.

Pendant le second mois, le système vasculaire du fœtus se complète. Au commencement du troisième mois, la seconde circulation, qui doit persister jusqu'à la naissance, est tout à fait établie. Voici, en peu de mots, comment les divers vaisseaux se constituent.

Le cœur d'abord rectiligne se courbe de plus en plus et prend la forme d'un S ; la partie supérieure, qui fournissait les artères, devient inférieure ; la partie inférieure, qui recevait les veines, devient supérieure. On voit bientôt apparaître trois renflements : le premier, ou auriculaire, correspond aux oreillettes ; le second, ou ventriculaire, correspond au ventricule droit ; le troisième, placé à l'endroit où l'aorte (devenue unique à son insertion) s'abouche avec le cœur, a été désigné sous le nom de *bulbe* aortique ; il correspondra plus tard au ventricule gauche, quand le cloisonnement des ventricules aura eu lieu. Ce cloisonnement est précoce ; il est terminé à la fin du second mois. Le cloisonnement des oreillettes est plus tardif ; il n'est guère prononcé avant le troisième ou le quatrième mois : alors il reste encore une large communication (*trou de Botal*) entre les deux oreillettes, et cette communication persistera pendant toute la vie intra-utérine du fœtus.

Les arcs aortiques, réunis à leur insertion au cœur en un seul tronc, se sont multipliés du côté céphalique, par les progrès du développement, en un certain nombre d'arcs secondaires, qui correspondent aux tubercules formateurs de la face et du cou (Voy. § 410). Ces arcs, en se modifiant, donnent naissance à la crosse de l'aorte, à l'artère pulmonaire, aux artères sous-clavières, aux artères carotides et à leurs branches. Ce qu'il faut surtout noter ici, c'est que de cette transformation des vaisseaux il résulte, entre l'aorte et l'artère pulmonaire, une large communication par l'intermédiaire d'un canal, qui ne s'oblitérera qu'après la naissance. Ce canal est le *canal artériel*.

Les deux aortes descendantes, nous l'avons dit, se sont fusionnées en une seule ; les iliaques ont pris naissance, et c'est sur ces dernières que s'implantent les artères du cordon (artères ombilicales). Ces artères (Voy. fig. 374, *l*, *l*), qui établiront, pendant toute la vie intra-utérine, une communication vasculaire entre le fœtus et le placenta, disparaîtront après la naissance, et se transformeront en cordons fibreux.

Les veines se sont développées en même temps que les artères. Les veines du tronc et des membres, de même que les artères, prennent naissance sur place. D'abord connues sous le nom de *cardinales*, et au nombre de quatre, les veines qui se jettent dans les cavités auriculaires du cœur seront bientôt réduites à

deux (veine cave inférieure, veine cave supérieure), et recueilleront le sang des diverses veines du corps qui ont pris naissance.

Quand la seconde circulation est établie, le sang qui vient du placenta se dirige vers le fœtus par la veine ombilicale du cordon, et il retourne du fœtus au placenta, par l'intermédiaire des artères ombilicales. L'existence du *canal veineux*, celle du *canal artériel*, et celle du *trou de Botal* introduisent dans la circulation du fœtus certaines différences avec la circulation de l'adulte. Voici comment les choses se passent.

Le sang, arrivé du placenta à l'ombilic par la veine ombilicale (Voy. fig. 374, *c*), se divise en deux parties. Une portion pénètre dans le foie par les branches *d*, *d*, qui communiquent avec la veine porte. L'autre partie de la veine ombilicale, désignée sous le nom de *canal veineux* (*z*), gagne directement la veine cave inférieure *e*. Le sang qui s'est introduit dans le foie est d'ailleurs destiné à rejoindre la veine cave inférieure, par les veines sus-hépatiques [1]. Le sang engagé dans la veine cave inférieure arrive à l'oreillette droite *f*. La disposition de la valvule d'Eustachi, placée à l'orifice de la veine cave inférieure, et l'existence du trou de Botal, font que la plus grande partie du sang passe de l'oreillette droite dans l'oreillette gauche *g*. De l'oreillette gauche le sang passe dans le ventricule gauche *h*, par l'orifice auriculo-ventriculaire ; puis les contractions du cœur le font passer dans l'aorte *i*, et dans toutes les branches de l'aorte, telles que les carotides *m*, *m*, les sous-clavières *o*, *o*, l'aorte descendante *kk*. Le sang qui descend par l'aorte descendante s'engage en partie dans les iliaques *t*, et en partie dans les artères ombilicales *l*, qui le ramènent au placenta.

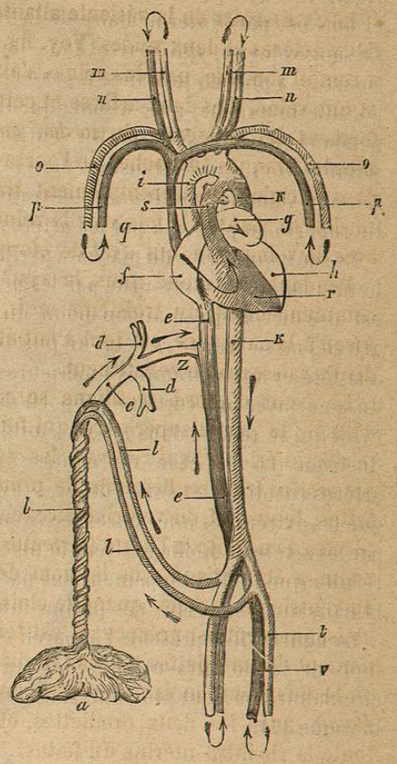

Fig. 374.

CIRCULATION FŒTALE JUSQU'AU MOMENT DE LA NAISSANCE.

a, placenta.
b, cordon ombilical.
c, veine ombilicale.
d, *d*, portion de la veine ombilicale qui va au foie. L'autre portion, qui gagne la veine cave inférieure, porte le nom de *canal veineux*.
e, *e*, veine cave inférieure.
f, oreillette droite.
g, oreillette gauche.
h, ventricule gauche.
i, aorte ascendante.
k, *k*, aorte descendante.
l, *l*, artères ombilicales.
m, *m*, artères carotides.
n, *n*, veines jugulaires.
o, *o*, artères sous-clavières.
p, *p*, veines sous-clavières.
q, veine cave supérieure.
r, ventricule droit.
s, artère pulmonaire fournissant deux rameaux (coupés sur la figure) qui vont au poumon. Après avoir fourni ces deux rameaux, l'artère pulmonaire se jette dans l'aorte et porte le nom de *canal artériel*.
t, artère iliaque.
v, veine iliaque.
z, canal veineux.

Le sang veineux, qui revient des parties supérieures de l'embryon, par les veines jugulaires *n*, *n*, par les sous-clavières *p*, *p*, et, en résumé, par le tronc de la veine cave supérieure *q*, arrive à l'oreillette droite *f*. Le sang veineux, qui

[1] Ces veines ne sont pas représentées sur la figure. Elles procèdent du foie et vont se jeter dans la veine cave inférieure, à l'embouchure même du *canal veineux*.