

Bibliothèque numérique

medic@

**Quénu, E.. - Développement du coeur
et du péricarde**

1883.

***Paris : Typographie Georges
Chamerot***

Cote : 90975



Licence ouverte. - Exemplaire numérisé: BIU Santé
(Paris)

Adresse permanente : [http://www.biusante.parisdescartes
.fr/histmed/medica/cote?90975x1883x07x05](http://www.biusante.parisdescartes.fr/histmed/medica/cote?90975x1883x07x05)

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

DÉVELOPPEMENT

DU

CŒUR ET DU PÉRICARDE

THÈSE

PRÉSENTÉE AU CONCOURS DE L'AGRÉGATION

(ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE)

PAR

LE D^r E. QUÉNU

CHIRURGIEN DES HOPITAUX

Ancien chef du laboratoire d'histologie et ancien Prosecteur des hôpitaux

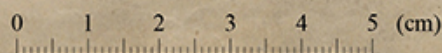
Membre titulaire de la société anatomique

PARIS

TYPOGRAPHIE GEORGES CHAMEROT

19, RUE DES SAINTS-PÈRES, 19

1883



CONCOURS D'AGRÉGATION

(SECTION D'ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE ET D'HISTOIRE NATURELLE)

MEMBRES DU JURY

Président : M. BECLARD.

Juges : MM. BAILLON.

FELTZ.

LABOULBÈNE.

ORÉ.

ROBIN.

SAPPEY.

TILLAUX.

Secrétaire : M. CADIAT.

COMPÉTITEURS

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE

MM. DEBIERRE.

DEMON.

IMBERT.

PLANTEAU.

QUÉNU.

RENÉ.

REYNIER.

SADLER.

VARIOT.

WERTHEIMER.

HISTOIRE NATURELLE

MM. BEAUVISAGE.

BLANCHARD.

GRANET.

HENNEGUY.

LEMAIRE.

MACÉ.

MANGENOT.

A LA MÉMOIRE

HOBIN.

SABREY.

de
TILLAGE.

Secrétaire : M. GADAT.

M. LE D^R E. ARCHAMBAULT

COMPÉTITEURS

HISTOIRE NATURELLE

MM. BEAUVISAGE.

BLANCHARD.

GRANET.

HERNIGUY.

LEMAIRE.

MAGE.

MASSIGNOT.

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE

MM. DEBIERRE.

DEMON.

IMBERT.

PLANTEAU.

QUÉNU.

RENN.

REYNIER.

SABREY.

VARIO.

WERTHEIMER.

DISCOURS D'ACCESSION

PRONONCÉ À L'ACADEMIE DE MEDECINE LE 10 JANVIER 1855

PAR M. LE D^r E. ARCHAMBAULT

A LA MÉMOIRE

DE

M. LE D^r E. ARCHAMBAULT

PAR M. LE D^r E. ARCHAMBAULT

PRONONCÉ À L'ACADEMIE DE MEDECINE

LE 10 JANVIER 1855

PAR M. LE D^r E. ARCHAMBAULT

DE

PAR M. LE D^r E. ARCHAMBAULT

DE

PAR M. LE D^r E. ARCHAMBAULT

DE

PAR M. LE D^r E. ARCHAMBAULT

DE

PAR M. LE D^r E. ARCHAMBAULT

DE

DÉVELOPPEMENT

DU

CŒUR ET DU PÉRICARDE

INTRODUCTION

Le cœur est un organe contractile chargé d'imprimer un mouvement circulatoire au liquide nourricier.

Chez les mammifères et les oiseaux, l'agent moteur de la circulation se compose de quatre cavités communiquant deux à deux, ce qui a fait distinguer deux cœurs, un cœur droit et un cœur gauche; chacun possède deux renflements: l'oreillette qui reçoit les veines, le ventricule d'où partent les artères.

Ces deux cœurs ne communiquent entre eux que par l'intermédiaire de deux systèmes vasculaires (artères, veines et capillaires), l'un de la grande circulation; l'autre de la petite circulation ou circulation pulmonaire.

On dit encore que les mammifères et les oiseaux sont des animaux à double circulation.

Q.

1

L'étude du développement nous offre au début une disposition bien moins complexe : à une certaine période que l'on considérait jadis comme initiale, le cœur se montre réduit à un tube communiquant d'un côté avec les vaisseaux centripètes, de l'autre avec les vaisseaux centrifuges.

Dès son apparition, le cœur est situé dans une cavité d'abord banale, qui se clôt ensuite et va constituer le péricarde.

Le sac péricardiaque et son contenu se développent de très bonne heure et dans le même point chez les vertébrés, mais suivant le développement ultérieur des différentes parties de l'embryon, le cœur sera susceptible d'occuper une situation bien différente : placé sous la gorge, très près de la tête chez les poissons, le cœur se trouve enfoncé chez la plupart des vertébrés dans une cavité qui lui est commune avec le poumon, c'est la cage thoracique.

Il ressort de cet exposé que le développement du cœur comprend deux points bien différents : Où se fait l'apparition du premier rudiment cardiaque ? Comment se forme autour de lui cet appareil de glissement et de protection qui va s'appeler le péricarde ? Quelle est, aux différentes périodes du développement, la topographie du muscle et de son sac ? Voilà une série de questions qui répondent à ce que nous pourrions appeler le développement régional du cœur.

D'autre part, ce tube simple qui résulte de la coalescence de deux moitiés primitivement distinctes, doit se transformer complètement, grâce à un processus de cloisonnement et à la naissance de replis ou valvules ; c'est à l'ensemble de ces phénomènes que j'appliquerai le terme de

développement morphologique. Il est entendu qu'il n'y a pas là une division répondant à un ordre chronologique absolu : l'évolution du péricarde s'accomplit et se poursuit pendant que le canal cardiaque s'infléchit et s'étrangle, mais la clarté de la description exige deux chapitres distincts. Toutefois nous ne ferons commencer cette scission qu'au moment où les deux rudiments cardiaques se sont réunis, car antérieurement tout se tient et se lie étroitement dans le développement du cœur.

Rappelons enfin que le cœur est le premier muscle en date ; sa naissance nous fait assister à l'origine du tissu contractile. Le développement du cœur serait incomplet sans un chapitre d'histogénie.

La plupart des embryologistes qui ont étudié le développement du cœur se sont adressés aux mammifères et surtout aux oiseaux, en raison même de la facilité à se procurer des embryons et surtout à avoir des notions exactes et comparables sur les âges des sujets étudiés. Mais les recherches ont aussi porté sur les autres vertébrés (poissons, reptiles), sur les crustacés, etc., et nous serons conduit à rechercher si les grandes lignes du développement restent identiques, si une proposition générale ne peut être formulée.

Ce plan nous semble nécessiter une sorte de tableau préliminaire de l'appareil central de la circulation dans la série animale : nous retrouverons parfois, dans la phase embryonnaire, des dispositions élémentaires du cœur non sans analogies avec celles que présentent certains animaux inférieurs ; mais il faut se garder d'admettre que chez le vertébré l'appareil circulatoire puisse être considéré, à telle ou telle époque du développement, comme

une sorte d'ébauche temporaire, comme le représentant transitoire de ce qui est resté définitif chez un crustacé ou un mollusque.

En bas de l'échelle animale, chez les zoophytes, l'irrigation nourricière n'est pas spécialisée, mais confondue avec la fonction digestive.

Chez les tuniciers (embranchement des mollusques), le mouvement, dû jusque-là aux cils vibratiles, est imprimé par un tissu nouveau, le tissu musculaire; l'irrigation s'accomplit sous l'influence d'un réservoir contractile spécial, d'un cœur. Du reste ce cœur est réduit à un simple tube recourbé en anse, à fibres annulaires dont les contractions successives rappellent le péristaltisme de l'intestin.

Chez les gastéropodes, le cœur se compose d'un ventricule et d'une oreillette placés sur le trajet du sang artériel, des valvules s'opposent au renversement du courant. Les oreillettes se dédoublent chez quelques acéphales.

Chez les crustacés de même que chez les mollusques, le cœur est artériel, c'est-à-dire que le sang lui arrive oxygéné après avoir traversé les branchies, pour être chassé par ses contractions dans les vaisseaux artériels. La cavité cardiaque est unique et réduite au ventricule.

La forme tubulaire se retrouve chez les insectes : la partie postérieure du vaisseau dorsal est animée de mouvements rythmiques et constitue un véritable ventricule muni d'appareils valvulaires.

Dans l'embranchement des vertébrés, le cœur a pour fonction invariable d'envoyer directement le sang à l'appareil respiratoire, c'est avant tout un cœur veineux (Milne-Edwards).

Chez les poissons, il n'existe que deux cavités, une oreillette et un ventricule.

Chez les batraciens et les reptiles, les deux oreillettes aboutissent à un seul ventricule où le sang artériel et le sang veineux viennent se mélanger.

Enfin, quelques sauriens présentent une disposition qui établit une sorte de transition entre les mammifères et les reptiles : les deux ventricules sont nettement cloisonnés, mais les deux sangs se mélangent, à quelque distance du cœur, par un vaisseau qui, parti du ventricule droit, va rejoindre l'aorte, rappelant ainsi la disposition du canal artériel.

...il n'y a
...triple
...et les
...chez les poissons, il n'existe que deux cavités, une
oreille et un ventricule. Chez les batraciens et les reptiles, les deux oreilles
aboutissent à un seul ventricule où le sang artériel et le
sang veineux se mélangent.
Enfin, quelques reptiles présentent une disposition
qui établit une sorte de transition entre les mammifères
et les reptiles : les deux ventricules sont nettement dis-
tincts, mais les deux sangs se mélangent à quelque dis-
tance du cœur, par un vaisseau qui, parti du ventricule
droit, va rejoindre l'artère, rappelant ainsi la disposition
du canal artériel. Chez les oiseaux, les deux ventricules
sont distincts et les deux sangs ne se mélangent qu'à
une certaine distance du cœur, par un vaisseau qui, parti
du ventricule droit, va rejoindre l'artère, rappelant ainsi
la disposition du canal artériel. Chez les mammifères, les
deux ventricules sont distincts et les deux sangs ne se
mélangent qu'à une certaine distance du cœur, par un
vaisseau qui, parti du ventricule droit, va rejoindre l'artère,
rappelant ainsi la disposition du canal artériel. Chez les
mammifères, les deux ventricules sont distincts et les deux
sangs ne se mélangent qu'à une certaine distance du cœur,
par un vaisseau qui, parti du ventricule droit, va rejoindre
l'artère, rappelant ainsi la disposition du canal artériel.

CHAPITRE PREMIER

DÉVELOPPEMENT RÉGIONAL

Époque d'apparition.

Chez le poulet, le cœur apparaît de très bonne heure, dans l'épaisseur de la lame fibro-intestinale, sur les bords d'une excavation qui a reçu le nom de fosse cardiaque.

L'époque d'apparition du cœur n'est pas fixée d'une façon identique par les auteurs. D'après Cadiat, c'est de la 40° à la 48° heure qu'apparaissent les premiers vaisseaux et le cœur. Rolando s'est probablement trompé quand il a dit que vers la 15° heure l'aréole transparente est remplie de petits vaisseaux, et qu'au bout de 22 heures le cœur occupe tout le tiers supérieur de l'embryon. Cependant Milne-Edwards prétend que, chez le poulet, on voit les rudiments du cœur avant la fin de la première journée d'incubation; leur apparition a lieu vers le milieu du second jour d'après Sappey, vers la fin du second jour d'après Todd et Bowman (1).

Il faut se garder de vouloir apporter ici trop de préci-

(1) TODD ET BOWMAN, *Anat. phys.* Londres, 1845.

sion ou tout au moins de généraliser trop vite. En effet, il est arrivé que plusieurs œufs trouvés dans un même utérus de lapine (Kœlliker) offraient des degrés divers



Fig. 1.

Embryon de vingt-quatre heures (d'après Cadiat). — 1. Capuchon céphalique. — 2. Sillon médullaire. — 3. Ligne primitive.

de développement. M. Dareste nous a déclaré avoir souvent observé des différences de précocité entre des œufs d'oiseaux soumis à des conditions un peu différentes; cette remarque est confirmée par les observations de Lereboullet sur les poissons et les écrevisses. Ainsi, pour la perche et le brochet, le développement est toujours plus avancé chez les poissons qui se développent dans leur milieu naturel que chez ceux qu'on élève dans des chambres; la température exerce une influence manifeste sur la rapidité du développement chez l'écrevisse. Kœlliker fait apparaître le cœur à la 40^e ou 42^e heure, ses conclusions sont donc conformes à celles de Cadiat.

Or, comment se présente l'embryon à cette époque chez le poulet?

On sait que la première ébauche d'embryon se traduit au milieu de l'aire transparente par une saillie médiane: l'apparition de cette saillie correspond à l'interposition entre les deux feuillets du blastoderme, d'un troisième feuillet ou mésoderme, dont je n'ai pas à indiquer la provenance. Au commencement du deuxième jour, l'extrémité céphalique se dessine sous la forme



Fig. 2.

d'une partie renflée qui s'incurve en avant, de façon à limiter déjà une cavité rudimentaire, un vestige de la partie antérieure du tube digestif. Les Allemands donnent le nom d'orifice pharyngo-ombilical à l'orifice très large du capuchon céphalique ainsi formé. Cet orifice se montre dans une vue de face de l'embryon, sous la forme d'un repli ou arc céphalique

(Fig. 1). Mais dès la

28^e ou 30^e heure, cet

arc céphalique est sur-

monté d'un autre arc,

il semble qu'il y ait

deux capuchons su-

perposés (Fig. 2);

c'est qu'en effet, par le

fait de l'accroissement

et de l'incurvation de

l'extrémité céphali-

que, le feuillet moyen

a subi une sorte de cli-

vage, de fissure, qui est la première trace de cette cavité

que l'on verra ensuite faire le tour de l'embryon et prendre

le nom de fente pleuro-péritonéale. Cadiat a, le premier,

bien montré la naissance de la fente pleuro-péritonéale

au niveau du point où va se développer la tête. La fissu-

ration a divisé le feuillet moyen en deux lames : l'une

adhérente au feuillet externe, c'est la lame fibro-cutanée;

l'autre adhérente au feuillet interne, c'est la lame fibro-

intestinale. La lame fibro-cutanée, au niveau de la tête, se

recourbe en arrière pour former l'amnios (Fig. 3, 1. F C);

la lame fibro-intestinale (FI) constitue la paroi anté-

0.

2

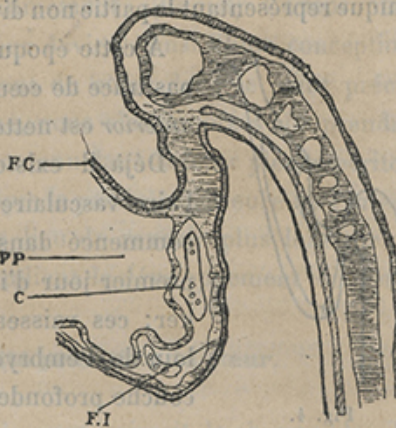


Fig. 3 (d'après Cadiat).

F C. Capuchon amniotique. — FP. Fente pleuro-péritonéale. — C. Cœur. — FI. Lame fibro-intestinale.



rière du capuchon céphalique. De là les deux membranes, après s'être ainsi retournées, se rejoignent ensuite pour constituer ensemble le revêtement blastodermique du sac vitellin. Dans leur écartement siège la fente pleuro-péritonéale (F P), cette fente ne vient pas jusqu'à la ligne médiane, il reste une cloison mésodermique représentant la partie non divisée du feuillet moyen.

A cette époque (30^e heure), il n'y a pas trace de cœur, le pharynx ou *aditus anterior* est nettement formé.



Fig. 4.

Déjà il existe des vaisseaux dans l'aire vasculaire, leur apparition aurait commencé dans le dernier quart du premier jour d'incubation selon Kœlliker; ces vaisseaux se sont développés loin de l'embryon et toujours dans la couche profonde du mésoderme.

Siège primitif du cœur.

Plus tard, à la fin du second jour, le cœur va naître dans l'épaisseur de la paroi antérieure du pharynx (en C, *fig. 3*) ou paroi postérieure de la fosse cardiaque de Wolff, de chaque côté de la ligne médiane, sous forme de deux petites masses symétriques. Foster et Balfour précisent encore davantage et nous disent que c'est dans le point où la lame fibro-intestinale se retourne pour reprendre sa direction primitive d'arrière en avant (*Fig. 4*).

Il est important de remarquer que le cœur naît dans la même couche que les vaisseaux, c'est-à-dire dans l'épaisseur de la lame fibro-intestinale (ou couche profonde du

mésoblaste quand le feuillet moyen n'est pas encore divisé) ; on peut ainsi supposer que les vaisseaux nés dans tous les points de l'aire vasculaire « se développent en suivant toujours cette lame fibro-intestinale, qu'ils gagnent le corps de l'embryon en serpentant sur cette paroi inférieure de la fente pleuro-péritonéale à laquelle ils sont toujours liés intimement » (Cadiat). La rencontre des vaisseaux et du cœur devient ainsi d'une conception facile. Le développement du cœur dans le point précis que nous avons indiqué, nous aide encore à comprendre comment le cœur est contenu dans la fente pleuro-péritonéale en même temps que la partie supérieure de l'intestin, mais nous aurons lieu de revenir plus loin sur ce point important, en étudiant le développement du péricarde.

De la dualité primitive du cœur.

Nous avons dit que le cœur naissait de chaque côté de la ligne médiane sous forme de deux noyaux symétriquement placés. C'est là une notion capitale récemment acquise à l'embryologie, dont il est urgent de retracer l'historique, car après Kœlliker, qui dans son édition allemande a passé sous silence le nom de Dareste, nous voyons avec étonnement l'auteur d'un traité récent d'anatomie (Quain, 9^e édition, 1882) méconnaître les droits de priorité du savant français et ne pas même citer son nom à côté de ceux de Kœlliker et de Hensen, qui cependant n'ont fait que vérifier sur les mammifères ce que Dareste avait observé le premier sur le poulet.

Le premier, Dareste a constaté l'existence normale d'un cœur double, et il y a été conduit par ses observations té-

ratologiques. Il est juste de dire que la dualité primitive du cœur avait été admise *a priori*, et à titre de conception théorique, par Serres (*Principes d'Embryogénie*, Acad. des sciences, 1860). « Le cœur débute par deux vaisseaux cardiaques obliquement placés sur le devant de l'embryon et isolés l'un de l'autre; un de ces vaisseaux se met en relation avec un des cercles vasculaires, l'autre avec le cercle opposé »; et plus loin : « Les deux traits qui constituent le cœur à la 25^e heure se sont réunis et ont donné naissance vers la 30^e heure au sac cardiaque ». Serres crut voir figurée dans un travail de Pander, de 1817 (*Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des hühnchens im Eye*), la dualité du cœur; mais, d'après Dareste (1), Serres a pris pour deux parties distinctes les bords externes du cœur.

Hensen, de 1867 à 1877, s'est livré à une série de recherches pour démontrer l'existence de deux cœurs séparés sur le lapin, ses observations ont été confirmées par Kœlliker (2).

Constatée chez les oiseaux par Gasser (*Ueber die Ent. des herzens den Vogelembryonem*, 1877), par Kœlliker, par Quain, le professeur Sappey, etc., la dualité primitive du cœur est devenue un fait classique, admis par la grande majorité des embryologistes.

(1) DARESTE, *Nouvelles recherches sur la production artificielle des monstruosités*. Comptes rendus, t. LVII, 1863.

DARESTE, *Mode de production de l'inversion des viscères*. Comptes rendus de l'Acad., t. LX.

Id., *ibid.*, t. LXIII, 1866.

DARESTE, *Recherches sur la production artificielle des monstruosités*. Paris, 1877.

(2) KÖELLIKER, *loc. cit.*

(3) HENSEN, *Beobachtungen über die Befruchtung und Entwicklung des Kaninchens und Meerschweinchens*, dans la *Zeitschrift für Anat. und Entwicklungsgeschichte* de His et Braune, t. I.

État primitif du cœur.

On est moins d'accord sur la constitution primitive des rudiments cardiaques.

Disse (*Arch. f. Mik. An.* 1880) explique la formation du cœur par un repliement du feuillet intestinal de chaque côté de la ligne médiane. Il en résulte ainsi une gouttière qui embrasse une gouttière déjà formée d'une façon analogue par le feuillet vasculaire.

Cette description est assez en rapport avec les *fig.* 208 et 209 de Koelliker, relatives au développement du lapin (voy. *fig.* 22 et 23).

Les idées d'Afanasiëff se rapprochent des précédentes : le cœur au début ne serait pas un tube à parois spéciales, complètes, mais une cavité comprise entre des parois mésoblastiques et le préintestin réduit à l'hypoblaste ; « puis, les parois latérales se rapprochent en haut l'une de l'autre, et par cette sorte de pincement constituent en s'unissant un tube complet et distinct, c'est le cœur. Ce tube se détache ensuite de l'intestin dans la plus grande partie de sa longueur, sans cesser toutefois d'y être fixé par ses extrémités veineuse et artérielle » (Balfour).

Pour Koelliker, le cœur résulte « de l'apparition de deux lacunes symétriquement placées entre la paroi musculuse du pharynx et l'épithélium intestinal ». Pouchet, Remak, croient également que les premiers vestiges cardiaques apparaissent comme des lacunes creusées entre le feuillet fibro-intestinal et l'endoderme. Au contraire, d'après Dareste, les deux blastèmes cardiaques seraient complètement pleins dès leur origine et consisteraient en

une accumulation de cellules. « Cela lui a semblé résulter de la coloration intense que prennent les blastèmes quand on les soumet à l'action de la teinture d'iode », plus tard ils présentent une cavité dans leur intérieur. C'est égale-

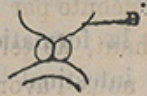


Fig. 5.

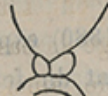


Fig. 6.

Fig. 5. — B. Bords de la partie antérieure des feuillets vasculaires.

Fig. 6. — Blastèmes inégaux (normalement le droit devrait être plus volumineux.)



Fig. 7.



Fig. 8.

Fig. 7. — Blastèmes se présentant sous l'aspect de tubes contournés en avant et se faisant face par leurs convexités.

Fig. 8. — On voit l'origine des veines omphalo-scutériques à la partie inférieure.



Fig. 9.



Fig. 10.

Fig. 9. — Étranglements divisant chaque cœur en trois chambres.

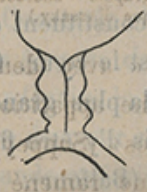


Fig. 11.

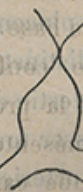


Fig. 12.

Fig. 11. — Cœur unique, mais dualité encore indiquée par un sillon extérieur et une cloison intérieure; c'est l'état primitif du cœur pour tous les embryogénistes.

Fig. 12. — Toute trace de dualité a disparu.

Fig. 5 à 12 empruntées à Dareste.

ment l'opinion de Reichert, Lereboullet, etc.; mais les travaux de ces derniers auteurs sont antérieurs à la découverte de la dualité. Enfin Dareste a remarqué que les deux blastèmes sont inégaux, et que le droit est en général plus volumineux.

Dès que les rudiments cardiaques ont paru, on les voit se modifier, se recourber en arc et s'adosser par leur

convexité, puis ils s'allongent et se partagent déjà en trois chambres (Dareste). Lorsque l'adossement est devenu presque complet sur la ligne médiane, les deux tubes s'accolent et s'unissent pour former un organe unique (voy. *fig.* 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12). L'union débute par la région inférieure et se propage de bas en haut, de telle sorte qu'il est souvent possible, ainsi que nous l'avons constaté sur les préparations mises obligeamment à notre disposition par M. Dareste, d'observer une apparence bilobée à la partie supérieure, alors que les parties inférieures sont soudées, le cœur est alors comme bifide. La cloison qui résulte de l'adossement des deux cœurs peut persister pendant un certain temps, elle est très nettement apparente sur deux pièces qui nous ont été gracieusement communiquées par M. Assaky (*Fig.* 13 et 14). En outre la base

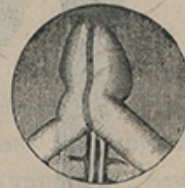


Fig. 13.

Cœur d'un embryon de poulet après quarante-deux heures d'incubation (d'après une photographie microscopique d'Assaky.)

de chaque tube cardiaque se confond « avec deux cordons de cellules annonçant la prochaine apparition du tronc des veines omphalo-mésentériques » (Sappey). L'extrémité supérieure du tube cardiaque ramené à l'unité se bifurque pour se continuer avec les deux aortes primitives. On ignore (Dareste) par quel procédé les aortes se produisent dans l'intérieur des tissus embryonnaires. « Est-ce un prolongement des tubes cardiaques dans l'intérieur des tissus? Y-a-il formation de lacunes comparables à celles de l'aire vasculaire? »

L'existence d'un cœur double et la cloison qui résulte de l'adossement des deux tubes cardiaques peuvent égale-

ment se constater sur des coupes transversales d'embryons

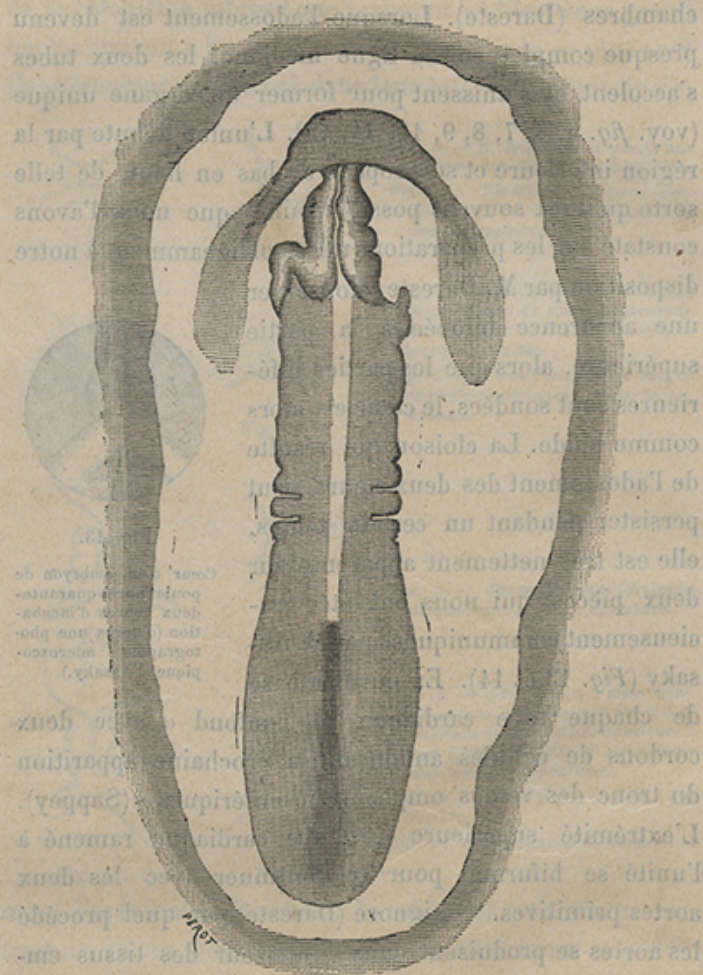


Fig. 14.

Embryon de poulet mesurant 3 millimètres $1/2$ de long
au commencement du 2^e jour (Assaky.)

de poulet. La *fig. 15* a été dessinée par nous sur une préparation de M. Dareste. Ces coupes transversales ont en

outre l'avantage de bien montrer que la paroi cardiaque est continue avec la lame fibreuse intestinale. Le cœur est plus ou moins détaché de l'intestin, suivant les pré-



Fig. 15.

parations, et le point plus ou moins rétréci où les lames cardiaques se continuent avec les lames pharyngiennes a reçu le nom de mésentère cardiaque supérieur, par op-

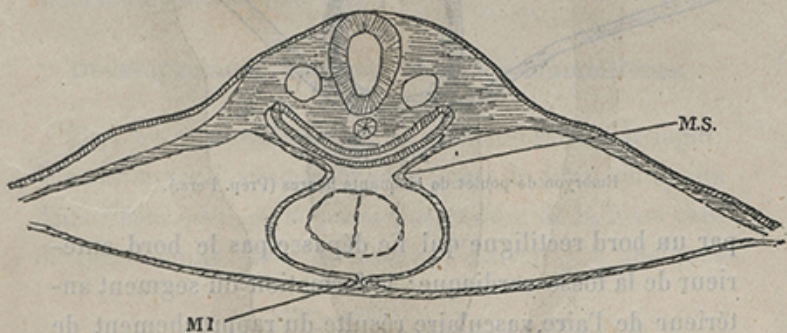


Fig. 16.

Embryon de poulet de trente-neuf heures (Kolliker).

position au mésentère cardiaque inférieur (Fig. 16): celui-ci résulte de l'adossement des deux cavités pariétales en avant du cœur, il est destiné à disparaître, alors les deux fentes pleuro-péritonéales se confondent pour constituer le péricarde Fig. 17.

Q.

3

Dareste a essayé d'expliquer la raison d'être de la dualité primitive du cœur. Il a remarqué que l'aire vasculaire (qui occupe toujours le feuillet fibro-intestinal, c'est-à-dire le même plan que le cœur) n'a pas primitivement un contour circulaire, mais qu'il manque au cercle un segment, le segment antérieur, égal à peu près au quart de son aire (1); « l'aire vasculaire est alors terminée en avant

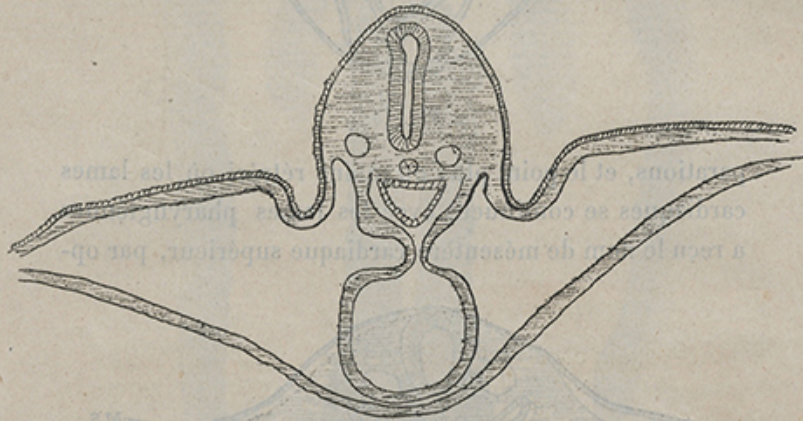


Fig. 17.

Embryon de poulet de cinquante heures (Prép. Pers.).

par un bord rectiligne qui ne dépasse pas le bord antérieur de la fosse cardiaque; la formation du segment antérieur de l'aire vasculaire résulte du rapprochement de deux lames dont la soudure se fait aux deux extrémités avant de se faire à la partie moyenne. »

D'après Dareste, les blastèmes cardiaques naissent au sein de ces lames, très près du point où elles se réunissent pour former le sommet d'un angle rentrant. La sou-

(1) M. Dareste a fait la remarque que cette disposition est représentée dans les figures de Koelliker.

dure des lames amène la rencontre des deux blastèmes cardiaques. Ainsi, la dualité primitive du cœur résulte de la dualité primitive des lames antérieures de l'aire vasculaire (voy. *fig.* 18, 19, 20, d'après Dareste).

Quand la soudure manque à la partie moyenne, il arrive quelquefois que la tête du poulet pénètre entre les deux lames et que les deux cœurs se réunissent au-dessus



Fig. 18.



Fig. 19.



Fig. 20.

d'elle. C'est à cette monstruosité que Dareste a donné le nom d'omphalocéphale (1).

Développement du cœur chez les mammifères.

Chez les mammifères, et en particulier chez le lapin, le cœur apparaît également sous forme de deux rudiments dans l'épaisseur de la paroi postérieure de la fosse cardiaque, comme chez les oiseaux; mais il y a quelques

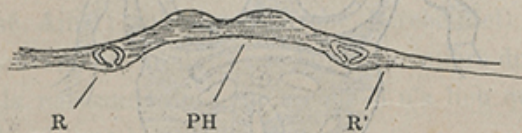


Fig. 21.

Embryon de lapin de huit jours (d'après Kolliker).

différences à noter, et ces différences tiennent à la rapi-

(1) C'est là une monstruosité assez facile à produire sur le poulet : M. Dareste en possède de nombreux spécimens qu'il a bien voulu faire passer sous nos yeux.

dité proportionnelle de la formation du pli céphalique et de la convergence des deux rudiments (Quain).

Sur une coupe horizontale portant sur la tête, on assiste au début de la formation du pharynx, qui n'est alors représenté que par une demi-gouttière (*Fig. 21*). Or, à cette époque apparaissent déjà les rudiments cardiaques (R, R') sur les bords de la gouttière pharyngienne P H.



Fig. 22.

Embryon de lapin de huit jours (d'après Kœlliker). — F. P. L. P. Fente pleuro-péritonéale. — P. L. P. H. Parties latérales de la gouttière pharyngienne. — T. E. C. Tunique externe du cœur. — T. I. Tunique interne.

Ces rudiments sont contenus dans la fente pleuro-péritonéale F P L P. (*Fig. 22*.)

Quand on examine par sa face ventrale un embryon à



Fig. 23.

Embryon de lapin de neuf jours, d'après Kœlliker.

huit protovertèbres, les deux moitiés du cœur figurent de chaque côté de la tête comme deux appendices en ma-

nière d'oreilles très écartés l'un de l'autre. Nous avons retrouvé cette apparence d'appendices, en examinant les préparations de M. Dareste sur des embryons de poulets monstrueux, dans lesquels le rapprochement des deux cœurs n'avait pas eu lieu.

Cependant le pharynx se ferme, et en même temps les deux rudiments se rapprochent; le pharynx est déjà clos que les deux cœurs ne sont pas complètement fusionnés (*Fig. 23*), puis les deux cavités pariétales se confondent.

En somme, à part les différences mentionnées plus haut et dont nous avons donné la cause d'après Quain, le processus embryogénique général est le même chez l'oiseau et le mammifère, et il est également facile de constater (*Fig. 22*) la continuation de la tunique externe du cœur T E C avec le feuillet fibro-intestinal F I.

Développement chez les autres vertébrés.

Chez les *poissons osseux*, le cœur, d'après Quain, présente aussi au début la forme de deux tubes séparés l'un de l'autre. Son apparition se fait de même que chez les mammifères à la partie inférieure de la tête, mais cette apparition est tardive, le cœur n'est plus le premier organe naissant, alors que le corps est à peine ébauché. Ainsi l'embryon de perche (Lereboullet) exécute des mouvements produits par la masse entière du corps, avant la naissance du cœur : celle-ci n'a lieu que le 6^e jour chez la perche et le brochet.

Chez les *Batraciens*, le développement est encore plus avancé au moment où le cœur se constitue. De même que chez le poulet, de même que chez les poissons, c'est encore aux dépens du feuillet muqueux que se développe l'appareil circulatoire.

Ainsi Cellacher a vérifié sur le crapaud que le cœur se forme aux dépens du feuillet musculaire de l'intestin et qu'il est contenu dans la fente pleuro-péritonéale.

Si l'on descend aux crustacés et aux mollusques, les rapprochements embryogéniques deviennent difficiles à établir. Chez les *Crustacés*, le cœur se développera encore aux dépens du feuillet muqueux; mais quand il se montre, le corps a depuis longtemps sa forme et sa composition. C'est ainsi que chez l'écrevisse (Lereboullet) les appendices sont différenciés, et successivement ont paru l'anus, les yeux, les antennes, les mandibules, etc., le système nerveux et les branchies. Ce n'est qu'après la formation des branchies que derrière la base de l'abdomen on voit le cœur sous la forme d'un corps cylindrique.

C'est encore à une époque très avancée de la vie embryonnaire que le cœur se développe chez les mollusques.

Il semble, que chez les gastéropodes, le cœur apparaisse comme « une masse solide de cellules mésoblastiques qui plus tard se creuse et se divise en oreillette et ventricule » (Balfour).

De cette revue rapide dans la série animale, il résulte que, si des caractères communs importants relient les différents modes de développement chez les vertébrés : siège primitif, dualité (constatée chez l'oiseau, le mammifère et certains poissons), rapports avec la cavité pleuro-péritonéale et avec le pharynx, il n'y a que peu de rapprochements intéressants à établir entre les vertébrés et les invertébrés au point de vue du développement du cœur; bornons-nous à retenir que ce développement semble d'autant plus tardif que l'on descend dans l'échelle des êtres.

CHAPITRE II

DÉVELOPPEMENT DU PÉRICARDE

Dans l'étude du développement régional du cœur, nous nous sommes borné à indiquer que la fente pleuro-péritonéale apparaît tout d'abord dans la région céphalique,

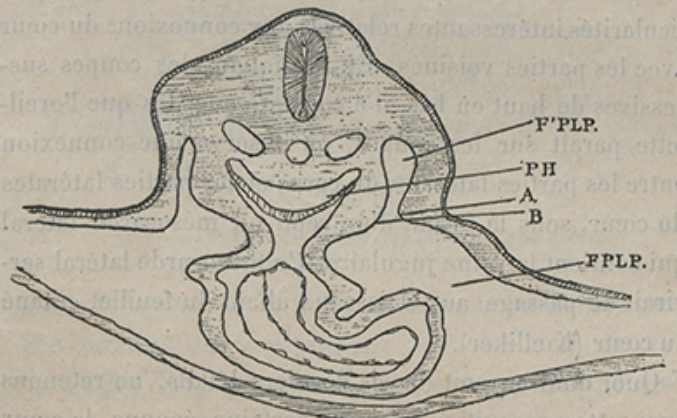


Fig. 24.

Embryon de poulet de 48 heures (d'après Cadiat).

et que le cœur dans le cours de son développement est contenu et de plus en plus isolé dans cette fente. Chaque rudiment cardiaque s'est développé dans la fente pleuro-péritonéale ou cavité cervicale située de son côté, mais la

coalescence des deux cœurs amène non seulement l'adossement des tubes cardiaques eux-mêmes, mais encore en avant et en arrière du cœur, l'adossement des lames qui limitent les cavités pariétales ou cervicales droite et gauche. Il en résulte deux mésocardes, l'un inférieur ou antérieur, et l'autre postérieur (voir *Fig. 16*). Un peu plus tard, chez le poulet, le mésocarde inférieur s'amincit et disparaît, la cavité pleuro-péritonéale se simplifie (*Fig. 24*). De même chez le lapin, les deux cavités pariétales se fusionnent l'une avec l'autre et le cœur devient libre d'adhérence du côté ventral. Du côté dorsal, au contraire, le mésentère postérieur ou supérieur persiste plus longtemps. Koelliker a encore noté sur le lapin quelques particularités intéressantes relatives aux connexions du cœur avec les parties voisines. En pratiquant des coupes successives de haut en bas, il a constaté que dès que l'oreillette paraît sur les coupes, on observe une connexion entre les parties latérales du corps et les parties latérales du cœur, sous la forme d'un repli ou mésocarde latéral qui contient la veine jugulaire. Ce mésocarde latéral servirait de passage aux vaisseaux allant du feuillet cutané au cœur (Koelliker).

Quoi qu'il en soit de ces derniers détails, ne retenons que cette proposition : à une certaine époque, le cœur (*Fig. 24*) est contenu dans une cavité unique et rattaché à l'intestin également logé dans la cavité pleuro-péritonéale.

— Comment cette cavité se clôt-elle autour du cœur ? comment la portion péri-intestinale s'isole-t-elle de la portion péricardique ? C'est ainsi qu'on peut poser le problème si difficile du développement du péricarde.

Koelliker avoue, dans son ouvrage si récent, qu'on ne sait rien de précis sur le développement du péricarde ; c'est bien à tort, car la question a été résolue et exposée d'une façon fort claire par M. Cadiat, en 1878, dans le *Journal d'anatomie* de Robin. Il y a quelques mois, un travail très long de M. Uskow (1) a été publié sur le développement du péricarde dans les *Archives* de M. Schulze. Il ne nous semble pas avoir répandu une lu-

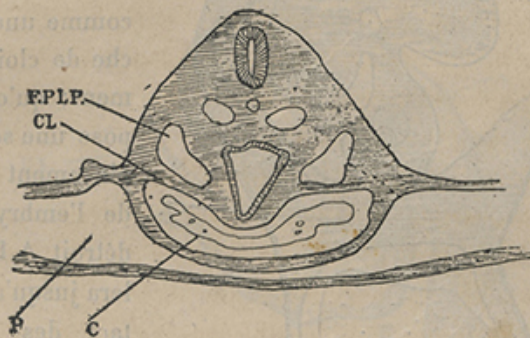


Fig. 25.

Embryon de poulet de quarante-six heures, d'après Cadiat.

mière bien vive sur le sujet, et nous avouons sans peine que souvent les descriptions ont été hors de notre portée (2). Nous prendrons donc comme base de notre exposé les recherches de M. Cadiat.

Dès la fin du second jour, il est possible d'observer chez le poulet une cloison transversale séparant la cavité

(1) *Ueber die Entwicklung der Zwischfells des pericardium und des cæloms*, par Uskow. *Arch. für Mik. An.*, vol. XXII, 1883.

(2) Ce mémoire a été traduit pour nous, d'un bout à l'autre, par nos amis GUNDELACH et CHAPUT. Nous ne saurions trop les remercier de la peine qu'ils ont prise. Nous donnons, à la fin de ce chapitre, les conclusions du mémoire.

péricardique de la cavité où se trouve l'intestin. Cette cloison est facile à voir en C L sur la *Fig. 25*; mais qu'on se reporte à des coupes faites sur des embryons un peu moins avancés (*Fig. 24*), on saisira sur le fait la formation de cette cloison : l'étranglement A B, qui sépare le cul-

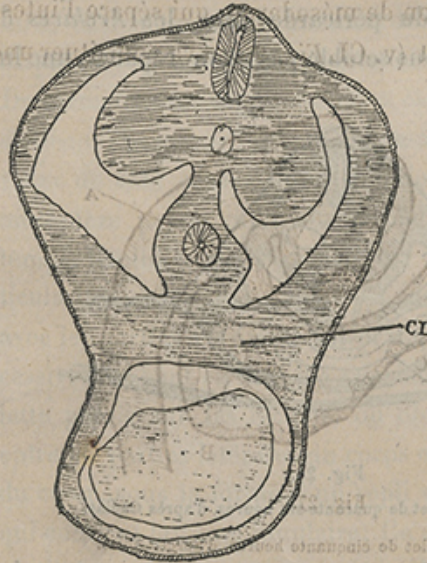


Fig. 26.

Embryon de mouton de 8 mill., d'après Cadiat.

de-sac F' P L P du futur péricarde F P L P, peut être considéré en effet comme une ébauche de cloisonnement; qu'on suppose une sorte de pincement latéral de l'embryon, le détroit A B s'effilera jusqu'au contact des parois opposées et à leur adhérence consécutive. Cette adhérence de deux parties primitivement séparées n'est pas un fait isolé en embryologie, et nous n'avons nullement à supposer ici comme pour les fentes branchiales au cou, un avivement préalable de l'épithélium, puisque l'endothélium ne serait pas encore formé (Cadiat, *commun. orale*). La séparation du péricarde d'avec le prolongement supérieur péri-intestinal de la fente pleuro-péritonéale se fait de haut en bas. Cadiat l'explique par la production simultanée

« de l'augmentation de volume de l'extrémité céphalique et de son incurvation en avant, jointes à l'augmentation de volume du cœur et à l'élongation de l'intestin; mais, en somme, c'est surtout par rapprochement et accollement de ses bords que se ferme la fente pleuro-péritonéale.

Plus tard, la portion de mésoderme qui sépare l'intestin du cœur s'épaissit (v. CL Fig. 26) et va constituer une

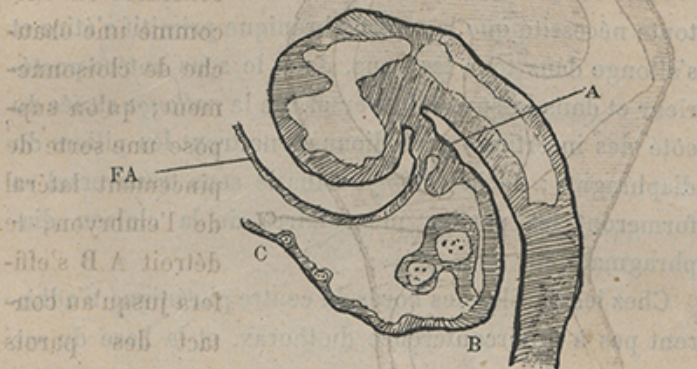


Fig. 27.

Embryon de poulet de cinquante heures, d'après Cadiat.

partie du médiastin; mais, peu à peu, cette cloison mésodermique s'incurve (Fig. 27), de sorte qu'on peut lui considérer deux portions, une verticale A B et une horizontale B C.

La portion verticale est destinée à former toute cette portion du médiastin qui sépare le tube digestif du cœur.

La portion horizontale va s'épaissir et constituer deux lames, le centre phrénique et la base du sac péricardique. Ces deux lames peuvent être confondues, et alors elles forment, comme chez l'homme, la limite infé-

rière du péricarde; ou bien être en partie indépendantes, reliées seulement par un repli ou mésopéricarde : cette disposition est manifeste chez les animaux non claviculés (1). Cependant les lames ventrales se sont développées et limitent les cavités abdominales et thoraciques; or, les bords du centre phrénique primitif, tel qu'il vient d'être compris, se mettent en contact avec la circonférence du thorax et lui adhèrent.

Mais le thorax et l'abdomen s'accroissent, il faut de toute nécessité que le centre phrénique primitif s'étire et s'allonge dans tous les sens, dans le sens antéro-postérieur et dans le sens transversal. De la *rallonge* située du côté des insertions rachidiennes naîtront les piliers du diaphragme; de la *rallonge* dans le sens transversal se formeront les parties musculaires de la cloison diaphragmatique.

Chez les reptiles, les bords du centre phrénique n'adhèrent pas à la circonférence du thorax, et la base du sac est comme flottante.

Cadiat attribue un rôle important au développement du foie dans la formation de la portion pleurale du diaphragme : ce serait le foie qui, en se développant, soulèverait avec lui « une couche de mésoderme qui établit des adhérences de chaque côté avec les lames ventrales ». En résumé, nous avons actuellement : un péricarde séparé du prolongement péri-intestinal de la fente pleuro-péritonéale par la cloison A B (*Fig. 27*), séparé de la cavité péritonéale par la cloison B C modifiée et adhérente aux lames ventrales.

(1) Chez les oiseaux, la cloison diaphragmatique est creusée par une partie de l'appareil des sacs aériens (CADIAT).

En outre l'abaissement de la lame fibro-amniotique au-devant du cœur tend de plus en plus à constituer la paroi antérieure du péricarde (*Fig. 27*).

Le diverticulum supérieur ou rétro-péricardique de la fente pleuro-péritonéale représente la cavité pleurale,

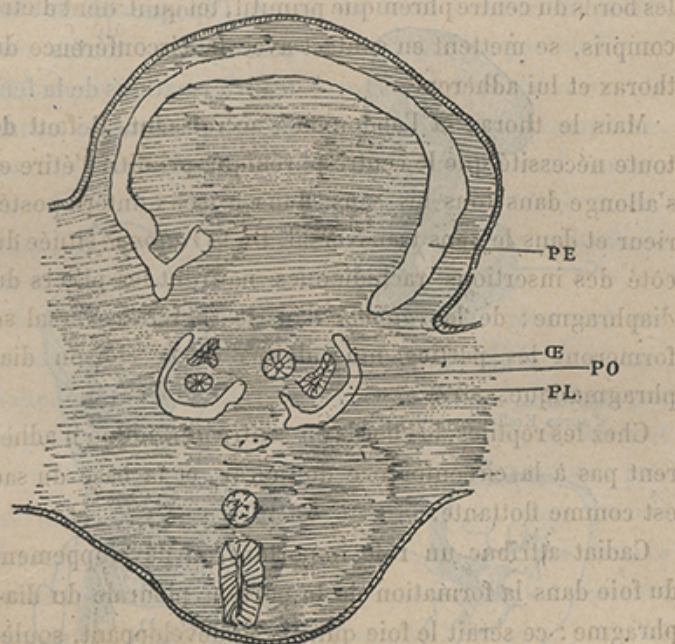


Fig. 28.

Embryon de poulet (6^e jour) d'après Cadiat.

alors le cœur remplit tout le thorax. Plus tard, les poumons apparaissent sous forme de bourgeons de chaque côté de l'œsophage, dans la cloison mésodermique postpéricardique (PO, *fig. 28*) et font saillie dans la cavité pleurale PL. En continuant de croître, les poumons contournent le péricarde, poussent pour ainsi dire au-devant d'eux, en l'incurvant, la cloison postpéricardique et en font la por-

tion médiastine de la plèvre. La cloison ainsi incurvée comprend 3 couches, une couche fibreuse (feuillet fibreux de la plèvre et du péricarde), une couche antérieure endothéliale (feuillet séreux du péricarde), une couche postérieure (feuillet séreux de la plèvre) (Cadiat).

A l'époque où se sont accomplies toutes ces transformations de la fente pleuro-péritonéale et des



Fig. 29.

Embryon de lapin de dix jours, d'après Koelliker. — C. Cœur.



Fig. 30.

Embryon humain de quatre semaines, d'après Koelliker (dessin inédit de Thomson).



Fig. 31.

Embryon humain de trente-cinq jours, d'après Coste.

lames ventrales, la position du cœur a bien changé par rapport à la tête.

Le cœur était, à une époque rapprochée de sa naissance, à la hauteur des seconde et troisième vésicules cérébrales, mais, dans la suite, le cou se constitue par la

formation de fentes branchiales et d'arcs branchiaux, la tête elle-même se développe; il en résulte que le cœur et son enveloppe semblent descendre de façon à occuper successivement la région cervicale et enfin la cavité thoracique (1) (voir *Fig.* 29', 30 et 31), mais il reste sur l'adulte comme un témoignage de leurs connexions primitives avec le cou, c'est l'aponévrose cervico-péricardique.

Lorsque le cœur et le péricarde sont descendus dans le thorax, celui-ci a la forme d'une gouttière. La fermeture, chez les mammifères et le poulet, se fait d'abord, comme pour le ventre, par la formation d'une mince membrane, la membrane unissante de Rathke, constituée par le feuillet cutané (Kœlliker) (2).

La membrane de Rathke sera envahie plus tard par les lames ventrales qui viendront s'unir sur la ligne médiane. Avant cette pénétration de la lame de Rathke par les produits des proto-vertèbres, des muscles, des nerfs et des os, cette membrane ou paroi cervico-thoracique primitive est mince et comme refoulée par le cœur : celui-ci semble placé en dehors du corps; ce n'est que dans la deuxième moitié du second mois que le cœur est repoussé dans la cavité thoracique qu'il occupe à lui seul, jusqu'au moment où les poumons, en se développant et en contournant le péricarde, viennent prendre leur position définitive vis-à-vis de l'organe central de la circulation.

(1) Le cœur ne conserve sa position pharyngienne que chez les poissons.

(2) Le péricarde est très mince chez le hérisson, ce qui a fait nier son existence; il ne manque en réalité chez aucun mammifère.

CONCLUSIONS DU MÉMOIRE DE USKOW (*Traduction littérale*).

Après ce que nous avons exposé dans la première partie de notre travail, nous croyons pouvoir émettre les propositions suivantes, relatives aux mammifères :

1° Le dédoublement des parties latérales du mésoblaste destiné à former le coelome ne se produit pas toujours de la ligne médiane vers les parties latérales, mais en même temps sur une grande étendue ; grâce à cela, les *points d'union* qui persistent un certain temps s'atrophient rapidement à l'exception d'un seul.

2° Ce pont d'union, que nous avons désigné par les mots *pont d'adhérences*, sert à conduire les troncs veineux de la partie externe du corps jusqu'au cœur. C'est lui qui prend une part essentielle à la formation de la partie dorsale du diaphragme.

3° L'épaisseur des deux plaques latérales est différente pendant leur développement. De même, il existe des différences d'épaisseur sur chaque plaque, selon les régions de l'embryon.

4° A l'extrémité antérieure, le dédoublement n'atteint pas les bords latéraux du mésoblaste, et nous avons de cette façon une partie du coelome fermée de chaque côté et en avant. Cette partie est la cavité péricardique primitive que nous avons désignée sous le nom de portion cylindrique du coelome, pour la distinguer de la portion postérieure du coelome, qui a la forme d'une fente. Sur les coupes postérieures du coelome le dédoublement des parties latérales du mésoblaste est complet sans qu'il persiste de pont d'adhérences.

5° Le creux péricardique primitif, d'abord plein, ne tarde pas à se transformer en une cavité unique grâce au bourgeonnement et à la soudure de la paroi ventrale. — Ainsi se produit le point où plus tard doit se développer la partie ventrale du diaphragme. — C'est là le septum transversum de His.

6° La partie dorsale du diaphragme se développe dans le pont d'adhérences, qui est un reste de la formation du coelome initial. — Il existe encore une partie essentielle au développement ultérieur de la partie dorsale du diaphragme, c'est le tissu de la surface dorsale de la *masse transverse*.

7° La *masse transverse* se développe, d'une part, aux dépens de proliférations en forme de villosités du septum transversum, et aux

dépend de l'extrémité des veines omphalo-mésentériques, et, d'autre part, des bourgeonnements de l'hypoblaste, qui forment les canaux primitifs du foie.

8° Le creux pleural est tout d'abord la partie moyenne du cœlome commun. Il se ferme par le développement de la partie postérieure de la masse transverse (membrane pleuro-péricardique).

9° La fermeture de la cavité pleurale en arrière, c'est-à-dire sa séparation de la cavité abdominale, survient plus tard. — Elle se fait de la façon suivante : Le développement de la partie dorsale du diaphragme à droite et à gauche limite un orifice qui persiste entre les deux piliers du diaphragme. — Cette ouverture se rétrécit bientôt peu à peu jusqu'à fermeture complète.

10° L'agrandissement ultérieur et le déplacement de la cavité pleurale en même temps que la formation de la cavité péricardique définitive se fait en conséquence de la séparation de la paroi thoracique en deux couches, l'une externe et l'autre interne, et par suite de l'accroissement de celle-là latéralement et en arrière.

11° Le déplacement de la cavité pleurale en avant est aidé par le mouvement relatif de la colonne vertébrale dans la même direction.

dépassant de l'extrémité des veines omphalomesentériques, et, d'autre part, des pourboisements de l'opisthople, qui forment les canaux primaires du foie.

8° Le creux pleural est tout d'abord la partie moyenne du ectosome commun. Il se forme par le développement de la partie postérieure de la masse transverse (transverse pleuro-ventrale).

9° La formation de la cavité pleurale se fait en trois temps : 1° La séparation de la cavité abdominale, 2° La séparation de la cavité thoracique, 3° La séparation de la cavité pleurale. Le développement de la partie dorsale du diaphragme à droite et à gauche limite un espace qui occupe entre les deux piliers du diaphragme. — Cette ouverture se ferme peu à peu par la formation complète.

10° L'agrandissement ultérieur et le déplacement de la cavité pleurale se font sous l'influence des transformations de la cavité abdominale. La cavité pleurale se forme par la séparation de la partie thoracique en deux couches, l'une externe et l'autre interne, et par suite de l'agrandissement de celle-ci latéralement et en arrière.

11° Le déplacement de la cavité pleurale en avant est causé par le mouvement relatif de la colonne vertébrale dans la même direction.



12° Le développement de la cavité pleurale se fait en trois temps : 1° La séparation de la cavité abdominale, 2° La séparation de la cavité thoracique, 3° La séparation de la cavité pleurale. Le développement de la partie dorsale du diaphragme à droite et à gauche limite un espace qui occupe entre les deux piliers du diaphragme. — Cette ouverture se ferme peu à peu par la formation complète.

CHAPITRE III

DÉVELOPPEMENT MORPHOLOGIQUE DU CŒUR

Nous avons laissé le cœur unifié, réduit à un simple tube droit, placé en avant de l'intestin au-dessous de l'extrémité céphalique; son extrémité inférieure est continue avec les veines omphalo-mésentériques, son extrémité supérieure est bifurquée pour se continuer avec les deux aortes primitives.

Un des premiers changements qui vont se produire peut être attribué au simple allongement du tube : les

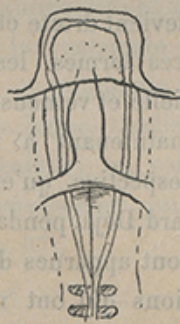


Fig. 32.



Fig. 33.

Embryon de poulet de vingt-huit à trente heures, d'après Reimak).

Embryon de poulet de trente-six à quarante heures (figure tirée de Quain).

étant fixées par leurs connexions vasculaires avec l'embryon, la partie intermédiaire qui s'allonge et qui est libre, est nécessairement forcée de se plier (Quain). Le cœur présente alors une courbure à convexité tournée

en avant et à droite, et très peu de temps après, le tube ne cessant de s'allonger, il offre l'image exacte d'un S retourné (voy. les Fig. 33, 34). L'inflexion s'accroît encore davantage et a pour effet de porter la partie artérielle du cœur (c'est-à-dire la partie supérieure) en avant et à droite, et la partie inférieure ou veineuse en arrière et à gauche (voy. Fig. 35.)



Fig. 34.
Embryon humain de
trois semaines, d'après
Coste.



Fig. 35.
Embryon de lapin, d'a-
près Bischoff. — V.
Ventricule. — O. Oreil-
lette. — S. Sinus vei-
neux.

Ainsi, le reploiement du tube ne se fait pas dans un seul plan, mais dans plusieurs sens à la fois : il en résulte que la portion veineuse tend à remonter en même temps qu'elle se place en arrière et à gauche, tandis que la portion artérielle descend et devient droite et antérieure. En d'autres termes, les deux portions artérielle et veineuse du cœur tendent dès maintenant à prendre la situation respective qu'elles occuperont plus tard. Déjà, pendant cette transposition, sont apparues deux légères constrictionnements qui ont marqué nettement la limite entre les portions veineuse et artérielle du cœur : l'une de ces constrictionnements est le canal auriculaire des anciens embryologistes, l'autre est connue sous le nom de détroit de Haller (*fretum Halleri*), la première sépare l'oreillette du ventricule, la seconde sépare le ventricule du bulbe aortique.

En résumé, à cette époque, vers la fin du 3^e jour chez le poulet (Sappey), on trouve successivement, en

partant des veines omphalo-mésentériques qui se sont réunies en un tronc très court ou sinus veineux (*Fig. 35* et 36) : 1° l'oreillette; 2° le canal auriculaire; 3° le ventricule; 4° le détroit de Haller; 5° le bulbe aortique, et enfin l'aorte.

Kœlliker n'accorde pas au détroit de Haller l'importance que lui ont donnée les anciens embryologistes; ce sillon n'aurait qu'une existence transitoire chez les embryons de mammifères; il n'existait pas sur un embryon humain de trois semaines représenté par Ecker dans son *Icon. phys.* D'autre part, il est possible d'observer de très bonne heure un sillon inter-ventriculaire.

Le 4^e jour, chez le poulet, la distinction entre les cavités auriculaire et ventriculaire s'accroît, le ventricule s'élargit transversalement et augmente d'épaisseur, ainsi que le bulbe, tandis que de chaque côté de celui-ci on voit naître des oreillettes, deux poches qui sont les premiers indices des auricules (*Fig. 37*).



Fig. 36.

Embryon de poulet
à la fin du troi-
sième jour, d'après
His.

Cloisonnement des ventricules.

Jusqu'ici le cœur est mono-ventriculaire et mono-auriculaire, les étranglements se sont accomplis perpendiculairement à l'axe du tube primitif.

Les modifications ultérieures auront pour résultat le cloisonnement, d'abord du ventricule primitif, puis du

bulbe, en troisième lieu, de l'oreillette (1). Déjà à la fin du 3^e jour, chez le poulet (Sappey), on peut observer des vestiges de la cloison interventriculaire : on la voit partir de la face antérieure du ventricule au niveau de la pointe du cœur, sous forme d'un croissant qui s'élève de bas en haut et d'avant en arrière vers la base de la cavité ventriculaire. Nous avons vu qu'il existe extérieurement un sillon interventriculaire qui est comme un indice de la

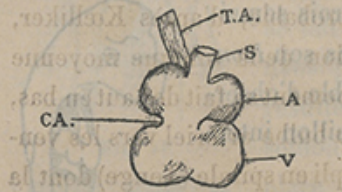


Fig. 37.

Cœur d'un embryon de chien vu de derrière, d'après Koelliker. — V. Ventricule droit. — CA. Canal auriculaire. — A. Auricules. — S. Sinus veineux. — T.A. Tronc artériel.

séparation intérieure; ce sillon doit plus tard disparaître, sauf à la pointe où il persiste toute la vie chez quelques animaux. Lorsque le septum interventriculaire a atteint la base des cavités qu'il divise, il laisse au-dessus de lui une communication entre les deux ventricules par l'intermédiaire de l'oreillette. Chaque ventricule communique avec l'oreillette commune par une fente dont les deux lèvres offrent déjà des rudiments de valvules (Ecker). La séparation des ventricules est terminée sur des embryons humains de la 7^e semaine.

Cloisonnement du bulbe.

Pendant que se termine le septum ventriculaire, dans la

(1) Ce cloisonnement est manifestement longitudinal, pour l'oreillette et le bulbe artériel; il s'opère au contraire au moyen d'un septum transversal pour le ventricule, d'après Koelliker.

7^e semaine, le bulbe artériel commence à se cloisonner par un processus indépendant d'où doivent résulter l'aorte définitive et le tronc de l'artère pulmonaire. La formation du septum bulbaire n'est pas postérieure à celle du septum ventriculaire chez tous les animaux ; elle la précède chez la couleuvre (Rathke).

La cloison bulbaire n'est pas formée des mêmes éléments que la cloison ventriculaire : le tissu musculaire prend part à la formation de la première, la seconde est simplement fibreuse ; il est probable, d'après Kœlliker, qu'elle résulte de la prolifération de la tunique moyenne du tronc artériel. Son développement se fait de haut en bas, c'est-à-dire de la périphérie du bulbe artériel vers les ventricules, par l'apparition d'un pli en spirale (Tonge) dont la direction nous explique l'enroulement ultérieur du tronc pulmonaire sur l'aorte. A un moment donné, le bord cardiaque du septum bulbaire arrive en face du bord libre du septum ventriculaire et finit par se souder à lui. Ainsi s'accomplit le dédoublement du bulbe en deux troncs qui toutefois demeurent encore réunis extérieurement par une enveloppe commune émanée du péricarde.

Cloisonnement des oreillettes.

Lorsque les ventricules et le bulbe ont achevé leur cloisonnement, l'oreillette commence à son tour à présenter des indices d'une séparation en deux cavités. Le septum auriculaire apparaît du 5^e au 6^e jour chez le poulet, vers la 8^e semaine chez l'homme. Ce septum part de la paroi antérieure de l'oreillette et du bord supérieur de la cloison interventriculaire, et se dirige en arrière vers l'embou-

chure du sinus veineux, mais il ne l'atteint pas, de sorte que les veines viennent encore pendant un certain temps déboucher dans une espèce de carrefour; je dis les veines, c'est qu'en effet déjà le sinus veineux s'est modifié; il est, selon l'expression de Koelliker, rentré dans l'aire de l'oreillette: par suite les veines qu'il recevait, c'est-à-dire les canaux de Cuvier et la veine cave inférieure, s'abouchent désormais dans la cavité auriculaire. Nous avons donc actuellement,



Fig. 38.

Cœur d'un embryon humain de huit semaines vu par sa face postérieure, d'après Koelliker. — VCSG. Veine cave supérieure gauche. — VCS. Veine cave supérieure droite. — VCI. Veine cave inférieure. — A. Auricules. — V. Ventricules.

trois embouchures veineuses: les deux canaux de Cuvier, qui prennent le nom de veines caves supérieures (l'une, la droite, est définitive; l'autre, la veine cave supérieure gauche, deviendra le sinus coronaire) et la veine cave inférieure. Les embouchures de la veine cave inférieure et de la veine cave supérieure gauche se trouvent à gauche de celle de la veine cave supérieure droite: cette veine entre plus directement en rapport avec la partie droite de l'oreillette (Fig. 38). Alors, à la partie postérieure de l'oreillette, à droite et à gauche de l'embouchure de la veine cave inférieure, se développent deux replis destinés à former, l'un, la valvule d'Eustachi, l'autre, la valvule du trou ovale.

La valvule du trou ovale et le septum inter-auriculaire limitent un orifice ou foramen ovale derrière

lequel s'ouvre immédiatement la veine cave inférieure.

Ces valvules sont bien distinctes le troisième mois : on voit nettement, à cette époque, que la valvule d'Eustachi, outre qu'elle sépare la veine cave supérieure gauche de la veine cave inférieure, s'étend vers le bord du septum auriculaire, en prolongeant, pour ainsi dire, la veine cave vers le trou ovale.

Le septum du trou ovale qui s'avance de la paroi postérieure de l'oreillette, n'a pas son bord antérieur vis-à-vis du bord postérieur du septum auriculaire, ce

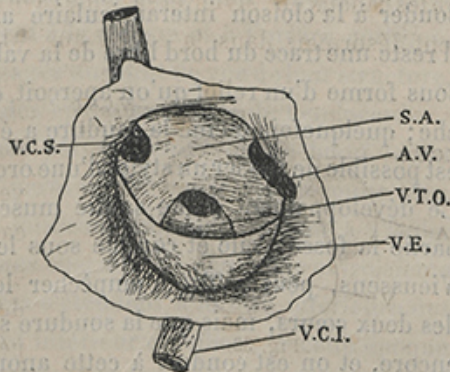


Fig. 39.

bord est plus à gauche. Il résulte de cette

Cœur de quatre mois; l'oreillette droite est ouverte, d'après Kilian (figure empruntée à l'ouvrage de Quain). — V.E. Valvule d'Eustachi. — S.A. Septum auriculaire. — V.T.O. Valvule du trou ovale.

disposition que les valvules d'Eustachi et du trou ovale réunies forment un canal dont l'embouchure en croissant, dirigée en haut et à droite, serait coupée en deux parties par le plan de la cloison auriculaire antérieure.

On conçoit que, par suite de cette disposition dont la fig. 39 donne une assez bonne idée, le sang de la veine cave inférieure endigué entre les deux valvules soit conduit vers le trou ovale, et passe facilement de l'oreillette droite dans l'oreillette gauche.

A partir du cinquième mois, le septum postérieur s'a-

Q.

6

vance vers le bord libre du septum antérieur en passant un peu à sa gauche et dépassant son niveau. Cette disposition, qui facilite tellement le passage du sang de l'oreillette droite dans la gauche, a encore pour effet de s'opposer au reflux de l'oreillette gauche dans la droite.

Aucune modification ne se produit plus jusqu'à la naissance. Après la naissance, la valvule du trou ovale va se souder à la cloison interauriculaire antérieure. Souvent il reste une trace du bord libre de la valvule du trou ovale, sous forme d'un relief qu'on aperçoit de l'oreillette gauche; quelquefois même la soudure a été incomplète, et il est possible de passer un stylet d'une oreillette dans l'autre. Le développement d'une saillie musculieuse bordant en partie la fosse ovale et connue sous le nom d'anneau de Vieussens, peut suffire à empêcher le mélange du sang des deux cœurs, mais que la soudure soit plus incomplète encore, et on est conduit à cette anomalie relativement fréquente : la persistance du trou de Botal.

Développement des valvules.

1° VALVULES AURICULO-VENTRICULAIRES. — Les valvules auriculo-ventriculaires se développent dans le courant du second et du troisième mois, chez l'homme. Les différentes phases de leur développement ont été longuement étudiées par Bernays sur des embryons de mammifères. (*Anal. dans Journal de Hayem, t. XII. Analyse par Asaké*). L'auteur divise l'évolution des valvules en quatre périodes.

La première a été observée sur des embryons de bœuf mesurant 12 à 16 centimètres. Le cœur avait 3 mill. de

long et 2,4 d'épaisseur, la paroi ventriculaire présentait une constitution spongieuse rappelant celle du cœur de la grenouille. La cloison ventriculaire était à peu près complète. Les orifices auriculo-ventriculaires sont représentés par des fentes, et ces fentes offrent des épaississements ou bourrelets au nombre de deux pour chaque orifice, l'un médian, adhérent à la cloison et à l'orifice aortique, l'autre latéral. Envisagés au point de vue de leur structure, ces bourrelets sont des épaississements de l'endocarde.

Dans une deuxième période (embryon de bœuf, cœur long de 4^{mm}, 5), la paroi ventriculaire est devenue plus compacte, mais les faisceaux internes tendent à s'isoler sous forme de colonnes charnues de deuxième et troisième ordre. Quelques fibres s'étendent à la face inférieure des valvules, dont le bord inférieur est libre : à cette époque la face inférieure des valvules est encore musculaire, mais seulement au niveau de l'insertion des colonnes charnues ; la face auriculaire est conjonctive.

A un troisième stade (long. du cœur 6 mill.), on voit partir de la pointe du ventricule gauche, des faisceaux musculaires qui, après s'être divisés en 6 ou 10 prolongements, vont s'insérer aux valvules, sans l'intermédiaire de tendons.

Enfin, dans une quatrième période, les valvules s'accroissent par suite de la prolifération des éléments de leur base, elles entraînent la couche musculaire la plus interne de l'oreillette.

Les valvules sont donc musculaires à l'origine ; mais dès le quatrième mois, chez l'homme, le tissu musculaire est remplacé par du tissu conjonctif : entre le tissu musculaire se montrent des éléments spéciaux d'où naî-

tront les cordes tendineuses, de là l'existence, dans certains cas, de fibrilles musculaires dans les cordes (Kœlliker).

En somme, les valvules des orifices auriculo-ventriculaires sont des épaississements de l'endocarde qui, à un moment donné, renferment des fibres charnues, mais dont la musculature disparaît dans un dernier stade.

2° VALVULES SEMI-LUNAIRES. — Leur développement a été étudié chez le poulet par Tonge. D'après cet auteur, leur naissance précède le moment où la cloison du bulbe atteint la base des ventricules ; Kœlliker les a observées sur les deux artères d'un embryon humain de sept semaines. Or, rappelons-nous que la cloison bulbaire se développe de haut en bas ; lorsqu'elle arrivera à la partie inférieure, elle trouvera donc les valvules formées, et passant au milieu d'elles de façon à en laisser trois de chaque côté, elle ira par son bord inférieur se souder au bord supérieur du septum ventriculaire.

Au début, les valvules semi-lunaires se montrent sous l'aspect de bourrelets hémisphériques formés par un épaississement de l'endocarde : à leur niveau la lumière du vaisseau prend l'aspect d'une étoile à trois branches (Kœlliker). Une des valvules est généralement plus petite que les deux autres au début. Puis les bourrelets se creusent de façon à donner naissance à ces petites poches qu'on a comparées à des nids de pigeon. Ce dernier processus a été observé, par Kœlliker, sur des embryons de lapin de 16 jours ; à ce moment les valvules semi-lunaires aortiques avaient une hauteur de 14 millimètres et une épaisseur de 85 millimètres.

Nous pouvons résumer tout ce chapitre en disant :

Le cœur réduit à l'unité s'allonge, puis s'infléchit, de manière à porter en haut et en arrière la partie veineuse qui était en bas et en avant. Ensuite deux sillons partagent le tube cardiaque en trois parties : le bulbe, le ventricule et l'oreillette. Au niveau de chaque sillon se développeront les replis valvulaires.

Jusqu'ici le cœur est resté simple, chaque segment va se diviser en deux parties par suite d'un processus indépendant, et il en résultera deux ventricules, deux oreillettes et deux troncs artériels.

Il ne nous reste, pour compléter l'étude morphologique du cœur, qu'à ajouter quelques mots sur l'établissement de ses connexions avec les vaisseaux.

1° VEINES. — Nous avons vu précédemment comment le sinus veineux confondait sa cavité avec celle de l'oreillette et comment trois grosses veines s'abouchaient dans celle-ci; on manque encore de données exactes sur le développement des veines pulmonaires.

2° ARTÈRES. — Primitivement le bulbe donne naissance à deux aortes (*Fig. 40*). Bientôt celles-ci se fusionnent près du bulbe, restent divisées dans leur trajet curviligne (deux premiers arcs aortiques) et se soudent plus loin pour ne former qu'une seule aorte impaire (*Fig. 41*). Dès que se montrent les arcs branchiaux, de nouveaux arcs aortiques,



Fig. 40.

D'après Quain.

destinés justement à ces arcs branchiaux, apparaissent, et il se forme ainsi jusqu'à cinq paires d'arcs sur les mammifères comme sur les oiseaux (Baer, Rathke, voy. *fig. 42*).

Les cinq paires d'arcs n'existent pas à la fois : le 3^e jour chez le poulet ou la 4^e semaine chez l'homme, les premiers arcs antérieurs commencent à s'oblitérer, alors que



Fig. 41.



Fig. 42.

Schéma, d'après Quain.

naissent seulement les arcs postérieurs.

Ces arcs aortiques vont se transformer en vaisseaux définitifs (voir *fig. 43*) : le 4^e

arc se met en rapport de chaque côté avec la bifurcation aortique du bulbe, il devient à gauche la crosse définitive, à droite le tronc bra-

chio-céphalique (Kœlliker) ; le 5^e arc disparaît complètement à droite, à gauche, il entre en communication avec la bifurcation pulmonaire du bulbe et devient par suite le canal artériel ; ce canal artériel donne deux artères (P), très petites d'abord, ce sont les artères pulmonaires, de sorte que primitivement les artères pulmonaires ne sont que des collatérales du canal artériel.

On voit, en résumé, que les troncs pulmonaire et aortique, qui résultent de la division du bulbe, se mettent en communication, le 1^{er} avec le 5^e arc gauche, le 2^e avec la 4^e paire d'arcs aortiques.

La description des cloisons et des valvules nous a un peu fait négliger les modifications qui portent sur le volume relatif des différents segments du cœur. Avant toute formation des septa, les ventricules avaient déjà une forme un peu différente; le ventricule gauche était plus arrondi, le droit comme renflé en massue.

Dès la 3^e semaine, chez l'homme, les deux ventricules s'allongent et pendant ce temps-là l'oreillette et les auricules con-

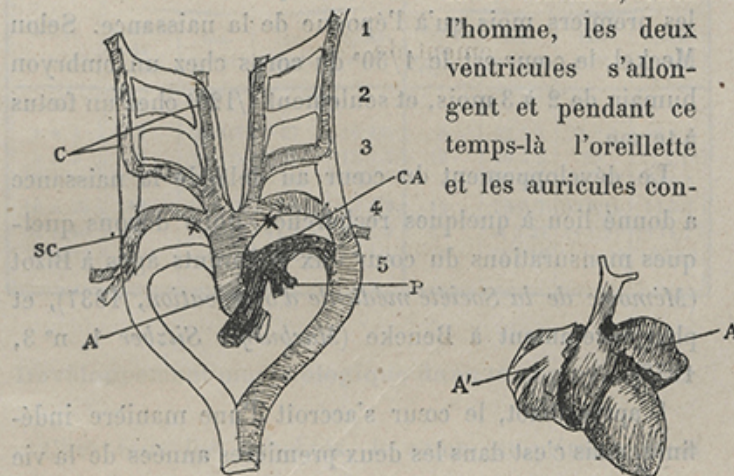


Fig. 43.

Fig. 44.

Schéma de Rathke, modifié par Quain. — A. Cœur d'embryon de six semaines, d'après Ecker (empruntée à Koelliker) vu, par sa face antérieure. — A'. Auricules. — A''. Auricules.

tinuent à se développer; celles-ci recouvrent une partie des ventricules, la droite est plus volumineuse que la gauche (Fig. 44).

Au début le ventricule gauche était plus volumineux que le droit, plus tard le ventricule droit l'emporte un peu. A la fin de la vie foetale on observe à peu près le même volume pour les deux.

Voici quelques données empruntées à Kœlliker sur le volume total du cœur :

Longueur la 4 ^e semaine	0 ^m ,0023
— 8 ^e —	0 ^m ,0043
Longueur le 3 ^e mois	0 ^m ,010 à 0 ^m ,012
— 5 ^e —	0 ^m ,013 à 0 ^m ,017

Le volume relatif du cœur est plus considérable dans les premiers mois qu'à l'époque de la naissance. Selon Meckel, le cœur est le $\frac{1}{50}$ ^e du corps chez un embryon humain de 2 à 3 mois, et seulement $\frac{1}{120}$ ^e chez un fœtus à terme.

Le développement du cœur au delà de la naissance a donné lieu à quelques recherches, nous devons quelques mensurations du cœur aux différents âges à Bizot (*Mémoire de la Société médicale d'observation*, 1837), et plus récemment à Beneke (*Marburger Sitzber* 1, n° 3, 1878).

D'après Bizot, le cœur s'accroît d'une manière indéfinie, mais c'est dans les deux premières années de la vie que l'activité du développement est le plus marquée; à la fin de cette période, le volume du cœur a doublé. A 7 ans, le cœur est le double de ce qu'il était à 2 ans (Beneke). De 7 à 13 ans, le développement du cœur subit un ralentissement pour reprendre une nouvelle énergie de 13 à 20 ans, au moment de la puberté.

De 20 à 50 ans, l'accroissement est encore appréciable, mais il se fait lentement, et à partir de cette époque on voit survenir l'atrophie sénile (Beneke; *Anal.* dans *Journal de Hayem*). Il nous semble qu'il y aurait lieu de faire quelques réserves au sujet de ce développement tardif du cœur de 20 à 50 ans. Ne s'agit-il pas là de dilatation et

d'hypertrophie plutôt que d'un véritable développement physiologique ?

TABLEAU EMPRUNTÉ A BIZOT

MENSURATIONS EN LIGNES

AGE. ans.	SEXE MASCULIN.				SEXE FÉMININ.			
	nombre de sujets.	lon- gueur.	lar- geur.	épais- seur.	nombre de sujets.	lon- gueur.	lar- geur.	épais- seur.
1 à 4	7	22 4/5	27	10 4/5	8	22 5/8	25 1/8	10 1/6
5 à 9	3	31 1/5	33	12 4/5	10	26 3/5	29	11 3/10
10 à 15	3	34	37	14	5	29 2/5	31 1/5	12 2/5
16 à 29	18	42 5/19	45 3/4	17 1/3	14	38 5/7	42 9/14	17 5/7
30 à 49	23	43 3/20	47 4/5	17 1/6	27	41 2/27	44 1/27	14 14/27
50 à 79	19	45 12/19	52 4/5	18 1/4	19	42 4/19	46 11/19	16 2/19

Développement morphologique dans la série animale.

Chez tous les vertébrés, le cœur est primitivement constitué de la même manière, c'est-à-dire par un tube qui ensuite s'infléchit plus ou moins : les différences vont porter sur les modifications ultérieures que nous avons décrites du côté du *bulbe*, de l'*oreillette* et du *ventricule*.

Bulbe. — Chez les vertébrés allantoidiens, l'étranglement qui séparait le bulbe du ventricule s'efface et les deux cavités se confondent. Chez les poissons et les batraciens, le bulbe persiste à l'état de cavité nettement séparée.

Oreillette et ventricule. — Chez les poissons, le cœur reste mono-auriculaire et mono-ventriculaire.

Chez les reptiles et chez les batraciens, la cloison interauriculaire se complète avant que la cavité ventriculaire ait subi aucun changement (Milne-Edwards).

Chez les mammifères et les oiseaux, au contraire, l'établissement d'une cloison interventriculaire précède le cloisonnement auriculaire, de sorte qu'il n'est pas permis de dire, comme le fait remarquer Milne-Edwards, que le cœur du mammifère commence par être un cœur de poisson, puis un cœur de reptile ; le processus ne suit pas la même marche, le cœur du mammifère et de l'oiseau n'est pas un cœur de batracien ou de reptile perfectionné.

Chez la plupart des reptiles, le ventricule restera simple ou incomplètement divisé.

D'autres différences encore plus importantes, peut-être, séparent le système circulatoire des vertébrés à respiration aérienne, des vertébrés à respiration aquatique ; mais elles portent essentiellement sur les vaisseaux, sur les arcs aortiques et leur transformation en appareil branchial. Nous borner à les exposer serait déjà sortir de notre cadre.

Tel est, à grands traits, le développement morphologique du cœur chez les vertébrés. J'ajoute que, dans telle ou telle classe de vertébrés, des différences de détail peuvent se présenter ; on les a notées principalement pour le processus de cloisonnement de l'oreillette, et M. Goubaux (1) en a fait une étude très détaillée chez les animaux domestiques, solipèdes, ruminants, carnassiers, rongeurs, félins. Cet auteur a reconnu qu'il peut même exister des différences individuelles dans l'époque d'oblitération du trou de Botal. Ainsi, sur 7 chats sacrifiés 10 heures après la naissance, le trou de Botal était oblitéré chez trois.

(1) *Études sur le trou de Botal et le canal artériel chez les animaux domestiques*, par G. GOUBAUX. *Journal d'Anatomie* de ROBIN. 1875.

M. Goubaux a observé dans l'espèce bovine des filaments ou brides tantôt simples, tantôt divisés, pouvant fractionner l'ouverture d'abord unique du trou de Botal et en diminuer l'étendue. Il n'a pas vu ces brides dans l'espèce porcine, il les a rencontrées dans l'espèce ovine et exceptionnellement chez les chiens.

M. Gombaux a observé dans l'espèce bovine des éléments ou brides (enfin) simples, tantôt divisés, pouvant fractionner l'ouverture d'abord unique du trou de Botal et en diminuer l'étendue. Il n'a pas vu ces brides dans l'espèce porcine, il les a rencontrées dans l'espèce ovine et exceptionnellement chez les chiens.

CHAPITRE IV

HISTOGENIE

Le cœur chez l'adulte est un muscle creux dont la surface externe est recouverte par le feuillet viscéral du péricarde (épicarde de quelques auteurs) et dont la surface interne est tapissée par une membrane très analogue à la tunique interne des veines, c'est l'endocarde.

La saillie de plus en plus grande du cœur dans la cavité pleuro-péritonéale, et son isolement progressif par l'amincissement et la disparition des mésocardes, nous expliquent suffisamment l'indépendance de l'organe chez l'adulte, et la seule continuité au niveau du hile des deux feuillets de la séreuse péricardique. Il nous reste à décrire le développement de l'endocarde et du tissu musculaire du cœur.

D'après His, pendant que le cœur est encore un simple tube, on voit paraître dans son intérieur comme une doublure formée d'une couche de cellules plates qui s'avancent en quelque sorte de la face interne des veines omphalo-mésentériques; cette doublure endothéliale, première ébauche de l'endocarde, semble donc apportée au cœur par les vaisseaux, et j'ajoute par les vaisseaux veineux. Mais il y a primitivement deux tubés

endothéliaux, puisqu'il y a deux cœurs : après l'adossement des deux tubes cardiaques et la disparition de la cloison musculaire, il reste encore une cloison endothéliale, dernier vestige attestant la dualité primitive (Gasser). Nous avons vu, page 13, que des dissidences séparent les embryologistes au sujet de la structure du cœur au moment même de son apparition. Rappelons l'opinion de Kœlliker, d'après lequel la première trace du cœur paraît sous forme de deux fentes longitudinales entre les lames fibro-intestinales et l'épithélium de l'intestin antérieur. « Dès leur production on reconnaît à l'intérieur de ces fentes un délicat revêtement de cellules, le futur endothélium du cœur. » Quoi qu'il en soit, Robin et Cadiat ont fait une étude approfondie de la structure de l'endocarde (*Journal d'anatomie* de 1876, et article SÉREUX du *Dictionnaire Dech*), qui les a ramenés à l'opinion de Bichat, considérant cette membrane comme l'analogue des tuniques des vaisseaux sanguins et non comme une séreuse. Les résultats de leurs recherches sur la texture des couches de l'endocarde et leur disposition statigraphique ont apporté un sérieux appui à cette conception du cœur considéré primitivement comme un renflement veineux. Les deux endocardes, en effet, se composent d'un épithélium, de la tunique commune de Bichat, et d'une couche élastique. Celle-ci se continue avec la couche celluleuse sous-péricardique qui se prolonge entre les faisceaux des muscles cardiaques. En outre, les vaisseaux ne pénètrent pas dans la couche élastique, ils s'arrêtent dans le tissu cellulaire ou dans les faisceaux musculaires sous-endocardiques. Nous retrouvons dans cette structure de l'endocarde les plus grandes analogies avec celle :

de la paroi interne des veines, et si l'on veut bien faire de la couche musculaire du cœur l'homologue de la couche de fibres cellulaires des veines, on peut dire que le cœur n'est qu'un renflement de la couche moyenne des veines « avec substitution d'une espèce de faisceaux contractiles (striés) à une autre espèce (fibres cellulaires) » (Robin et Cadiat). Remarquons encore que la tunique commune de Bichat et l'épithélium tapissent seuls la face artérielle des valvules sigmoïdes, la tunique élastique de l'endocarde ne se continuant nullement avec la tunique élastique des artères aorte et pulmonaire. Enfin l'identité de structure des valvules veineuses et des valvules auriculo-ventriculaires, tout vient nous démontrer que le cœur est, par sa structure de même qu'embryogéniquement, une provenance veineuse (Robin et Cadiat).

Tissu musculaire du cœur.

Le cœur est essentiellement constitué par du tissu musculaire à fibres striées ; le véritable élément du tissu musculaire strié, la fibrille, est la même, sauf une moindre épaisseur, que dans les autres muscles, mais le groupement des fibrilles diffère totalement : celles-ci ne sont plus rassemblées en faisceaux distincts, ayant à peu près le même diamètre, ni engainées dans une enveloppe, le myolemme ; elles sont au contraire disposées en faisceaux de volume variable, anastomosés et sans enveloppe. Au milieu des fibrilles, on observe des noyaux entourés d'un peu de matière amorphe. Les fibres du cœur sont en général moins nettement striées que les fibres ordinaires, elles possèdent des granulations qui masquent en partie

la striation; les unes sont grosses, jaunâtres, les autres plus petites et grasseuses.

On a voulu décomposer chaque fibre cardiaque en segments cellulaires (Weissmann, Eby, Eberth, Ranvier). On est bien peu autorisé, il nous semble, à donner le nom de cellule à des segments composés non seulement d'un noyau et de substance périnucléaire, mais de fibrilles striées.

Chez les ruminants, chez le cheval, etc., il existe sous l'endocarde ventriculaire un réseau de filaments décrits pour la première fois par Purkinje en 1845. Ces filaments, chez le mouton, se montrent composés de gros blocs cellulaires possédant un noyau, granuleux au centre, hyalins à la périphérie. A la limite de ces éléments on observe une striation dirigée tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, et que quelques auteurs ont rapportée à des faisceaux de fibrilles interposés entre les cellules et appliqués à leur surface.

Développement du tissu musculaire de la vie animale.

Il est bon, avant d'aborder le développement de la fibre musculaire du cœur, de rappeler en quelques mots le développement des fibres volontaires.

Robin a étudié les éléments musculaires de la vie animale sur des embryons de 6 à 20 mill. (Soc. Biol., 1854). Le myolemme naît le premier, puis, postérieurement à lui, dans son épaisseur, les fibrilles striées. Le myolemme a pour centre de génération un noyau aux extrémités duquel se produit de toutes pièces une substance homogène. Les corps ainsi formés s'allongent et se sou-

dent bout à bout, de façon à former une bandelette pâle parsemée de noyaux de place en place. Quand l'embryon a 18 ou 20 mill., le myolemme ne tarde pas à se creuser, et dans sa cavité se forme, aux dépens de la matière amorphe comme blastème, une substance grisâtre, striée en long et en travers. Plus tard d'autres noyaux naissent dans l'épaisseur du myolemme entre les fibrilles.

Ultérieurement Robin a un peu modifié ses idées sur le développement du tissu musculaire (*Gaz. médic.*, 1855, et *Anat. et physiol. cellul.*, 1873). Il admet toujours que le faisceau primitif résulte de la soudure bout à bout de plusieurs cellules : alors dans les cylindres ainsi formés, les noyaux se multiplient par division, se disposent en groupes de 4 ou 5, et en même temps il se produit, de la surface à la profondeur, une substance contractile striée et divisée en fibrilles dès son origine. *Le sarcolemme se forme plus tard.*

Cadiat admet, comme son maître Robin, l'origine multicellulaire du faisceau primitif, et à cette opinion se rangent : Schwann qui en est le promoteur, Valentin, Barry, Leydig, V. Kempen, Moritz, Lockart Clarke, Braidroad, Beale, etc.

Dans un camp opposé, dans le camp de l'origine unicellulaire du faisceau primitif, se rangent Remak, F. Schulze, Frey, Stricker, Weber, Zenker, Kölliker, etc. Chaque cellule donne naissance à un faisceau, pour cela elle s'allonge et son noyau se divise en plusieurs noyaux qui se groupent de façon à former une espèce de cordon ; alors la substance striée apparaît à la périphérie, formant comme l'écorce du cylindre ou cordon granuleux précédemment formé.

En dehors de ces deux opinions, Rouget prétend que le faisceau primitif ne représente ni une cellule, ni une série de cellules fusionnées : l'apparition première du tissu a lieu sous forme de stries linéairement disposées au milieu d'une gangue semi-liquide, riche en noyaux.

Développement du tissu musculaire du cœur.

Robin (Soc. Biol., 1854) a observé des fibrilles musculaires sur un cœur d'embryon humain de 4 à 5 mill. Il a vu naître, au milieu des cellules embryonnaires qui composent presque entièrement les parois du cœur, des noyaux ovoïdes, finement granuleux, offrant à chacune de leurs extrémités une petite quantité de substance amorphe. Dès son apparition, cette substance était un peu striée en long, de là de petites fibrilles offrant à des intervalles égaux des points noirâtres qui leur donnent un aspect strié en travers (voy. fig. 45). Les faisceaux grandissent en conservant leur forme en fuseau, se soudent ensuite bout à bout par leurs extrémités effilées, et constituent ainsi des faisceaux plus ou moins longs, suivant le nombre de faisceaux rudimentaires ou *corps myoplastiques* de Prevost et Lebert soudés ensemble. C'est dans le cours du deuxième mois que se montrent, par un *mode encore inconnu*, les bifurcations et anastomoses des faisceaux.

Il semblerait, d'après cela, qu'il y ait cette différence entre les fibres du cœur et les fibres des muscles volontaires, c'est que, dans celles-ci, la soudure des cellules précède le dépôt de substance striée et se fait entre cellules placées bout à bout, tandis que dans celles-là la soudure est consécutive à l'apparition des fibrilles et se fait *probable-*

ment entre les cellules de rangées voisines en même temps qu'entre les cellules alignées bout à bout (1).

Gastaldi prétend avoir observé sur le cœur d'embryons de poissons, d'oiseaux et d'hommes, le même mode de développement des fibres musculaires que celui décrit par Remak pour les muscles volontaires.

D'après Rouget, dès qu'on peut voir les battements du cœur, vers la 36^e heure chez le poulet, la tunique musculaire interposée aux grandes cellules du péricarde et de l'endocarde forme un réseau complet à mailles entrecroisées, constitué par des stries fibrillaires. La substance conjonctive périphérique en se solidifiant formerait comme des gaines anhistes aux fibrilles, d'où l'aspect trompeur de cellules ramifiées et anastomosées.

D'après une autre opinion, celle de Wagoner, adoptée par Frédéricq, la substance du cœur est composée au début chez l'embryon de grandes plaques protoplasmiques multinucléées : ces grandes plaques sont des centres actifs déterminant la production diffuse de fibrilles. Ces plaques pourraient ainsi être rapprochées des blocs cellulaires des filaments de Purkinje, et on sait que Lehnert a émis cette opinion que les cellules de Purkinje sont un reliquat de l'état embryonnaire du cœur.

On peut se convaincre, par l'exposé qui précède, que la lumière n'est pas encore faite complètement sur ce sujet qui semble pourtant, au premier abord, d'observation facile. Nous pouvons, en résumé, classer ainsi les idées qu'on a émises :

(1) Cependant, dans le cœur des batraciens, Robin a vu des cellules sans membrane se souder, leur surface se recouvrir de stries superficielles, enfin des faisceaux anastomosés se former par leur transformation.

La fibre musculaire du cœur est d'origine unicellulaire ou multicellulaire.

La substance musculaire striée est un produit exocellulaire (Fredericq, Wagener, Deiters, etc.), ou endocellulaire (Kœlliker, Robin, Cadiat (1)).

L'origine endocellulaire de la substance striée semble également bien ressortir d'un travail présenté par M. Vulpian à l'Académie des sciences au nom de M. Assaky (16 avril 1883, voy. fig. 46 à 50).

Le point spécial que M. Assaky s'est attaché à prouver, c'est que le



Fig. 45.

Faisceau musculaire du cœur. Embryon humain de 16 millim., d'après Robin.

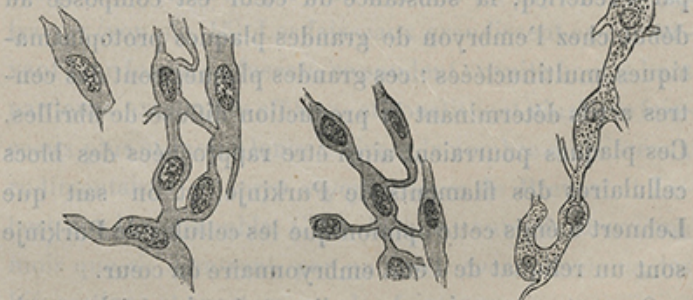


Fig. 46.

Cellules musculaires du cœur d'un embryon de poulet au deuxième jour de l'incubation. (Oculi, Obj. 10 à immersion de Verick).

Fig. 47.

Cellules musculaires du cœur d'un embryon de mouton au troisième jour de l'incubation.

Fig. 48.

Quatre cellules musculaires du cœur d'un embryon de poulet au quatrième jour de l'incubation.

cœur est constitué dès le début par des cellules anasto-

(1) Ce sont des cellules semblables à celles des chevrons musculaires des batraciens qui donnent naissance aux faisceaux striés du cœur.

mosées (1). Du reste, Kœlliker a dit depuis longtemps que le myocarde naît de cellules musculaires fusiformes



Fig. 49. Cellules musculaires du cœur d'un embryon de poulet au cinquième jour de l'incubation. Fig. 50. Cellules musculaires du cœur d'un embryon humain de la huitième semaine.

et étoilées, dont l'accolement simple produit les fibres musculaires définitives du cœur.

(1) M. Assaky a bien voulu nous communiquer et les conclusions de son mémoire et les planches à l'appui. Nous le remercions de son obligeance.

muscles (1). Du reste, Kolliker a dit depuis longtemps que le myocarde nait de cellules musculaires fusiformes



Fig. 10. Cellules musculaires du cœur d'un embryon humain de la huitième semaine. Jour de l'embryon.

et fibres, dont l'accolement simple produit les fibres musculaires déduites du cœur.

(1) M. Ascher a découvert, nous le verrons, et les connexions de son

manière de les plancher à l'appui. Nous le verrons de son évidence.

CHAPITRE V

PHYSIOLOGIE

Le cœur bat dès la 39^e heure d'incubation chez le poulet (Prévost et Dumas). Il se contracte sur un liquide incolore, et ses contractions sont rythmées (1). Laborde a observé les battements dès la 26^e heure. A cette époque, pourtant, sa paroi est formée de simples cellules, on n'y trouve aucune trace de fibres musculaires (Kœlliker). Pouchet fait quelques réserves sur ce terme *simples cellules*, « car il est fort possible que, dès cette époque, une partie au moins du corps de ces éléments, ait revêtu les caractères de la substance musculaire striée, caractères moins accusés sur les fibres cardiaques que sur les muscles ordinaires, et moins accusés encore au moment de l'apparition de cette substance ». Quoi qu'il en soit, nous pouvons dire que le cœur bat avant l'achèvement de sa structure musculaire, et avant toute apparition d'éléments nerveux ganglionnaire ou autre dans son épaisseur (Schenk).

C'est là un fait capital qui touche aux problèmes les

(1) Harvey croyait à tort que la formation du sang précède les battements du cœur. Haller vit le premier que le cœur se contracte au début sur un liquide incolore. Hunter généralisa le fait.

plus importants de la physiologie générale : on l'a invoqué en faveur de la contractilité propre et indépendante du muscle et de l'élément cellulaire en général ; mais on ne s'explique guère aisément le rythme, en l'absence des excitants considérés comme naturels, le sang et le système nerveux.

Le cœur se contracte d'abord lentement, 40 à 60 fois par minute, puis plus rapidement, 100 à 120 fois (Koelliker) (1).

Schenk a étudié l'action des différents agents sur les contractions du cœur des embryons de poulet. Il n'a reconnu aucune action excitante aux acides et aux alcalis ; tous arrêtaient plus ou moins rapidement les contractions cardiaques. Cependant l'acide borique à 2 p. 100, le chlorure de sodium à 1 p. 100, et surtout le sérum iodé, prolongeaient la durée de la contractilité.

Il est à remarquer, ajoute l'auteur, que tous les agents qui arrêtent les contractions cardiaques obscurcissent le protoplasme des cellules musculaires ; les substances énumérées plus haut en conservent au contraire la transparence.

Les mêmes observations peuvent être faites en séparant le cœur du corps de l'embryon.

Eckhardt a vu les ventricules d'un embryon de poulet de 8 à 10 jours, séparés des oreillettes, se contracter à une température de 41° à 42°.

Schenk a encore recherché l'influence de la température sur les battements ; il a placé dans le sérum iodé un cœur d'embryon de 3 jours :

(1) Dareste a vu, dans un cas tératologique, chaque cœur primitif se contracter isolément, l'un battant deux fois plus vite que l'autre.

A 26°, le cœur s'arrêta bientôt ;

A 28°, il y eut quelques battements ;

A 30° ou 34°, les contractions étaient aussi rapides que sur un embryon de trois jours, quand on vient à briser sa coquille ;

A 36°, elles devenaient plus fréquentes encore ;

A 40° ou 41°, elles s'arrêtaient ; si alors on faisait redescendre la température à 36°, les contractions reparaissaient pour cesser à 23°.

Le retour des contractions par le refroidissement n'était plus observé quand on avait fait monter le thermomètre à 45° ;

Le cœur isolé dans le sérum iodé, à la température de 30° à 34°, a présenté des contractions pendant plusieurs heures (1).

Des fragments de cœur, représentant le 10^e de la masse totale, se comportent toujours, d'après Schenk, comme le cœur entier.

Les expériences de Schenk nous paraissent démontrer nettement que les contractions cardiaques sont indépendantes du système nerveux central à cette époque.

L'apparition des battements cardiaques est plus tardive chez les poissons : chez le brochet, le cœur naît le 6^e jour, puis semble rester immobile pendant une journée entière, et ce n'est que le 7^e et même le 8^e jour que Lereboullet a observé pour la première fois les contractions.

L'embryon de la perche exécute des mouvements en masse avant l'apparition du cœur (Lereboullet). Chez l'écrevisse, le cœur bat dès qu'il s'est montré, mais tou-

(1) Harvey avait signalé que l'eau chaude fait reparaître les contractions du cœur chez l'embryon de poulet.

jours avant toute genèse de globules sanguins. Le cœur bat très vite, jusqu'à 180 fois par minute, puis il s'arrête un instant pour repartir de nouveau.

4 A la fin du second jour, chez le poulet (Balfour), les vaisseaux et le cœur ont formé un système complet : bientôt les contractions cessent de se faire *à vide*, ou tout au moins de s'exercer sur un liquide privé d'éléments figurés ; une véritable circulation va s'établir, la circulation vitelline, dans laquelle nous n'avons à envisager que le rôle du cœur. Le sang pénètre dans le cœur par les veines omphalo-mésentériques, traverse l'oreillette, puis le ventricule, et enfin le bulbe, et passe dans l'aorte. Chacune des trois parties du cœur se contracte successivement sur le liquide qui le traverse, mais c'est toujours par l'auricule que la contraction débute (on sait que c'est également l'*ultimum moriens*) (Prévost et Dumas).

On peut, avec Laborde, rapprocher ce mode de contraction du cœur embryonnaire de ce qui s'observe chez les animaux à sang froid, chez les poissons, les batraciens. « La pulsation se fait de la portion veineuse à la portion ventriculaire et artérielle par une mesure rythmique à trois temps. » (Laborde, *Bullet. Acad. de méd.*, t. VII.)

A cette période, il ne paraît pas encore exister d'appareil valvulaire. « L'espèce de péristaltisme qui préside aux contractions successives des diverses portions du tube cardiaque suffit à rendre compte de la progression du liquide dans une direction constante, — l'occlusion des orifices respectifs s'opère par la contraction de la portion retrécie. »

Un peu plus tard, « les bourgeons d'origine des valvules sygmoïdes et auriculo-ventriculaires concourent à assurer et à parfaire le mécanisme fonctionnel d'occlusion des

orifices. » (Laborde et M. Duval, *Bull. Acad.*, t. VIII.)
Quand le bulbe de l'aorte a disparu, les battements du cœur se simplifient et ne consistent plus qu'en des contractions alternatives de l'oreillette et du ventricule.

A la fin du premier mois, chez l'homme, le développement de l'allantoïde a préparé la seconde circulation qui se complète et s'achève au début du deuxième mois. Le cloisonnement ventriculaire est accompli, les deux oreillettes communiquent et doivent communiquer jusqu'à la fin de la vie intra-utérine.

Suivons le cours du sang en partant de la veine cave inférieure (sang placentaire) (voy. fig. 5).

Le sang pénètre dans l'oreillette droite, passe en vertu d'une disposition spéciale de la valvule d'Eustachi (voir p. 44) à travers le trou de Botal dans l'oreillette gauche, et de là dans le ventricule gauche; alors la contraction de ce ventricule le lance dans l'aorte, les caro-

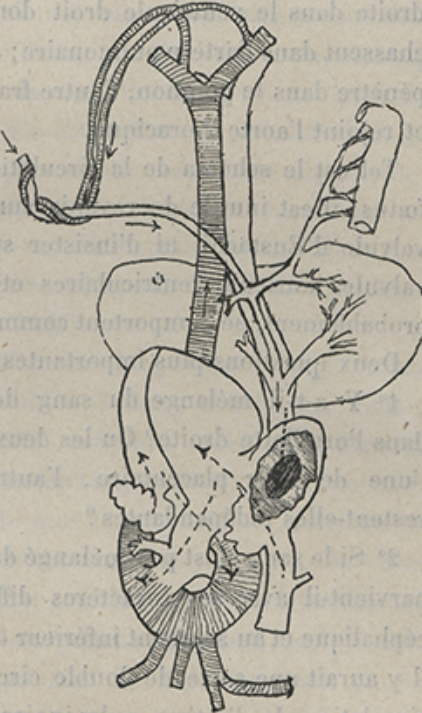


Fig. 51.

D'après Quain.

tides, les sous-clavières, etc. Le sang des carotides et des sous-clavières, après avoir parcouru le réseau des capillaires, retourne au cœur par la veine cave supérieure à l'état de *sang veineux pur* ; il est déversé de l'oreillette droite dans le ventricule droit dont les contractions le chassent dans l'artère pulmonaire ; alors une petite partie pénètre dans le poumon, l'autre franchit le canal artériel et rejoint l'aorte thoracique.

Tel est le schéma de la circulation cardiaque chez le fœtus ; il est inutile de revenir sur la disposition de la valvule d'Eustachi, ni d'insister sur le mécanisme des valvules auriculo-ventriculaires et sigmoïdes qui, très probablement, se comportent comme chez l'adulte.

Deux questions plus importantes sont à résoudre :

1° Y a-t-il mélange du sang des deux veines caves dans l'oreillette droite ? Ou les deux colonnes sanguines, l'une de sang placentaire, l'autre de sang veineux, restent-elles indépendantes ?

2° Si le sang n'est pas mélangé dans l'oreillette droite, parvient-il avec ses caractères différents à l'extrémité céphalique et au segment inférieur du corps ? Dans ce cas, il y aurait une sorte de double circulation artérielle : la circulation de l'artère pulmonaire et de l'aorte sous-jacente ; et la circulation des premières divisions aortiques.

Pour Wolff, Sabatier, Haller, le sang de la veine cave inférieure passe directement par le trou de Botal, sans perdre ses qualités de sang placentaire au contact du sang veineux de la veine cave supérieure. Ces auteurs voyaient la preuve de cette indépendance circulatoire dans le développement plus hâtif de la partie supérieure du corps

qui ne reçoit que le sang artériel placentaire. Bichat, Magendie, et après eux la plupart des physiologistes modernes, ont nié cette conception de l'isolement des deux sangs, en montrant qu'elle ne reposait que sur des erreurs anatomiques ou physiologiques (contraction isolée des deux oreillettes) (1). On admet, toutefois, que s'il y a un mélange du sang des deux veines caves dans l'oreillette droite : *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 de la veine cave inférieure passe de l'oreillette droite dans l'oreillette gauche* (Béclard, *Traité élémentaire de physiol.*, 6^e édit., p. 1187).

D'après Dayier, l'auteur de quelques pages intéressantes sur la circulation fœtale, consignées dans sa thèse inaugurale (1839), ces deux opinions si diamétralement opposées, auraient une part de vérité, suivant le mois de la vie fœtale que l'on considère. Dans les premiers temps de la vie intra-utérine, en effet, la valvule d'Eustachi peut diriger tout le sang de la veine cave inférieure dans l'oreillette gauche ; plus tard, pour le même auteur, l'oreillette prenant du développement pendant que la valvule reste stationnaire, le sang de la veine cave inférieure remplit l'oreillette gauche, mais il est versé aussi dans l'oreillette droite, et il se mêle au sang de la veine cave supérieure : à une époque plus tardive encore,

(1) En 1841, Despaignol, dans une thèse inaugurale, a cherché à montrer que, même avec la contraction simultanée des deux oreillettes, il n'était pas déraisonnable d'admettre que le sang des deux veines caves ne se mélange pas : son explication est trop hypothétique pour que nous la reproduisions ; son auteur y croit si peu lui-même qu'il admet le mélange quelques lignes plus bas.

dans les derniers mois de la gestation, la valvule d'Eustachi diminuant de plus en plus, il doit y avoir mélange complet des deux sangs dans l'oreillette droite. Cette thèse conciliatrice est d'ordre théorique : elle n'est basée que sur un raisonnement dénué de preuves anatomiques.

De cette discussion nous pouvons conclure qu'il y a dans l'oreillette droite un mélange, au moins partiel, du sang des deux veines caves inférieure et supérieure (1) (2).

2^e Question. — *La colonne sanguine qui a franchi l'orifice aortique et qui pénètre dans les premières divisions de l'aorte, se mélange-t-elle avec l'ondée sanguine qui arrive dans la courbure de ce même vaisseau par le tronc de l'artère pulmonaire et son canal de dérivation ou canal artériel ?*

Cette double circulation artérielle du fœtus repose sur

(1) Lancisi a le premier émis cette idée que la valvule d'Eustachi sert à empêcher le sang de la veine cave supérieure de tomber avec trop de force sur la colonne ascendante de la veine cave inférieure. Winslow lui attribuait un deuxième rôle, celui de s'opposer à la rentrée du sang de l'oreillette dans la veine cave inférieure. En l'absence de cette valvule, il supposait la possibilité d'un reflux du sang dans la veine ombilicale et jusque dans le placenta. SÉNAC (*Traité du cœur*) nia que la valvule d'Eustachi pût avoir pour effet de briser le courant de la veine cave supérieure ; sa vraie fonction, c'est de diriger le sang de la veine cave inférieure à travers le trou de Botal. SABATIER s'est attaché aux détails anatomiques pour en déduire le cours du sang des deux veines caves.

(2) La valvule du trou de Botal est disposée de façon à empêcher le sang de passer de l'oreillette gauche dans l'oreillette droite : une pression sur sa face gauche tendrait à l'appliquer sur le bord supérieur du trou, circonstance qui doit favoriser l'oblitération de celui-ci après la naissance.

La manière dont le sang passe d'une oreillette à l'autre a été le sujet d'une violente controverse en France vers la fin du xvii^e siècle et le commencement du xviii^e. Meri soutenait que le sang passe de l'oreillette gauche dans la droite, contre Duverry et Fauvery, partisans de la théorie d'Harvey.

une expérience au premier abord démonstrative. Sur le cadavre d'un fœtus, après avoir ouvert le péricarde, Kilian injecte simultanément, au moyen de seringues, de la matière verte par le tronc de l'artère pulmonaire et de la matière rouge par l'orifice aortique. L'observation révèle ensuite que la matière verte remplit l'aorte descendante et la matière rouge l'aorte ascendante et ses divisions, sans mélange au niveau des confins de ces deux territoires artériels.

Burdach accepte cette expérience et ses conséquences, c'est-à-dire la dualité et l'indépendance d'une circulation artérielle chez le fœtus. Pour nous, la délicatesse de cette expérience doit faire accepter ses résultats avec une grande réserve. Que de causes d'erreurs nombreuses, en effet, et qui tiennent soit à la capacité différente des seringues, à la nature des injections, à l'état de perméabilité de l'un ou de l'autre vaisseau, à la force inégale déployée par les deux expérimentateurs, qui simultanément doivent pousser l'injection, etc., etc.!

Cette théorie de Kilian n'est pas admise : son expérience n'est même plus discutée dans les traités classiques de physiologie, et on tend à admettre *que le mélange des deux sangs placentaire et veineux* s'accomplit une deuxième fois dans l'aorte, après s'être produit déjà, tout à l'heure, dans l'oreillette droite.

Il est temps de tirer des conclusions de cette longue discussion de physiologie mécanique.

Le sang qui arrive du placenta par la veine cave inférieure se mélange dans l'oreillette droite avec le sang veineux provenant de la veine cave supérieure. Le sang du ventricule droit se mélange une deuxième fois avec

celui du ventricule gauche, au niveau de l'abouchement du canal artériel : de là cette conséquence générale « *qu'en aucun point du système vasculaire de l'embryon le sang artériel ne se trouve à l'état de pureté parfaite. Cependant le sang qui parvient à la tête et aux extrémités supérieures, quoique mélangé dans l'oreillette droite du cœur avec une certaine proportion de sang veineux, est plus hématosé que celui qui se répand dans les extrémités inférieures et dans la partie inférieure du tronc* » (Béclard, *loc. cit.*, p. 1188).

Un chapitre complet de la physiologie du cœur pendant la vie fœtale comprendrait toute une série de questions relatives à la fréquence des battements du cœur, à leurs variations aux différents âges et même aux différentes phases du travail et de l'accouchement, ces actes étant d'ordre physiologique. Ce sujet a inspiré un certain nombre de travaux dont la plupart sont conçus au point de vue obstétrical et basés sur l'auscultation : telles sont les recherches relatives au nombre des pulsations suivant le sexe, le poids de l'enfant, les mouvements qu'il exécute (Cazeaux), l'état physiologique et pathologique de la mère (1), etc. Le nombre des battements varie de 115 à 160 fois par minute, et serait le même à toutes les époques où on peut les percevoir par l'auscultation (Cazeaux). Je n'ai pas à m'étendre davantage sur ces chapitres, je me borne à les indiquer, de même que la transformation de la circulation fœtale en circulation définitive, transformation qui se fait, suivant l'expression de Kœlliker, comme par un coup de baguette, au moment où la première respiration vient changer toutes les con-

(1) On consultera avec intérêt sur ces sujets un mémoire de M. Dauzats dans les *Archives de Tocol*, de 1879.

ditions de l'hydraulique circulatoire, en ouvrant des voies nouvelles au sang de l'artère pulmonaire, et en modifiant la tension sanguine dans les différents segments de l'appareil vasculaire; alors le trou de Botal se ferme, le *canal* artériel s'oblitère et nulle part il ne reste aucun point où le sang veineux se mélange au sang artériel (1).

(1) L'étude de la circulation des parois du cœur a été tentée par le docteur Fili, de Bologne (1873), sur un fœtus de quatre mois provenant d'un avortement et qui fut l'objet d'une véritable vivisection. M. Fili ouvrit le thorax et mit le cœur à nu, assisté du professeur Bandaccio. Alors ces observateurs constatèrent que le sang pénétrait dans les artères coronaires au moment de la systole ventriculaire; la veine coronaire déversait le sang qu'elle reçoit dans l'oreillette pendant le repos de celle-ci. Ils observèrent aussi que les valvules aortiques se redressent verticalement pendant la systole ventriculaire, sans s'appliquer sur les parois de façon à boucher les orifices des coronaires. Les pulsations des coronaires étaient synchrones avec celles des fémorales. (*Rivista clinica* de Bologne, 1873.)

CHAPITRE VI

TÉRATOLOGIE

Il n'entre pas dans le plan de ma thèse (Anatomie et physiologie) de chercher à faire l'histoire complète de la tératologie cardiaque; du reste, le nombre et l'importance des matériaux sont tels que j'eusse à peine trouvé le temps de les dépouiller tous : je crois plus utile et plus à propos d'envisager ce chapitre, comme une sorte de corollaire du développement normal du cœur, et de me borner à dresser un tableau des anomalies cardiaques, en conservant dans mon exposé le même ordre que j'ai suivi dans les trois premiers chapitres de mon travail.

Donc, j'examinerai d'abord les anomalies qui portent sur le développement régional du cœur, en y comprenant, comme dans le chapitre premier, tout ce qui peut intéresser les premiers rudiments de l'organe jusqu'à leur soudure. Ensuite j'étudierai les anomalies du péricarde, et, dans une troisième partie, les anomalies de forme (cloisons, valvules, etc.).

PREMIÈRE PARTIE

Absence du cœur.

Le cœur peut manquer, ou ne pas s'élever au delà d'un état rudimentaire qui l'empêche de fonctionner comme moteur d'un appareil circulatoire.

Gœller, en 1683, a décrit le premier un monstre privé de cœur, bien que possédant une organisation fort compliquée. En 1720, Vogli envoya la description d'un fait analogue à Vallisniéri qui, après avoir douté, fut forcé de se rendre à l'évidence et finit par déclarer « que la compréhension de l'organisation de ce monstre était au-dessus de l'intelligence humaine » (Dareste).

En 1810, Béclard a donné l'absence du cœur comme un caractère général des monstres acéphales. Depuis, les travaux de Dareste nous ont appris que l'absence du cœur est loin d'être exceptionnelle, qu'elle constitue un caractère commun à l'ordre des monstres omphalosites (1). L'existence de la gémellité est assez fréquente dans ces cas, et, chose bien curieuse, le cœur de l'embryon bien conformé peut remplacer le cœur de l'omphalosite en poussant le sang dans son appareil vasculaire. L'absence du cœur est donc compensée par la gémellité. Lorsque le cœur existe à l'état rudimentaire, il fonctionne pendant une période plus ou moins longue de la vie intra-utérine, et, après l'absorption du système vasculaire par le second embryon, n'est plus qu'une partie de ce système (Ahfeld).

(1) Monstres dont la vie cesse dès que la communication avec la mère est interrompue.

Dualité persistante du cœur.

C'est la constatation fréquente de cette monstruosité chez le poulet qui a conduit M. Dareste, en 1863, à découvrir la dualité primitive normale du cœur (1). La monstruosité elle-même avait été notée depuis longtemps. Sans remonter à Théophraste qui attribuait deux cœurs aux perdrix de Paphlagonie (Gellius, *Noctes atticæ*), on trouve des exemples de dualité cardiaque observés sur l'oie par Sæmmering et Meckel, sur le poulet par Plantade, astronome de Montpellier, qui remarqua le fait à ses repas deux fois de suite, et fit examiner la pièce à Littre. L'anomalie ne semble avoir été constatée qu'une fois chez l'homme par un chirurgien de Lyon, Collomb (1798), sur un monstre qui vécut deux heures. Chacun des deux cœurs était enveloppé d'un péricarde et possédait ses vaisseaux, mais ceux-ci se réunissaient ensuite à neuf lignes environ de distance du cœur pour ne former que les troncs ordinaires.

Dareste n'a étudié les monstres à double cœur que les premiers jours de l'incubation, mais les observations de Plantade, Meckel, etc., démontrent bien que la vie n'est pas incompatible avec la monstruosité. Fréquemment d'autres anomalies s'y ajoutent, telles sont : la triocéphalie, la cyclopie et l'omphalocéphalie (voir page 19).

Anomalies par déplacement ou Ectopies.

Elles ont été étudiées par Breschet (*Répert. génér.*

(1) Panum, en 1860, signala l'existence de la dualité monstrueuse du cœur, mais il en donna une explication erronée : « La division d'un cœur d'abord unique. »

d'anat. et phys. T. II). Nous les diviserons en ectopies avec ou sans transposition des viscères. Les premières ont reçu le nom d'hétérotaxies.

A. *Ectopies sans transposition.* — Le cœur reste contenu dans la cavité thoracique, mais se trouve plus haut ou plus bas, ou déjeté latéralement. Parfois, il existe en même temps une fissure médiane du sternum.

Le cœur est situé hors du thorax :

1° A la région cervicale;

2° Dans l'abdomen ;

3° Au devant du thorax.

1° Dans le déplacement cervical, ou ectopie céphalique de Breschet, le cœur peut se trouver placé au-devant du cou, immédiatement au-dessus du thorax (Observ. de Vaubonnais chez l'homme, de Walter sur un agneau), et exceptionnellement sous la tête (Observ. de Breschet) : petite fille née avant terme (la pointe du cœur se portait entre les deux branches de la mâchoire inférieure écartées l'une de l'autre).

2° Dans l'ectopie abdominale, plus fréquente, le cœur est passé dans l'abdomen à travers une ouverture du diaphragme et fait ou non hernie à l'extérieur ;

3° Dans l'ectopie thoracique ou antérieure, le cœur fait hernie par une ouverture de la paroi antérieure de la poitrine.

Il suffit de se reporter au développement régional pour concevoir l'ectopie cervicale. L'ectopie thoracique a trait plutôt au développement des parois thoraciques, et il est probable que dans l'ectopie abdominale la perforation du diaphragme est le fait prédominant et primordial. (Arrêt de développement des deux moitiés du diaphragme.)

B. *Ectopies avec transposition des viscères.* — Le cœur affecté avec la partie droite de la poitrine les rapports qu'il a normalement avec le côté gauche.

Alors, *en général* cette ectopie s'accompagne d'une transposition des viscères (estomac, foie, etc.). Bien plus, Dareste a essayé d'établir une relation de cause à effet entre l'anomalie cardiaque et la transposition des viscères. Chez tous les vertébrés allantoïdiens, dit-il, la tête, à une époque donnée, exécute un mouvement de rotation à droite; or, il y a des cas dans lesquels le retournement de la tête s'est fait en sens inverse, et dans maint de ces cas il y a eu inversion (Observations de Baer et de Dareste).

Ceci posé, le fait primitif de l'anomalie consiste dans une disposition spéciale du cœur : normalement, le tube cardiaque, rectiligne au début, s'allonge et s'infléchit à droite, ce qui entraînerait la rotation normale de la tête. Lorsque, au contraire, l'anse cardiaque sort à gauche, la tête se tourne à gauche et « le renversement de la position du cœur entraîne nécessairement le renversement de ses cavités et des canaux qui y aboutissent; or, tout cela ne peut se produire sans déterminer des changements analogues dans toute l'organisation ». La sortie de l'anse cardiaque à gauche ne serait peut-être pas elle-même le fait primordial qui détermine l'inversion des viscères; M. Dareste est tenté de rapporter le sens de l'incurvation de l'anse à l'inégalité des deux blastèmes cardiaques. « L'incurvation ne serait-elle pas déterminée par la position du plus grand blastème? » (Le blastème droit est le plus volumineux.)

DEUXIÈME PARTIE

ANOMALIES DE DÉVELOPPEMENT DU PÉRICARDE.

Absence de péricarde.

L'absence du péricarde paraît être une anomalie très rare. Faber (*Archif sur pat. Anat. and phys.*, LXXIV), en 1879, n'a pu en rassembler que neuf cas, et dans la plupart l'absence de la séreuse n'était pas absolue. Beaucoup de faits publiés sous le titre d'absence du péricarde ne sont que des exemples d'adhérences des deux feuillets. Haller avait même généralisé cette interprétation et nié l'absence du péricarde.

Dans la plupart des cas, on a trouvé le cœur enfermé dans le même sac séreux que le poumon (le plus souvent à gauche). Le feuillet viscéral existait.

CAS DE BAUER. (*Ziemssens' Hand d'spec. path.* Bd VI.)

CAS DE FABER. « Le cœur, au lieu d'être recouvert par le péricarde pariétal, est libre dans la plèvre gauche et en contact avec le poumon. »

CAS DE CURLING. Idem.

CAS DE PETIT, 1825. « Le cœur est libre sous le poumon gauche. »

CAS DE BAILLIE. « Le cœur est à nu dans le côté gauche du thorax. »

Dans le CAS DE BRESCHET, le cœur était situé dans le sac pleural gauche.

Faber a donné des absences du péricarde une explication peu satisfaisante basée sur un exposé obscur du développement normal. Peacock préfère avouer qu'on ne

connaît pas le développement du péricarde. En somme, sauf l'interprétation de Haller, probablement vraie pour quelques cas, il est difficile d'expliquer l'absence de péricarde; je vais plus loin, il me paraît difficile de l'admettre. En effet, le cœur, dès sa naissance, est contenu dans la fente pleuro-péritonéale; cette fente le précède dans son développement; on ne peut s'expliquer l'absence primitive de péricarde à moins de changer le lieu même d'apparition du cœur. Mais remarquons que le cœur, dans ces prétendues absences, a été trouvé dans la cavité pleurale d'un côté; en réalité, le péricarde existe, mais il ne s'est pas séparé d'un côté du diverticule péri-intestinal qui doit devenir la cavité pleurale (voy. page 25 et *Fig. 25*). *La prétendue absence du péricarde n'est donc qu'un défaut de cloisonnement de la fente pleuro-péritonéale.*

TROISIÈME PARTIE

ANOMALIES DE FORME

Anomalies portant sur le processus de cloisonnement.

Le cœur est primitivement mono-auriculaire et mono-ventriculaire; puis il devient un cœur mono-auriculaire et biventriculaire.

Cœurs à deux cavités.

Or, on a trouvé des cœurs à deux cavités : une oreillette et un ventricule.

Dans le cas du D^r Wilson (*Philosophical transact.*; 1798);

Q.

11

l'enfant né à terme vécut 9 jours. Le cœur se composait d'une oreillette et d'un ventricule, et donnait naissance à un vaisseau qui se divisait en deux branches : l'une fournissait les artères pulmonaires, l'autre l'aorte. Il existait deux veines pulmonaires qui s'abouchaient dans la veine cave.

Cœurs à trois cavités.

Dans la majorité des observations, il ya deux oreillettes séparées par une cloison plus au moins complète et un ventricule simple ou n'offrant qu'un septum rudimentaire. Ces anomalies se compliquent souvent d'origines irrégulières des troncs vasculaires.

Cœurs à quatre cavités mal cloisonnées.

Si l'arrêt de développement est survenu à une période plus avancée, le cloisonnement existe, mais il est incomplet ; le défaut de séparation porte sur les oreillettes ou sur les ventricules, ou sur les deux à la fois.

Toutes ces anomalies semblent d'une extrême fréquence à en juger par les indications bibliographiques nombreuses que nous avons récoltées pendant une période de huit ans dans le *Journal de Hayem*.

Il importe de répéter que d'autres anomalies se rencontrent souvent en même temps que ces cloisonnements incomplets. On a noté principalement la coexistence de l'atrésie de l'artère pulmonaire avec l'inocclusion du septum ventriculaire ; Meyer et Kusmaul ont fait de celle-ci une conséquence de celle-là. Holl (*Strickers's med. jahrb.*

Hest. 4, 1880) a modifié cette théorie en disant que la perforation du septum est liée à la transposition de l'aorte, à sa dilatation et à l'étroitesse de l'artère pulmonaire, phénomènes dus eux-mêmes à une anomalie dans le processus de segmentation du tronc bulbaire. D'autre part les vices de conformation des cloisons peuvent consister en déviations: les déviations du septum interventriculaire sont communes et fort importantes, parce qu'elles expliquent bon nombre d'anomalies d'insertion et de développement des artères.

Que l'évolution normale du cœur soit entravée dans les dernières périodes de la vie fœtale, et nous aurons des anomalies du trou de Botal ou du canal artériel. Peacock signale deux observations d'oblitération précoce du trou ovale, et regarde comme assez commune l'oblitération prématurée du canal artériel (5^e arc branchial); bien plus fréquentes encore sont les persistances du trou de Botal associées le plus souvent à un rétrécissement de l'artère pulmonaire (1).

Le défaut d'oblitération peut affecter le canal artériel.

Anomalies portant sur la formation des valvules.

Ces anomalies sont relatives au nombre: Ainsi une seule valvule sigmoïde existe, ou bien il y a deux valvules sigmoïdes (anomalie due, d'après Peacock, à la fusion de deux valvules voisines); ou bien il y a trois valvules, mais l'une des trois est rudimentaire.

(1) L'augmentation de la pression du sang sur la face droite de la valvule s'opposerait à l'établissement des adhérences nécessaires à l'oblitération.

A l'opposé se trouvent les cas d'orifices munis de quatre valvules.

Les anomalies des valvules auriculo-ventriculaires consistent en soudures des valves ou en atrophies et en perforations (1).

La plupart de ces vices de conformation intéressant la morphologie du cœur trouvent dans l'évolution normale une explication satisfaisante, mais souvent ils se compliquent et s'ajoutent de manière à dérouter celui qui tenterait de rattacher uniquement leur existence aux phénomènes embryogéniques. Or cette complexité peut reconnaître deux causes :

1° Un vice primitif est capable de multiplier chez le même individu les anomalies ou les arrêts de formation.

2° Un certain nombre d'anomalies constatées à la naissance sont la conséquence les unes des autres : ainsi, l'oblitération plus ou moins complète de l'artère pulmonaire accompagne la persistance du trou de Botal et paraît en être la cause. Au point de vue de l'embryologie le rétrécissement devient donc le fait important.

La difficulté de mettre de l'ordre dans l'anomalie, de trouver le vice initial d'évolution, sera bien plus grande encore et paraîtra presque insurmontable, si on veut faire la part des processus pathologiques, de l'endocardite fœtale, plus fréquente qu'on ne le supposait d'abord, et localisée de préférence dans le cœur droit, comme les anomalies elles-mêmes. Certains vices de conformation trouvés à la naissance ne sont-ils pas des conséquences

(1) Je ne m'arrête pas aux anomalies portant sur les gros vaisseaux artériel ou veineux ni sur les dispositions anormales des vaisseaux coronaires. (Voy. PEACOCK, *Malform. of the heart.*)

de lésions inflammatoires dont les marques ont disparu, plutôt que le résultat d'un arrêt de développement? En d'autres termes, quelle est la part respective de l'endocardite et de l'arrêt de développement dans les anomalies du cœur observées chez le fœtus?

Il ne m'appartient pas de résoudre ce problème, et je ne l'ai posé que pour me justifier d'avoir limité aux cas simples l'étude de tératologie cardiaque que j'ai esquissée dans ce chapitre.

APERÇU HISTORIQUE

SUR

LE DÉVELOPPEMENT DU CŒUR

Il est bien difficile d'écrire un chapitre véritablement intéressant sur l'histoire du développement du cœur ; on ne peut que ramasser et collectionner, d'époque en époque, quelque détail isolé, jusqu'au jour où les progrès de l'embryologie ont permis, dans l'espace d'un demi-siècle, de créer, pour ainsi dire, de toutes pièces cette branche importante de l'anatomie. Voilà ce qui nous a déterminé à rejeter à la fin de notre thèse une sorte d'index chronologique plutôt qu'un véritable historique.

Galien passe pour avoir découvert le trou ovale et le canal artériel.

Arantius (1564) décrit avec plus de détails le canal artériel et l'oblitération du trou ovale.

Jh. Bartholin (1616-80) décrit des canaux interventriculaires que lui fait voir son imagination.

Fabrice d'Acquapendente (*de Formato fœtu*) signale l'apparition précoce du cœur chez l'embryon.

Botal n'ajoute que son nom à la découverte de Galien.

Au XVII^e siècle, les travaux sur le fœtus de **Needham**, **Spigel**, **Vallisneri**, **Ruysch**, **Kerckring**, ne contiennent rien d'intéressant au point de vue du développement du cœur. Le premier travail important sur la question paraît en 1672, il est dû à **Malpighi**.

Étudiant le développement du cœur chez le poulet, **M. Malpighi** note son apparition à la 30^e heure d'incubation, observe ses pulsations au deuxième jour. Il note même jour par jour ses changements de volume et de forme. De **Malpighi** à **Haller**, c'est-à-dire de 1672 au milieu du XVIII^e siècle, aucune notion nouvelle n'est acquise pour notre sujet.

Haller s'applique à bien suivre les changements de forme du cœur : d'abord le cœur est un renflement irrégulier ; puis, au bout de 48 heures, il se courbe en demi-cercle et présente trois dilatations distinctes séparées par deux rétrécissements (canal auriculaire et détroit de **Haller**).

En 1847, **Pander** étudie le développement du poulet, nous avons vu que Serres lui avait attribué à tort la représentation de la dualité primitive du cœur.

Dans les travaux de Pander, de **Wolff** et, plus tard, de **Meckel** et de **Valentin** (1835), le cœur n'occupe qu'une place restreinte dans l'histoire du développement général de l'embryon. En 1823, **Rolando** publie un article spécial sur la formation du cœur, *Journal complémentaire des Sciences médicales*. **Béclard** résume tout ce qui est connu sur la question. (**BÉCLARD**, art. CŒUR, *Dict.* en 1830.)

Mais les progrès en embryologie datent surtout des travaux de **Prevost** et **Dumas**, *Ann. des Sciences naturelles* (1824).

Coste, *Histoire du développement des corps organisés*.

Baer, *Müller's Archiv.* (1834).

Bischoff, *Développement de l'homme et des mammifères* (*Encyclop. An.* 1843).

Reichert, *Contributions pour servir à l'état actuel de l'embryologie* (1843), etc.

Rathke (1833), etc.

Meckel, *Développement du cœur et des poumons chez les mammifères*.

Nous renvoyons pour la bibliographie complète à l'ouvrage de **Kölliker**, traduit en français, nous bornant à indiquer ici les travaux ayant plus spécialement trait à la question du développement du cœur.

Sabatier, *Traité d'anatomie* (1775).

Escholtz, *Développement du ventricule droit* (Dorpat, 1820).

Prevost et Dumas, *Annales des Sciences naturelles* (1824).

Rolando, *Journal complémentaire des Sciences médicales* (1823).

Kilian. — *M. d. Kreislauf des Blutes im Kinde Carlsruhe*, 1826.

Serres. — *Mém. sur l'anat. transcend.* *Ann. des sc. nat.*, 1830.

Allen Thomson. — *On the development of the vascular system in the fetus of vertebrated animals*. Edimburgh, *New Phil. Jnl.*, 1830 et 1831.

Béclard. — *Dict. de méd.*, 1834. Art. CŒUR.

Thurnam. — *Remarks on the structure and fonctions on the primary vessels*. *Edinb. Med. and Surg. Journal*, 1835.

Rathke. — *Müller's Archiv.*, 1843.

Coste. — *Histoire générale et part. du développement des corps organisés*.

J. Reid. — Art. HEART, in *Todd's cyclop. Anat. et phys.*

Bowman and Todd. — *The physiological anatomy and physiology of man*. Londres, 1845.

Duméril. — Thèse de concours, 1846.

Lereboullet. — *Embryologie comparée*. *Mém. des savants étrangers*, 1863.

Lindes. — *Einbetrag zur Entwicklung des herzens*. *Dissert.* Dorpat, 1865.

Dareste. — *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1866.

Schenk. — *Ueber die Entwicklung des herzens und der pleuro-peritoneal hohle in der herzgegend Sitz ungsber. d. Wiener Akad. Trad.*, 1866.

Afanasieff. — *Zur Entwicklung des Embryonalen herzens*, *Bull. de l'Acad. de Saint-Petersbourg*, t. XIII, 1869.

Tonge. — *Devel. of semi lunar valves philos. trans.*, 1869.

J. Arnold. — *Virchow's Archiv*, 1870.

- Oellacher. — Ueber die erste Entwicklung des herzens und der pericardial-
oder herzhohle bei Bufo Ciner, Arch. fur Mik. Anat., t. VII.
Milne Edwards. — Leçons de physiologie et d'anat. comparée, 1870.
Goubaux. — Cloisonnement des oreillettes. Étude sur le trou de Botal.
Journal d'Anatomie de 1875.
Bernays. — Die Entwickl. des Atrioventricularklappen. Leipzig, 1877.
Balfour. — Éléments d'embryol., 1877.
Dareste. — Production des monstruosités, 1877.
Gasser. — Ueber die Entwicklung des herzens der Vogelembryonen, 1877.
Cadiat. — Du développement de la portion céphalo-thoracique de l'em-
bryon. Journal d'anatomie, 1878.
Cadiat. — Traité d'anatomie générale.
Sappey. — Traité d'anatomie, 1879.
Kœlliker. — Embryologie de l'homme, 1879.
Bencke. — Développement comparé du cœur et des gros vaisseaux.
— Morburger Sitzber, 1878.
Quain's. — Anatomy, 9^e edit., 1882.
Balfour. — Embryologie comparée, 1883.
Uskow. — Développement du péricarde. Arch. f. mik. An. de M. Schulze,
1883.

HISTOGÉNIE

- Prevost et Lebert. — Ann. des Sc. nat., 1844.
Robin. — Soc. Biol., 1854.
Lehnert. — Arch. f. mikr., 1866.
Wagner. — Die Entwicklung der muskelfaser Schriften der Gesellsch. etc.,
Sitzungsberichte, 1872.
Rouget. — Mém. sur les tissus contractiles, comptes rendus, t. LVIII.
— Mém. sur le développement des fibres muscul.
— Journal. de phys. de Brown-Séguard, 1863.
Fredericq. — Génération du tissu musculaire, 1875.
Robin. — Art. SÉREUX, Dict. Dech.
Robin et Cadiat. — Journal d'anat. 1876.
Et ouvrages d'histologie et d'histogénie classiques.

PHYSIOLOGIE

- Béclard. — Traités classiques de Physiologie, etc.
Serres. — Loc. cit.
Lereboullet. — Id.
Kœlliker. — Id.
Grosjean. — Th. de Strasbourg, 1810.
Herbin. — Paris, 1819.
Genin. — Th. de Paris, etc., 1820.
Daviers. — Th. de Paris, 1839.
Despaignol. — Th. de Paris, 1841.
Fallot. — Th. de Paris, 1842.

- Macdonald. — *On fetal circulation*, 1868.
Schenk. — *Zur physiol. der Embryonalen herzens*, 1867.
M. Duval et Laborde. — *Acad. Med.*, t. VII et VIII.

TÉRATOLOGIE

- Geoffroy Saint-Hilaire. — *Anomalies de l'organisation*, t. I.
Breschet. — *Mém. sur l'Ectopie de l'appareil de la circul. Répert. génér. d'anat. et de phys. path.*, t. II.
— *Absence du péricarde. Répert. d'anat. etc.*, t. I.
Rokitansky. — *Handb. Bd. II.*
Cruveilhier. — *Anat. path.*
Curling. — *Medic Ch. trans.* 1839.
Holl. — *Östrickner's med. Jahrb. Stricker's hef.*
Dareste. — *Loc. cit.*
Peacock. — *Malformations of the heart*, 1866.
Articles des Dictionnaires.
Revue de Hayem.
Bulletins de la Société anatomique, de 1845 à 1880, etc.

TABLE DES MATIÈRES.

INTRODUCTION

DIVISION DU SUJET.	Pages.
--------------------	--------

CHAPITRE PREMIER

DÉVELOPPEMENT RÉGIONAL	7
----------------------------------	---

Époque d'apparition. — Siège primitif du cœur. — De la dualité primitive du cœur. — État primitif du cœur. — Développement du cœur chez les mammifères. — Développement chez les autres vertébrés.

CHAPITRE II

DÉVELOPPEMENT DU PÉRICARDE.	23
-------------------------------------	----

CHAPITRE III

DÉVELOPPEMENT MORPHOLOGIQUE DU CŒUR.	35
--	----

Cloisonnement des ventricules. — Cloisonnement du bulbe. — Cloisonnement des oreillettes. — Développement des valvules. — Établissement des connexions du cœur avec les vaisseaux. — Développement morphologique dans la série animale.

CHAPITRE IV

HISTOGÉNIE.	53
---------------------	----

Endocarde. — Tissu musculaire du cœur. — Développement du tissu musculaire de la vie animale. — Développement du tissu musculaire du cœur.

CHAPITRE V

	Pages.
PHYSIOLOGIE.	64

CHAPITRE VI

TÉRATOLOGIE.	75
----------------------	----

S. *Première partie* : Absence du cœur. — Dualité persistante du cœur.
Anomalies par déplacement ou ectopies.

S. *Deuxième partie* : Anomalies de développement du péricarde. —
Absence du péricarde.

S. *Troisième partie* : Anomalies de forme. — Anomalie portant sur le
cloisonnement : cœurs à deux cavités; cœurs à trois cavités; cœurs à
quatre cavités mal cloisonnées. — Anomalies portant sur la formation
des valvules.

APERÇU HISTORIQUE ET INDEX BIBLIOGRAPHIQUE.	87
---	----