MISE EN PLACE DE L'APPAREIL CIRCULATOIRE

Dr Mehdi Benchaib

[UE 5]

Faculté de Médecine Lyon Est

PLAN

- **GENERALITE**

- A- **FORMATION DU TUBE CARDIAQUE**
- 1. Introduction
- 2. Mise en place du tube cardiaque

- B. **LA CIRCULATION EMBRYONNAIRE.**
- I. Hématopoïèse
- II. Formation des vaisseaux extra-embryonnaires.
- III. Formation des vaisseaux intra-embryonnaires.
- IV. La circulation à la fin de la quatrième semaine
- 1. La circulation intra-embryonnaire
- 2. la circulation extra- embryonnaire
- 3. La circulation vitelline

Généralités

L'appareil circulatoire est d'origine **mésoblastique** ou **mésenchymateuse**.

La formation des vaisseaux extra-embryonnaires, du tube cardiaque et des vaisseaux intra-embryonnaires intervient précocement : **3ème - 4ème semaine du Développement Embryonnaire (DE).**

Les différentes ébauches entrent en communication, pendant la 4ème semaine : la **circulation embryonnaire**.

Au cours de la vie fœtale, l'évolution de ces ébauches vasculaires va conduire à la constitution de l'appareil circulatoire :

- modification du système artériel,
- modification du système veineux,
- formation et cloisonnement du cœur.

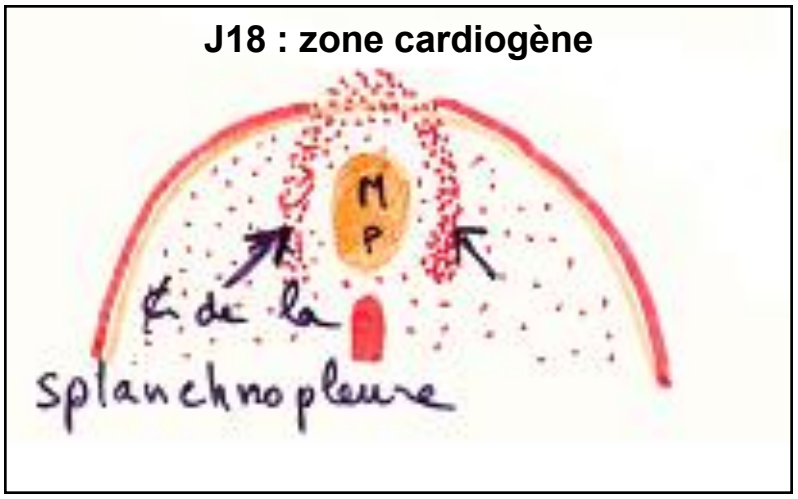
Ces modifications conduisent à la **circulation fœtale**.

A- FORMATION DU TUBE CARDIAQUE

1- Introduction

Le cœur est l'organe qui se forme en premier au cours de l'embryogenèse chez les vertébrés.
Les **précurseurs cardiaques**, proviennent du **mésoblaste latérale**, les cellules migrent ***rostralement*** (= direction céphalique) et de chaque coté du disque embryonnaire, pour fusionner sur la ligne médiane en avant de la plaque neurale et de la membrane pharyngienne, pour former **la zone cardiogène :** région en forme de **fer à cheval**.

J18 : zone cardiogène



Zone cardiogène située ***cranialement*** à la **membrane pharyngienne** (MP).

- La **zone cardiogène** possède une **partie intra-embryonnaire** et une partie qui est **extra-embryonnaire**.
Donc la zone cardiogène n'est pas que intra-embryonnaire ou que extra-embryonnaire.

- Condensation des précurseurs cardiaques au sein de la zone cardiogène pour donner naissance aux **cordons angioblastiques.**

A- FORMATION DU TUBE CARDIAQUE

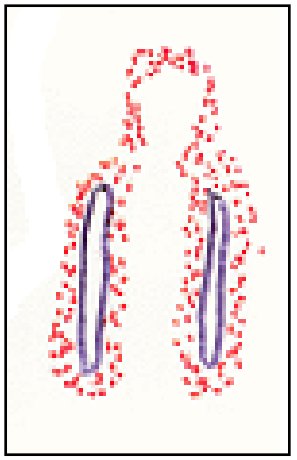
2- Mise en place du tube cardiaque

Vers **J19**, les **cordons angioblastiques** issus de la zone cardiogène, se creusent pour former **les tubes endocardiques droits et gauches,** en réponse à des signaux émis de l'**entoblaste** sous-jacent.

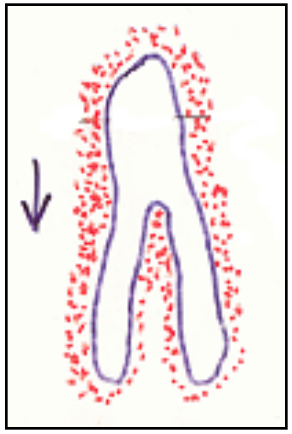
A partir de **J20**, début de la délimitation, les **tubes endocardiques** sont déplacés vers la ligne médiane dans la région thoracique et vont fusionner dans le **sens cranio-caudal** pour donner le **tube cardiaque primitif** qui est impair et médian.

Premiers battements cardiaques efficaces : **J24**.

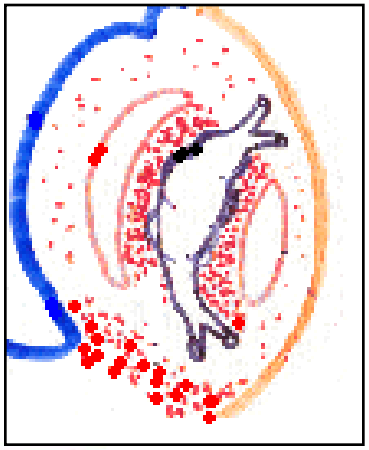
J19 : tubes endocardiques



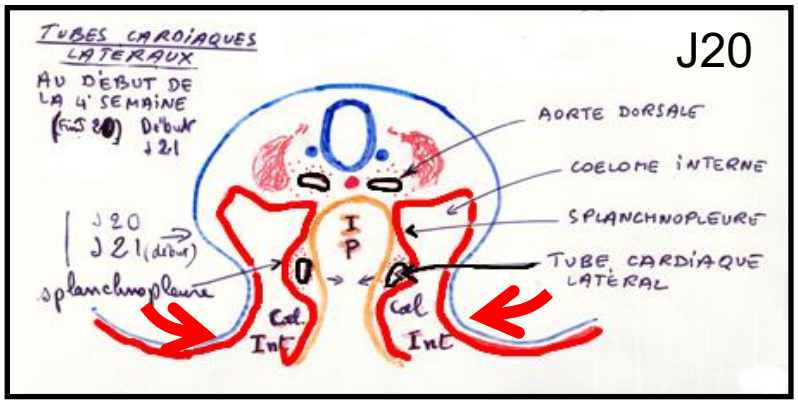
J22 : fusion des tubes



J23 : fin de la fusion

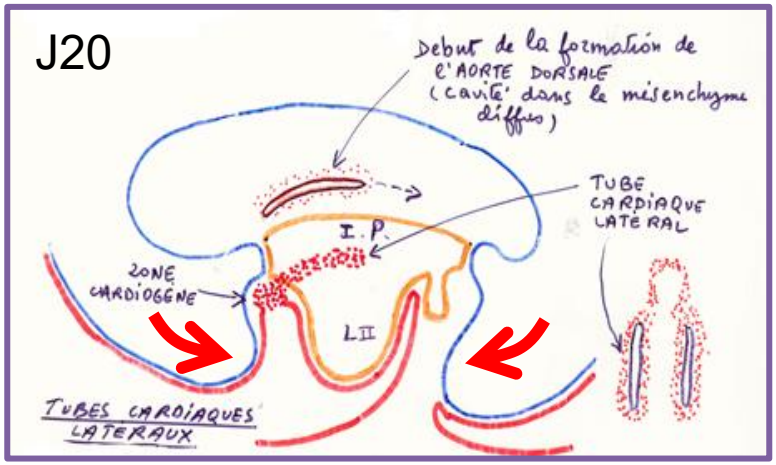


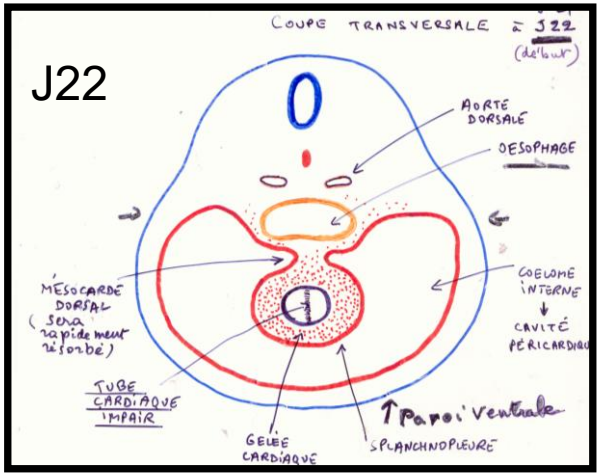
A- FORMATION DU TUBE CARDIAQUE



1- La **plicature céphalique** occasionne le passage du **tube cardiaque** **en cours de formation** d'une position partiellement extra-embryonnaire à une situation **intra-embryonnaire** càd intégré dans le **cœlome interne.**

2- La **plicature ventrale** entraine **la fusion** des deux **tubes cardiaques** sur la ligne médiane.





Le plan de coupe, peut être au niveau de l'aorte commune ou au niveau des aortes dorsales primitives, donc une ou deux aortes sont visibles, alors que la fusion est en cours.

A- FORMATION DU TUBE CARDIAQUE

La fusion des **tubes cardiaques** se faisant d'avant en arrière (cranio-caudal), les **aortes dorsales** sont mises en place alors que les deux tubes endocardiques, «tubes cardiaques latéraux », n'ont pas fini de fusionner.

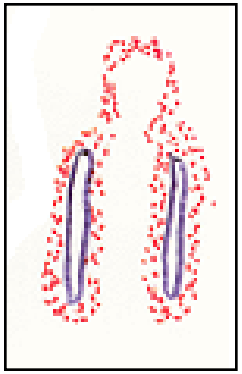
Les battements cardiaques ont une **<u>action propulsive</u>** à partir de **<u>J24</u>** avec des mouvements péristaltiques qui déterminent le sens du flux sanguin.

RECAPITULATIF

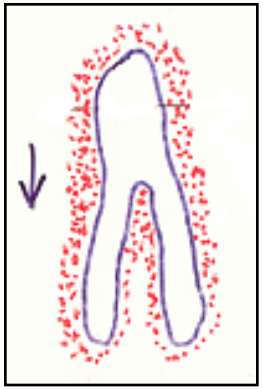
Schéma : mise en place du tube cardiaque

J18 : zone cardiogène

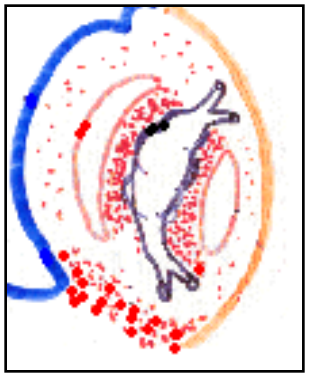
J19 : tubes endocardiques



J22 : fusion des tubes



J23/J24 : fin de la fusion



Début de la fusion des tubes cardiaques : **J20**

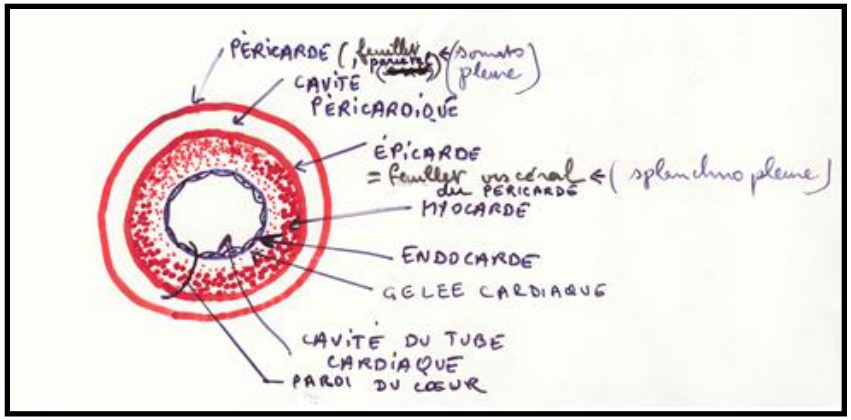
A- FORMATION DU TUBE CARDIAQUE

A l'origine, le tube cardiaque n'est constitué que d'un **endothélium = endocarde**.

Dès, **J22** une épaisse **masse de mésoblaste splanchnopleural** vient se disposer autours du tube cardiaque, celle-ci se différencie en 2 couches :

- le **myocarde** = muscle cardiaque,
- et la **gelée cardiaque,** situé contre **l'endocarde.**

La **gelée cardiaque** est un épais **manteau acellulaire** permettant de séparer le **myocarde** de l'**endocarde**. La gelée cardiaque intervient **dans la mise en place des valvules.**



- **feuillet viscéral** = **épicarde** = **péricarde viscéral**, contre le cœur, provient de la **splanchnopleure**
- **feuillet pariétal** = **péricarde pariétal** provient de la **somatopleure**, contre la cage thoracique,
- séparé de l'épicarde par une cavité = **sac péricardique**.

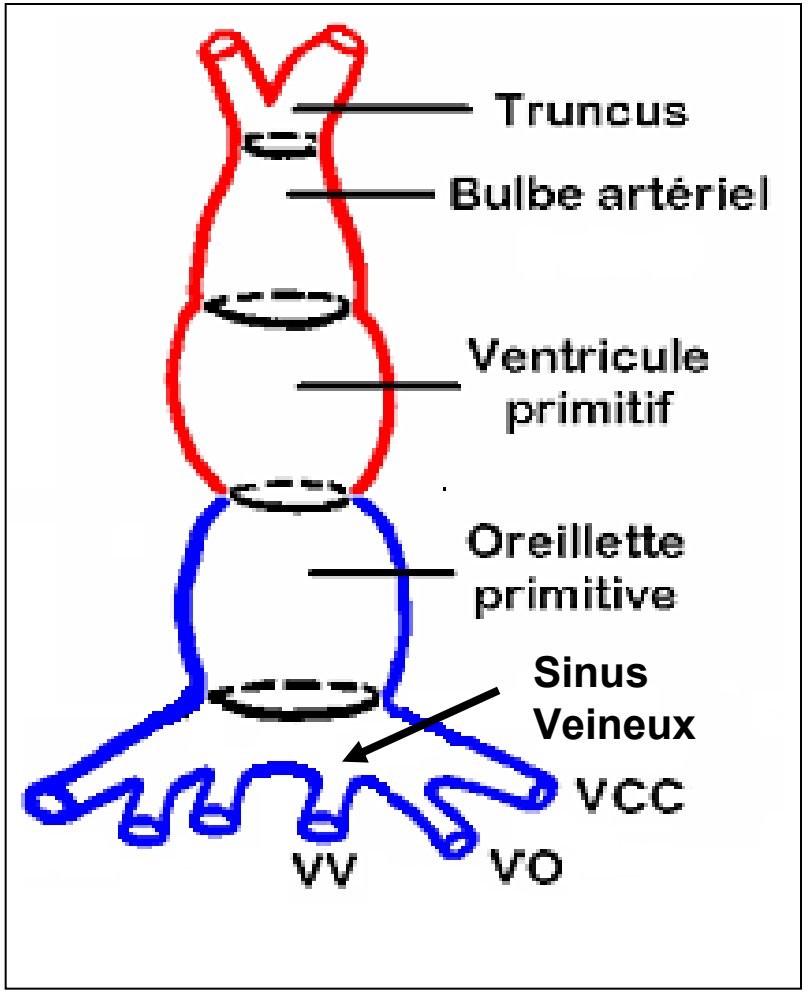
A- FORMATION DU TUBE CARDIAQUE

Mise place de sillons qui déterminent cinq renflements successifs :

1) Truncus arteriosus = cono-truncus,
2) Bulbe Artériel (BA) = Bulbus cordis,
3) Ventricule Primitif (VP),
4) Oreillette Primitive (OP) = Atrium
5) Sinus Veineux (SV) (**VCC : Veine Cardinale Commune, VV : Veine Vitelline, VO : Veine Ombilicale**)

Bulbe Aortique* = *Cono-truncus + bulbe artériel
Donc pour certains auteurs : il y a Quatre renflements successifs

Rappel :
Des sillons séparent les différents renflements.



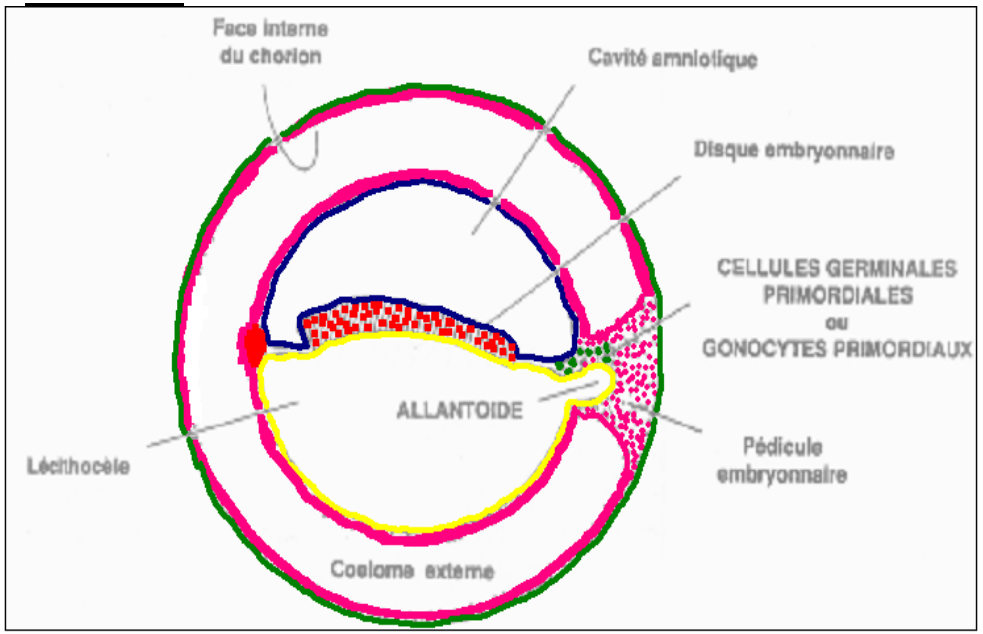
Le tube cardiaque

B- LA CIRCULATION EMBRYONNAIRE.

I. Hématopoïèse

Les premiers *foyers angioformateurs*, **Ilots de Wolff et Pander = Ilôts sanguino-formateurs,** apparaissent dans le mésoblaste splanchnopleural de la vésicule vitelline **à J18** puis dans le chorion entre **J18 & J22**.

> Condensation du mésenchyme constituant **des cordons pleins = amas cellulaires denses.**

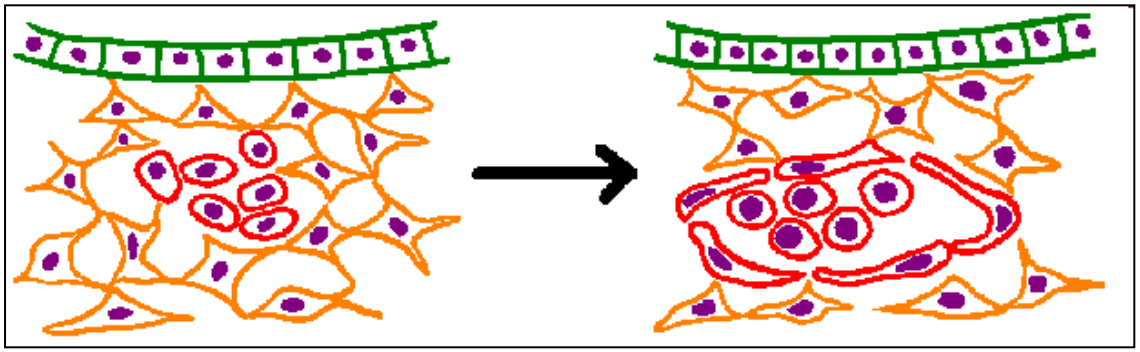


Les **Ilots de Wolff et Pander** sont **extra-embryonnaires**.

B- LA CIRCULATION EMBRYONNAIRE.

I- Hématopoïèse : *Evolution des amas cellulaires denses:*

Les cellules périphériques, ***des amas cellulaires denses,*** donnent les parois des vaisseaux et les cellules centrales fournissent les cellules sanguines. Les hématies dérivées de cette population initiale de cellules-souches sont **nucléées**.



Les ilots extra-embryonnaires = Ilots de Wolff et Pander, situés **initialement** sur la lame choriale et sur la lame vitelline, sont **sanguinoformateurs et angioformateurs :** cellules sanguines et parois.

Les ilots intra-embryonnaires, qui ne sont pas des Ilots de Wolff & Pander, situés **initialement** dans de l'aire cardiogène sont **angioformateurs**, ils créent la paroi des vaisseaux uniquement.

B- LA CIRCULATION EMBRYONNAIRE.

1ere vague hématopoïétique éphémère avec **des érythrocytes dits primitifs** avec persistance du noyau et production d'Hb foetale
Les hématies fœtales sont **nucléées** contiennent une hémoglobine fœtale constituée de deux ***sous-unités alpha*** et deux ***sous-unités gamma***.
Cette hémoglobine fœtale capte plus efficacement l'oxygène que celle de l'adulte qui est constituée de deux sous-unités alpha + deux sous-unités *beta*.

Puis colonisation des organes hématopoïétiques : Foie (principalement) vers J23 et J30 puis rate, thymus puis initiation de la moelle osseuse à l'approche de la naissance

A la 5eme semaine de gestation, passage de la génèse d'érythrocytes primitifs nucléés à celle des érythrocytes non nucléés synthétisant de l'Hb fœtale : **érythrocytes définitifs**

Les cellules hématopoïétiques définitives proviennent de foyers situés au niveau de la partie ventrale de l'aorte embryonnaire. Des travaux montrent des foyers intra aortiques chez l'embryon entre J27 et J47.

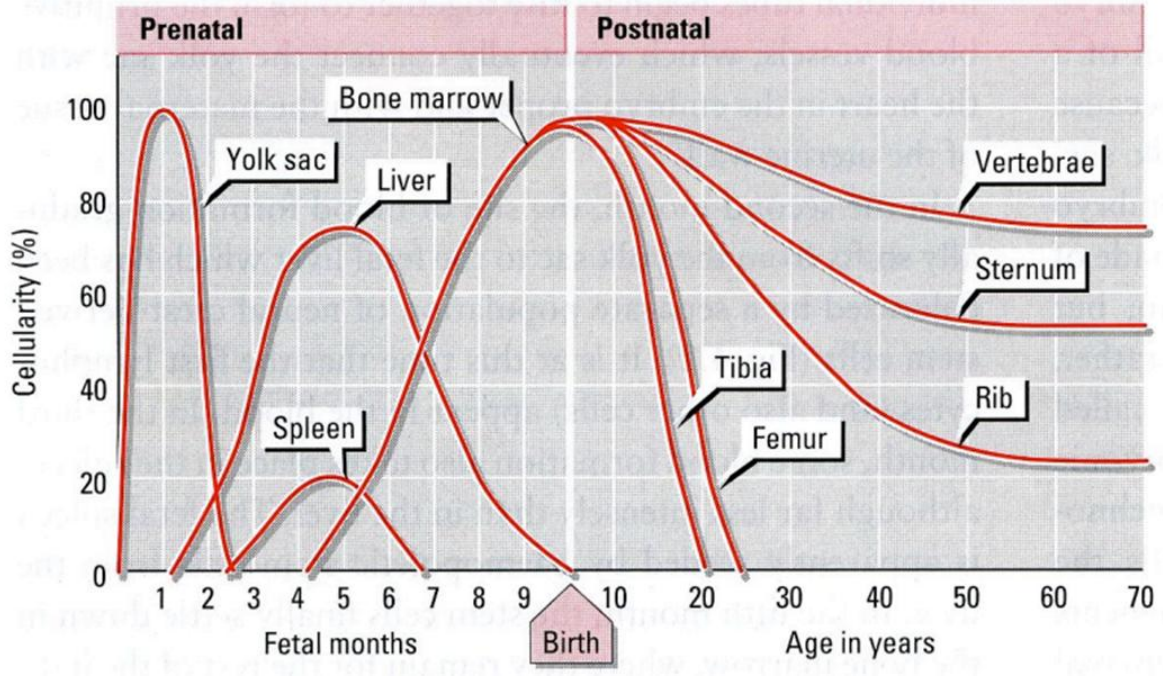
A J60, la vésicule ombilicale n'a plus cette fonction hématopoïétique qui est alors assurée par des organes intra embryonnaires.

B- LA CIRCULATION EMBRYONNAIRE.

Les sites anatomiques de la formation des cellules sanguines : **Hématopoïèse,** changent au cours de la vie embryonnaire et fœtale.

Il existe plusieurs foyers d'hématopoïèse successifs qui prendront en charge cette fonction en cours du temps:

1- Vésicule vitelline (yolk sac)
2- Foie (liver)
3- Rate (spleen)
4- Moelle osseuse : vertèbres (vertebrae), sternum, cotes (rib), fémur, tibia,



B- LA CIRCULATION EMBRYONNAIRE.

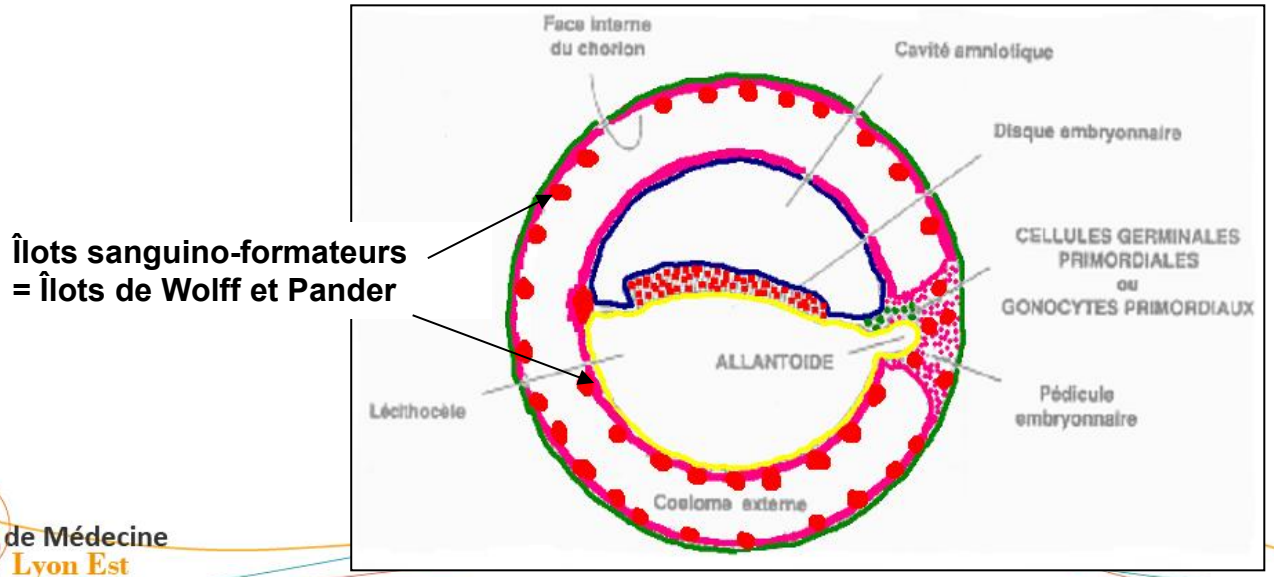
II. Formation des vaisseaux extra-embryonnaires.

S3-S4 : mise en place des **îlots sanguino-formateurs (Ilots de Wolff et Pander)** dans le mésenchymes extra-embryonnaire splanchnopleural (vésicule ombilicale ou vitelline), le pédicule embryonnaire et le mésenchyme extra-embryonnaire de la lame choriale.

Fin de la 3ème semaine :

- apparition de la **circulation chorio-villositaire** = lame choriale + villosités tertiaires,
- et de la **circulation vitelline**, située dans la lame vitelline.

Ces ébauches sanguines vont entrer en communication au début de la quatrième semaine, et se connecter à la *circulation intra-embryonnaire*.



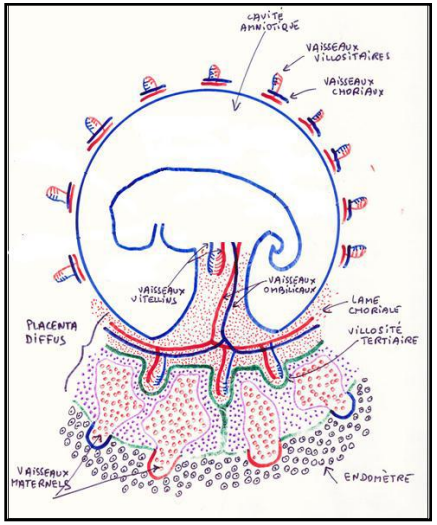
B- LA CIRCULATION EMBRYONNAIRE.

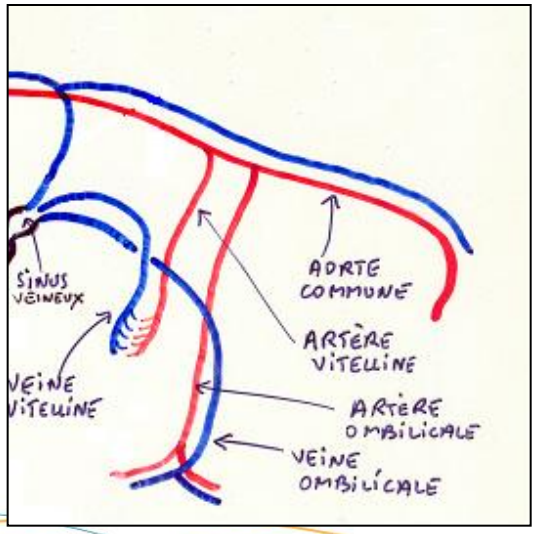
1. Au niveau des villosités et ***de la lame choriale*** : **circulation chorio-villositaire** drainée par la **circulation choriale** puis par **les troncs ombilicaux** (artères et veines). Il s'agit de la véritable **circulation de nutrition**, assurant les échanges sanguins entre le placenta et l'embryon (puis le fœtus).

- Les **Deux artères ombilicales** s'abouchent aux **aortes dorsales primitives** à proximité de leur extrémité caudale (future aorte commune).
- Les **deux veines ombilicales** rejoignent le **sinus veineux cardiaque**.

2. *Au niveau de la splanchnopleure* : **les troncs vitellins**.

- Les **deux artères vitellines** s'abouchent aux **aortes dorsales primitives**.
- Les **deux veines vitellines** rejoignent aussi le **sinus veineux cardiaque**.





B- LA CIRCULATION EMBRYONNAIRE.

III. Formation des vaisseaux intra-embryonnaires.

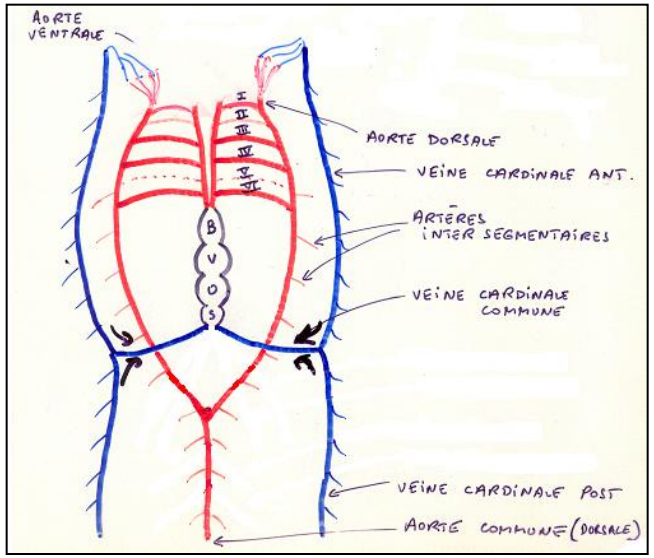
Les îlots angio-formateurs intra-embryonnaires n'ont pas d'activité hématopoïétique : les cellules sanguines circulantes sont d'origine purement extra-embryonnaire jusqu'au début de l'hématopoïèse hépatique (vers la 6ème semaine).

Rappel : Les premiers amas angio-formateurs intra-embryonnaires sont situés sur les côtés de la membrane pharyngienne. Ils confluent rapidement pour former un **plexus vasculaire en fer à cheval** entourant l'extrémité crâniale de la plaque embryonnaire : **zone cardiogène**.
Au sein de la zone cardiogène se mettent en place les **premiers ilots angioformateurs**, en moyenne 1 jour après les premiers îlots extra-embryonnaires (Ilots de Wolff et Pander).

1. Les premiers vaisseaux efférents (def : qui sort d'un organe) du cœur se développent dans le mésenchyme dorsal, de chaque côté de la notochorde : **deux Aortes dorsales primitives.**

Fusion des parties caudales des aortes dorsales primitives, en dessous du **10ème Métamère**, formant **l'aorte commune.**

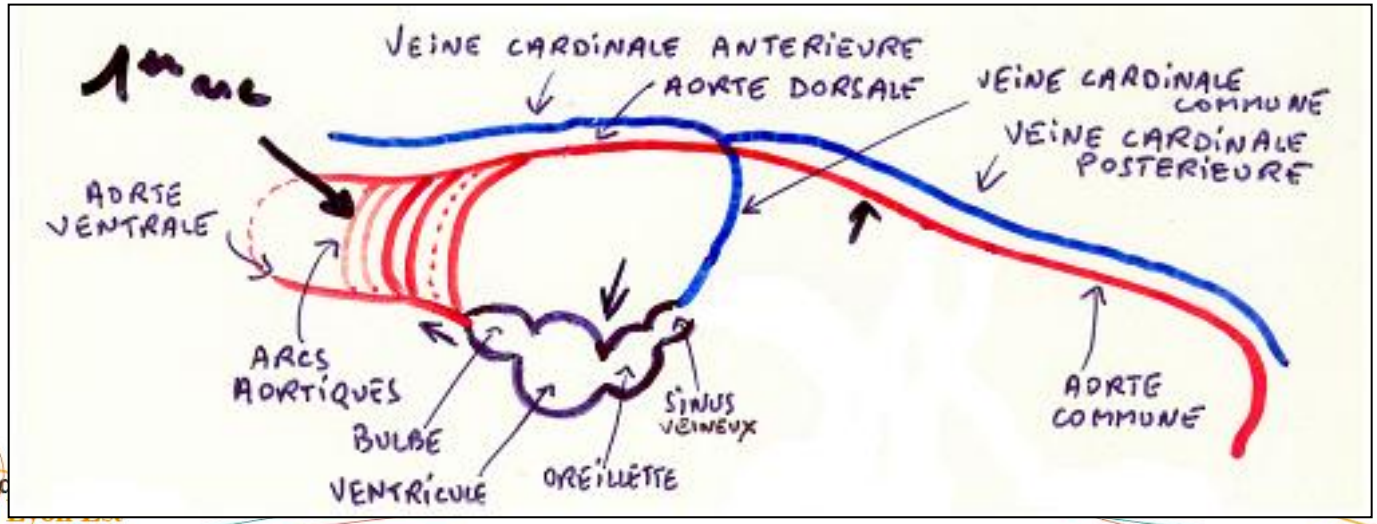
Les aortes dorsales primitives restent séparées dans leurs portions antérieures, et sont appelées **racines aortiques droites et gauches**.



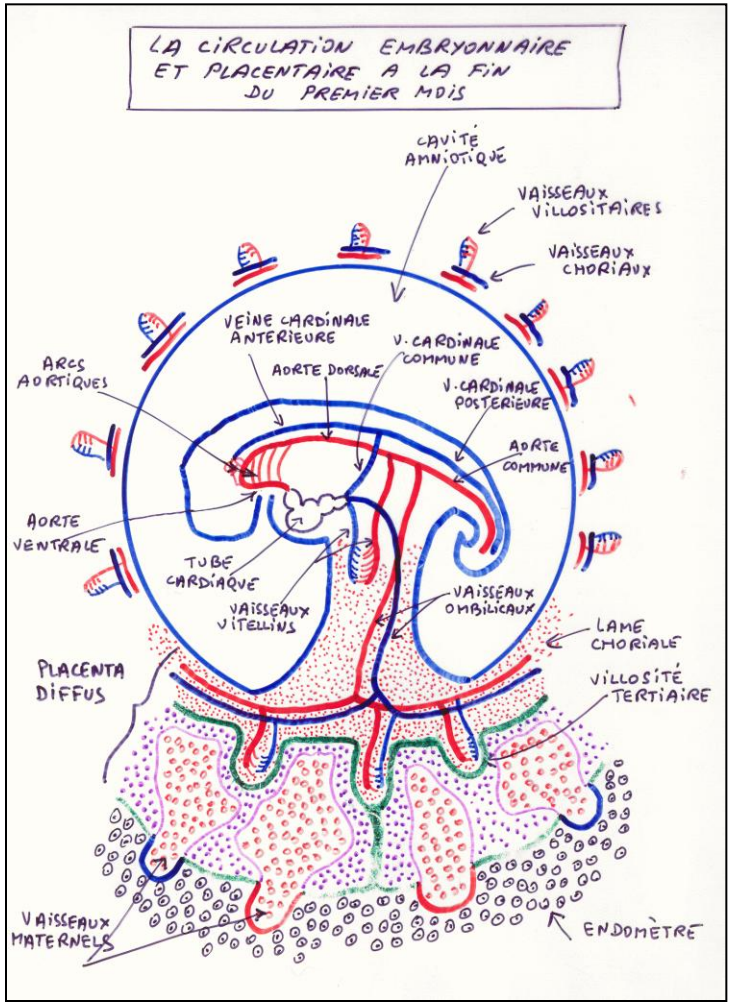
B- LA CIRCULATION EMBRYONNAIRE.

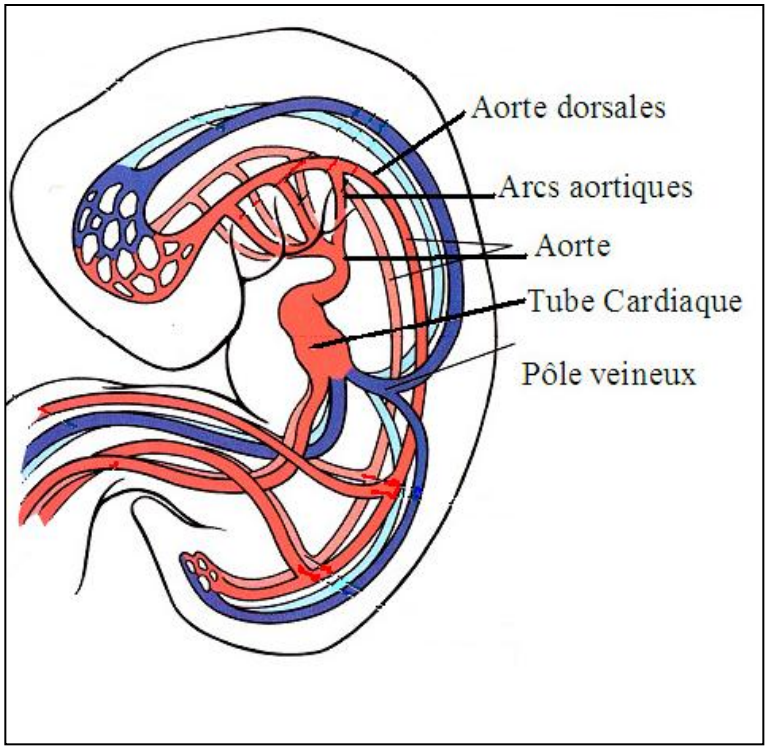
2. Lors de la <u>délimitation céphalique</u>, les extrémités crâniales des aortes dorsales primitives sont refoulées dans la partie ventrale et vont constituer le **<u>premier arc aortique</u>**, cinq arcs aortiques supplémentaires se forment au cours des 4ème et 5ème semaines : soit un total de **6 arcs aortiques (<u>à droite et à gauche</u>).** Ils vont constituer des anastomoses entre les **deux aortes ventrales et les deux aortes dorsales primitives**.

3. Les veines intra-embryonnaires apparaissent un peu plus tard que les artères. Elles sont au nombre de **six** et disposées de part et d'autre de la ligne médiane de l'embryon.
   - les **veines cardinales antérieures (2) et postérieures (2)**
   - le **canal de Cuvier = la Veine Cardinale Commune (2)**



B- LA CIRCULATION EMBRYONNAIRE.





Récapitulatif

Jours	Evènements
J18	Apparition de la zone cardiogène, formation en fer à cheval
J19-J20	2 tubes cardiaques
J20 à J23/J24	Fusion des 2 tubes cardiaques
J22	1ères contractions **(non efficaces)**; le tube présente 5 renflements : truncus-arteriosus, bulbe artériel, ventricule, oreillette, sinus veineux
J23	Le tube présente des inflexions et des courbures
J24	Contractions cardiaques efficaces & début d'une circulation intra-embryonnaire

B- LA CIRCULATION EMBRYONNAIRE.

IV. La circulation à la fin de la quatrième semaine

1. *La circulation intra-embryonnaire*

Tube cardiaque -> aortes ventrales -> aortes dorsales -> réseau des veines cardinales -> sinus veineux.

Aortes dorsales -> **Artères segmentaires** et **Inter-segmentaires**

- série dorsale : le tube neural.
- série latérale : le mésoblaste intermédiaire
- série ventrale : l'intestin primitif.

2. La *circulation extra-embryonnaire*

Veine ombilicale -> **sinus veineux** : sang oxygéné.

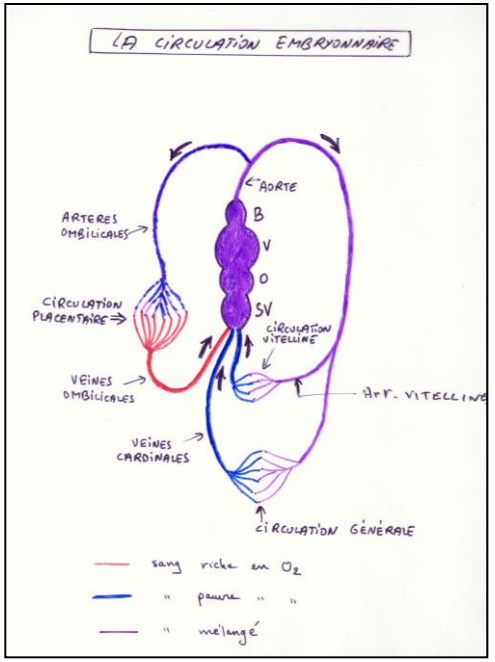
Artères ombilicales -> **placenta** : sang pauvre en oxygène.

3. La *circulation vitelline*

Branchée en dérivation

Artère vitelline -> **aorte dorsale**

Veine vitelline -> **sinus veineux**.



Le sinus veineux : reçoit à la fois le sang oxygéné (**veine ombilicale**) et le sang pauvre en oxygène (**système cardinal et vitellin**).
L'embryon est donc irrigué par du sang mêlé.

FIN

Dr Mehdi Benchaib
mehdi.benchaib@chu-lyon.fr

[UE 5]