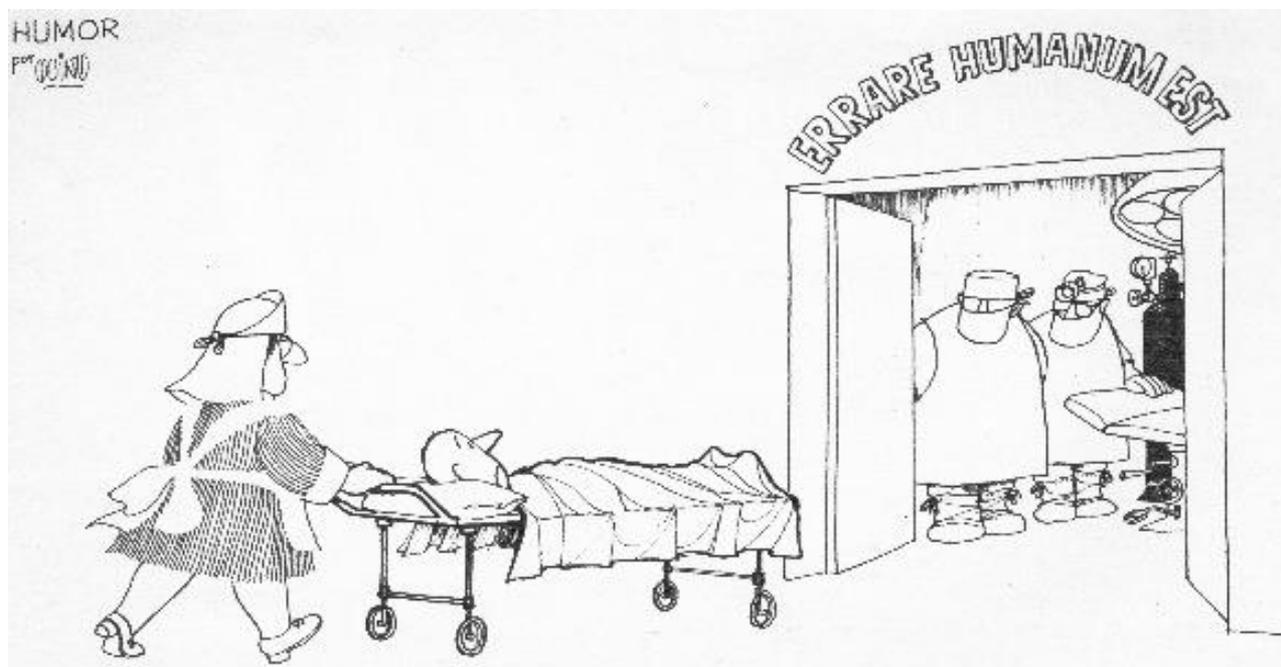


# MISE EN PLACE DE L'APPAREIL CIRCULATOIRE

Dr Mehdi Benchaib



**07/10/2025**





# MISE EN PLACE DE L'APPAREIL CIRCULATOIRE

## Introduction

### A. RAPPEL

### B. MISE EN PLACE DES CAVITES CARDIAQUES.

### C. MODIFICATIONS DU SYSTEME ARTERIEL.

#### I. Les arcs aortiques

1. Au stade embryonnaire
2. Au stade fœtal (6eme à la 8eme semaine).

#### II. Les artères vitellines :

#### III . Les artères ombilicales

### D. MODIFICATION DU SYSTEME VEINEUX

1. Les veines Vitellines et ombilicales
2. Les veines ombilicales
3. Les Veines Cardinales

### E. Les aspects fonctionnels de la circulation fœtale

### F. Les transformation à la naissance

### G. Les malformation.

- Anomalie du système artériel
- Anomalie du Retours veineux

## INTRODUCTION

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

La formation des vaisseaux extra-embryonnaires, du tube cardiaque et des vaisseaux intra-embryonnaires intervient précocement (3<sup>ème</sup> - 4<sup>ème</sup> semaine du Développement Embryonnaire).

Lorsque les différentes ébauches entrent en communication, pendant la 4<sup>ème</sup> 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- RAPPEL

Extra-embryonnaire

1. **Au niveau de la lame choriale et des villosités** : 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 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**.

- Les **deux veines vitellines** rejoignent aussi le **sinus veineux cardiaque**.

Intra-embryonnaire

3. Dans la région dorsale : les parties caudales des **Deux Aortes dorsales** fusionnent à la fin de la quatrième semaine : **Aorte Commune**.

4. Dans la région céphalique : **Deux aortes ventrales et deux aortes dorsales**. Entre les aortes dorsales et ventrales apparaissent des anastomoses situées dans les arcs branchiaux : **les arcs aortiques (6 arcs)**.

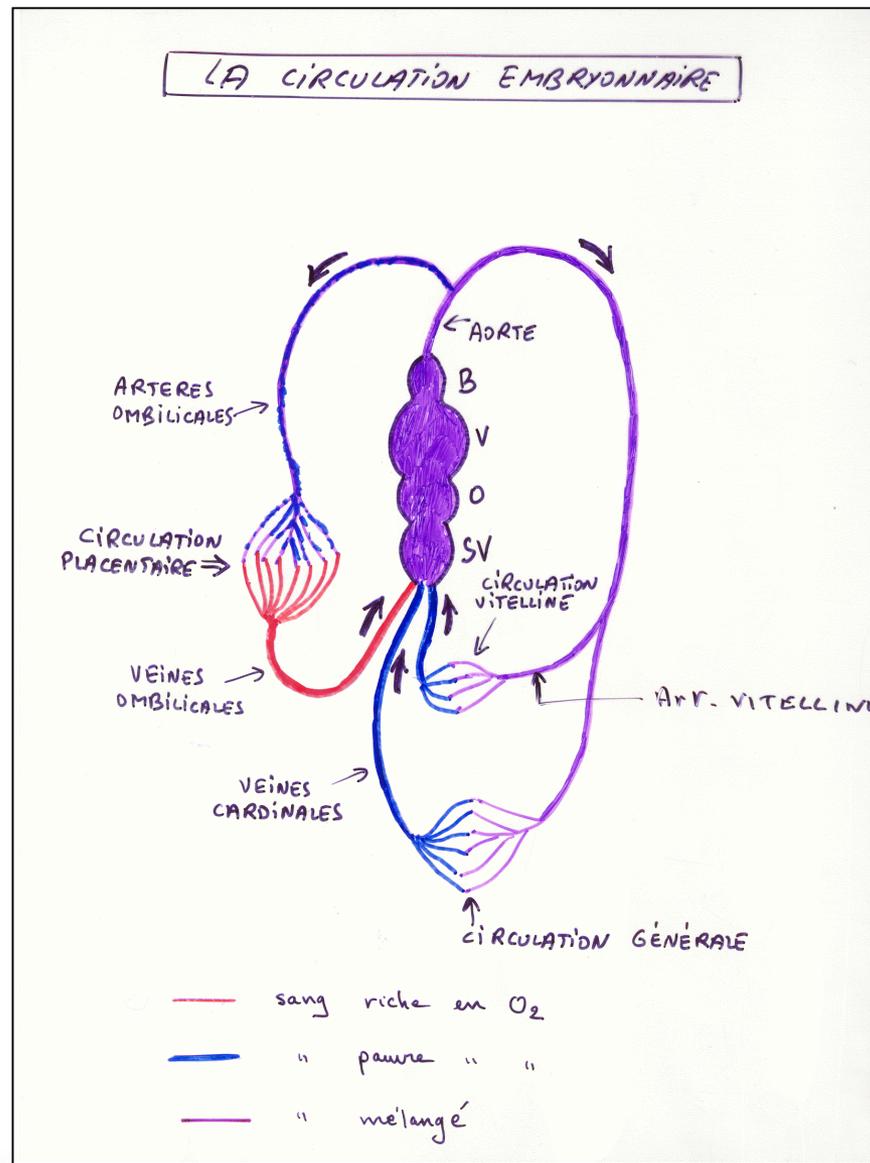
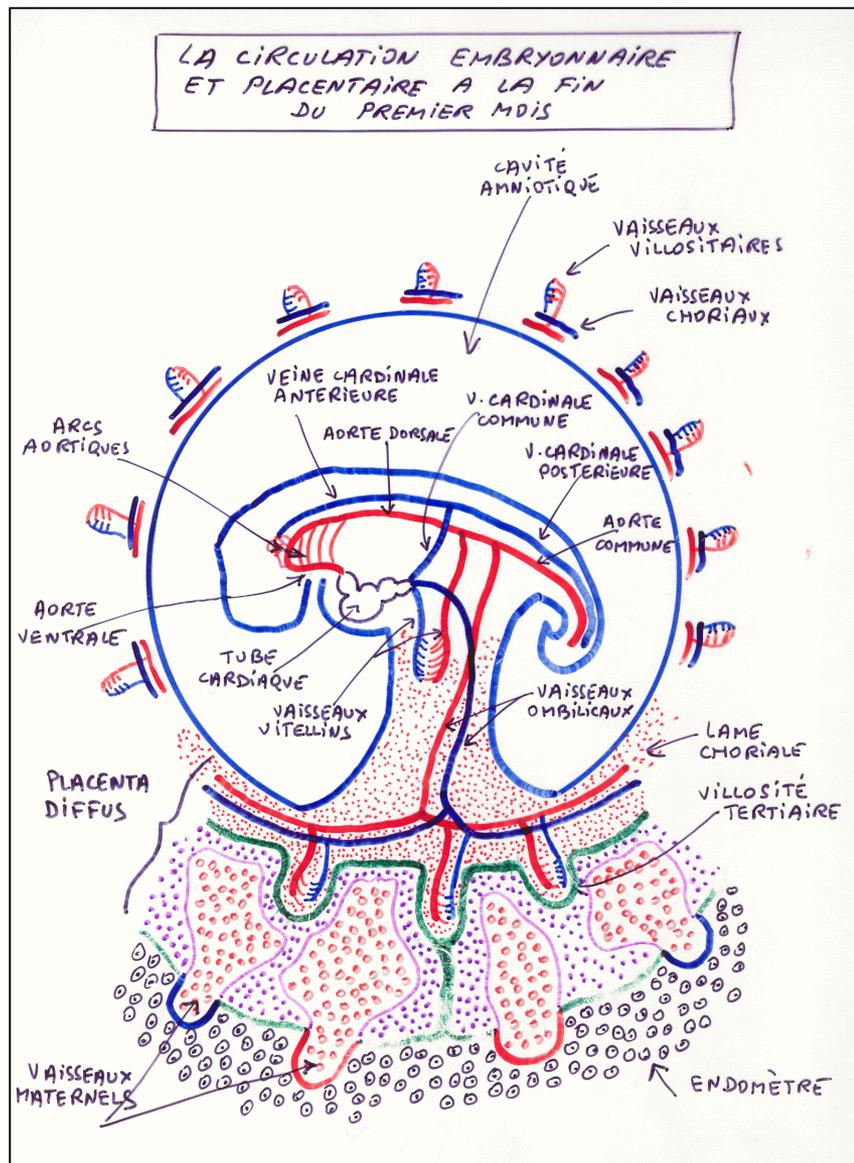
5. Les veines intra-embryonnaires apparaissent un peu plus tard que les artères. Elles sont au nombre de **six** et disposées de part et d'autre de la ligne médiane.

- les **veines cardinales antérieures (2) et postérieures (2)**

- le **canal de Cuvier = la Veine Cardinale Commune (2)**



# La circulation embryonnaire à la fin du 1<sup>er</sup> mois



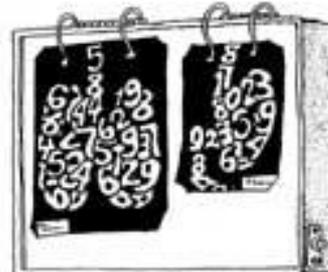
## B- FORMATION ET CLOISONNEMENT DU CŒUR

1. Mise en place du tube cardiaque
2. La plicature du tube cardiaque
3. Le cloisonnement auriculo-ventriculaire.
4. Formation des oreillettes définitives.
  - a- Evolution du sinus veineux
  - b- Les veines pulmonaires
  - c- Le cloisonnement de l'oreillette primitive
5. Formation du septum interventriculaire.
6. Evolution du bulbe du cœur et du conus-truncus
  - a. Migration de l'ostium bulbaire
  - b. Cloisonnement du bulbe artériel
7. La fin du cloisonnement (fin de S6)
8. Anomalies cardiaques
  - a. Cardiopathie avec shunt gauche-droite.
  - b. Cardiopathie avec shunt droite-gauche.



DESCRIPTION  
M&A Scores

Psychiatry	400
Neurology	410
Internal Medicine	420
Orthopedics	430
Cardiology	440
Obstetrics	450
Pediatrics	460
General Surgery	470



## 1. Mise en place du tube cardiaque

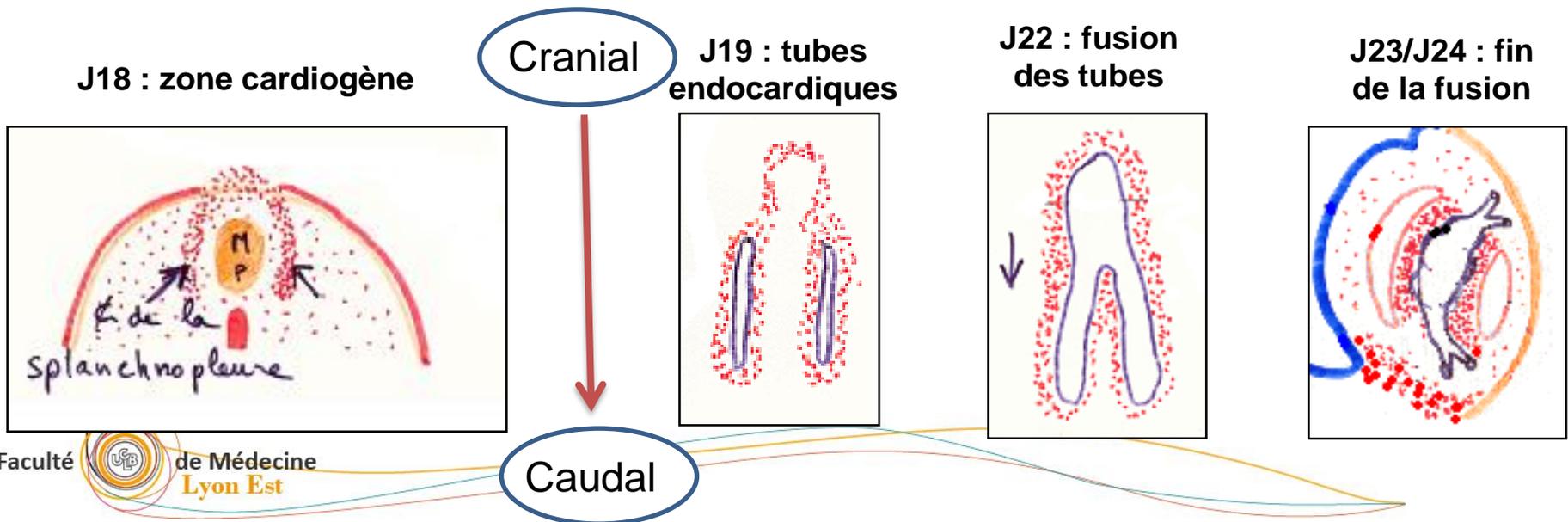
Vers **J19**, **amas mésodermique** et **splanchnopleural** (région céphalique) -> **les tubes endocardiques droit et gauche.**

Vers **J22**, fusion des deux tubes dans le sens cranio-caudal -> **tube cardiaque primitif** (impair et médian) : **premiers battements cardiaques (J24).**

Le péricarde est formé par la somatopleure et la splanchnopleure.

Vers **J24** jours premiers battements cardiaques, les battements sont coordonnés vers **J29** avec des mouvements péristaltiques qui déterminent le sens du flux sanguin.

### Schéma : mise en place du tube cardiaque

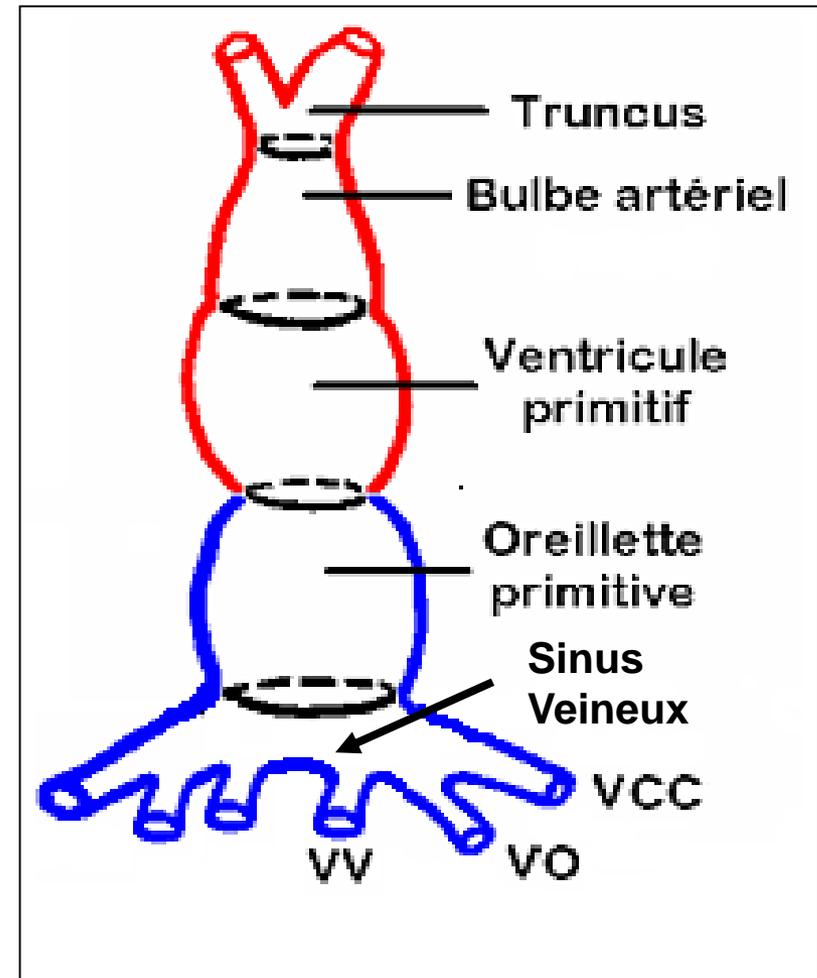


**Cinq renflements** successifs :

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

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

Des sillons séparent les différents renflements.



**Le tube cardiaque**

## LA FORMATION ET CLOISONNEMENT DU COEUR

La formation du cœur à partir du tube cardiaque primitif se fait entre le 21<sup>ème</sup> et le 40<sup>ème</sup> jour. C'est à cette période que peuvent survenir la plupart des malformations cardiaques.

La formation s'achève à **50 jours**.

Evolution en 2 temps :

- **plicature** du tube cardiaque et **déplacements des cavités primitives** (4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> semaine),
- évolution et **cloisonnement** des cavités primitives (5<sup>ème</sup> et 6<sup>ème</sup> semaine).

## 2. La plicature du tube cardiaque

Le tube cardiaque croit plus vite que la cavité qui le contient : double plicature (coude en S).

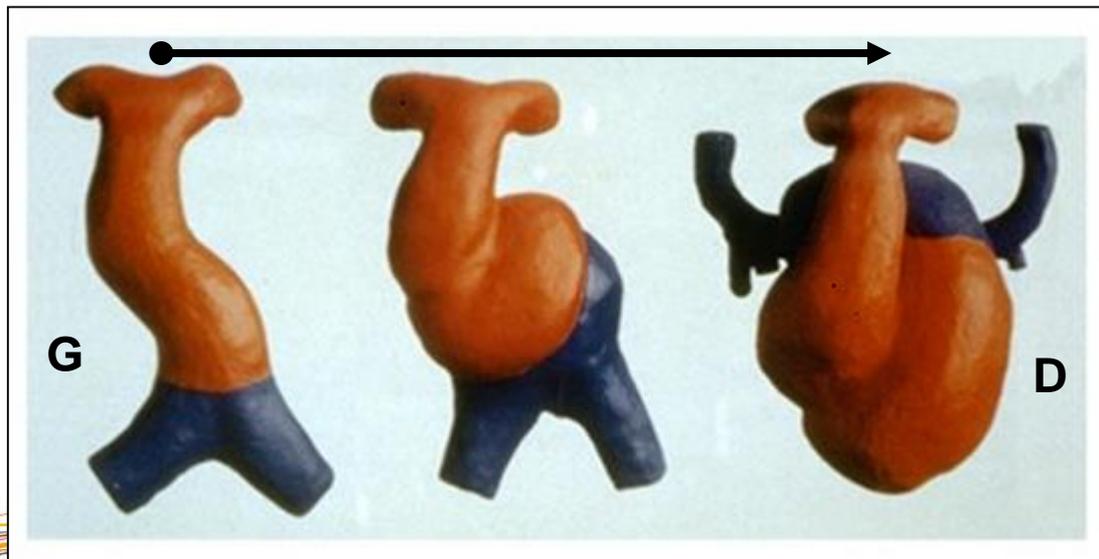
### ***Dans le plan sagittal :***

Oreillette primitive (OP) et sinus veineux (SV) se place en arrière du ventricule primitif (VP).

### ***Dans le plan frontal :***

Bulbe artériel et truncus se placent à droite du VP.

Il en résulte une **boucle à convexité droite** (surface bombé à droite) qui détermine la position normale des futures cavités cardiaques.



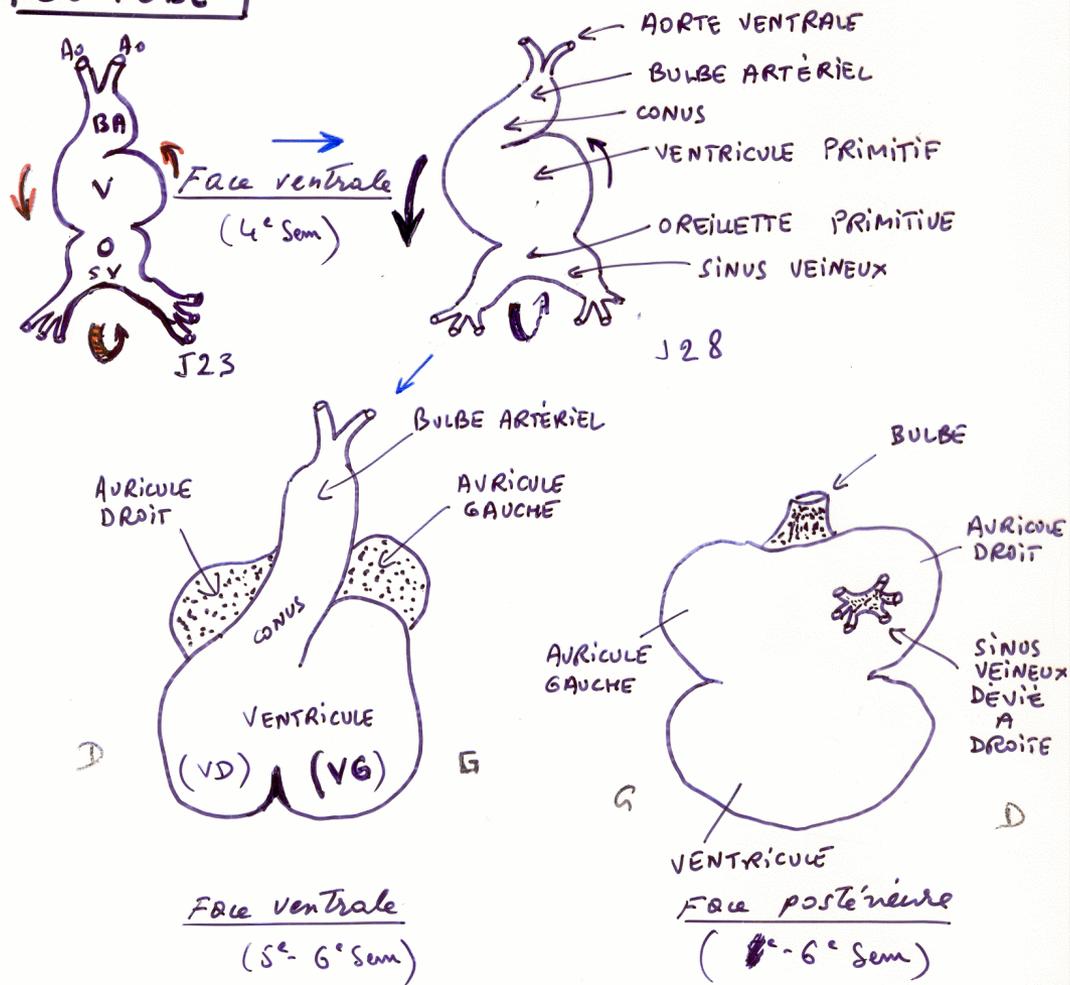
Plicature du tube cardiaque vu de l'avant. Sinus veineux et veines cardinales en bleu. Schéma à lire de gauche à droite.

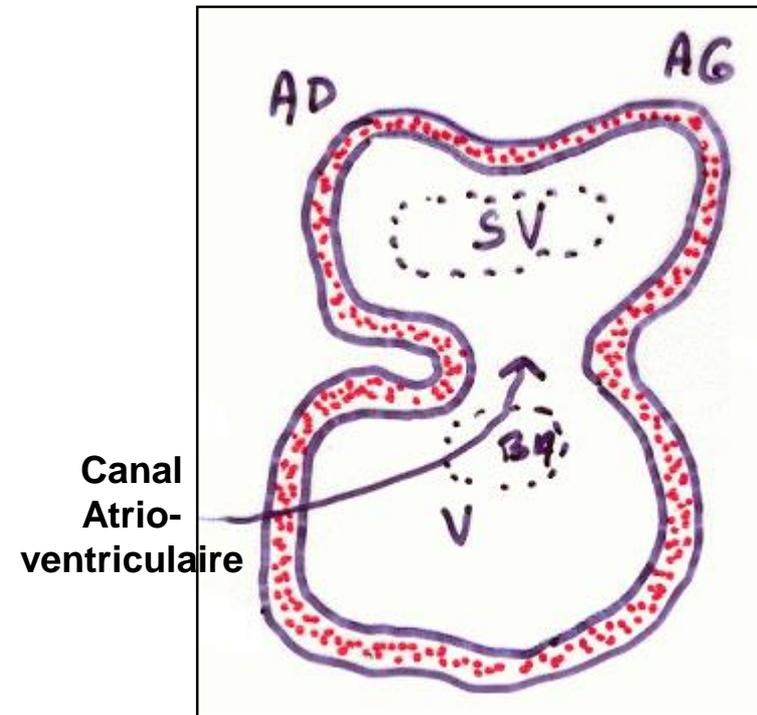
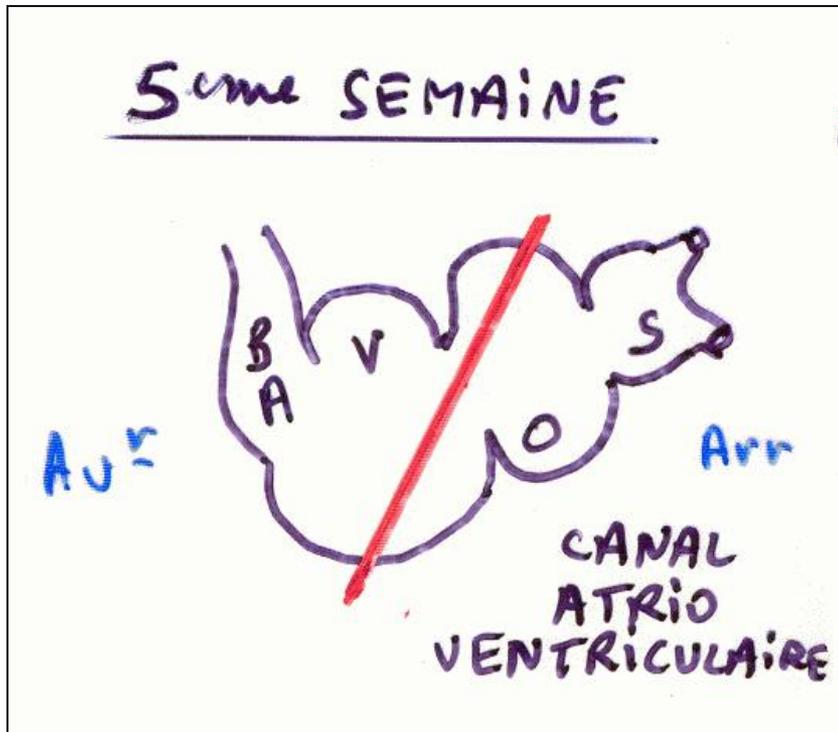
L'APPAREIL CIRCULATOIRE DU FOETUS

ORGANOGENÈSE DU CŒUR - 1

TORSION DU TUBE

4<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup> et 6<sup>ème</sup> SEMAINES





Plan de coupe utilisé afin d'illustrer le « plancher » du cœur.

« Plancher du cœur »



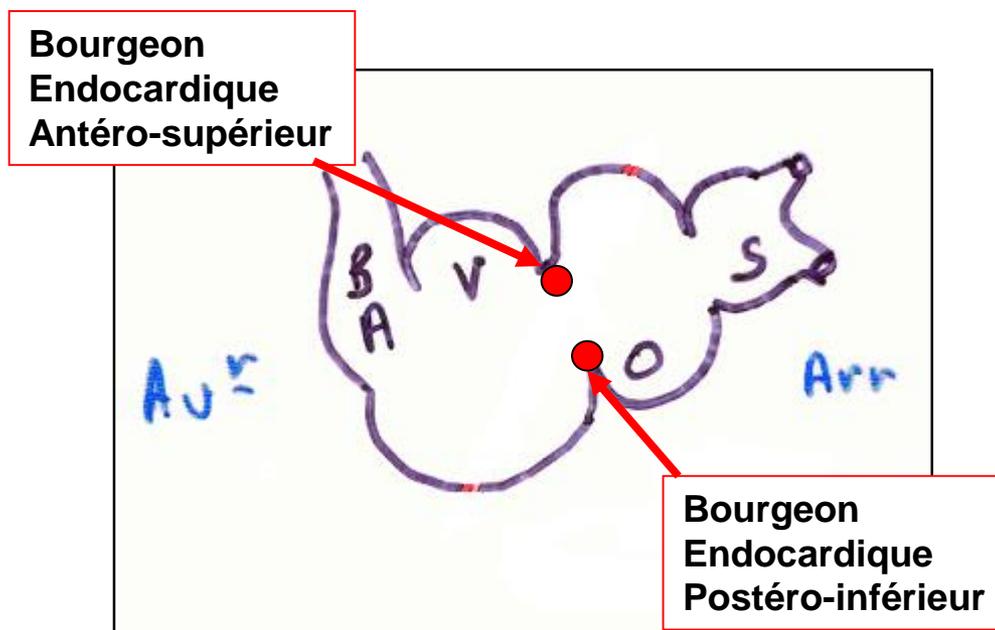
### 3. Le cloisonnement auriculo-ventriculaire.

Après la plicature :

Le **canal atrio-ventriculaire** fait communiquer l'OP avec le VP.

Sur les bords du canal apparaissent des **bourgeons endocardiques** :

- Bourgeon endocardique postéro-inférieur
- Bourgeon endocardique antéro-supérieur
- Deux bourgeons accessoires latéraux.



Les deux bourgeons inférieurs et postérieurs : **le *septum intermedium***, sépare le canal atrio-ventriculaire en deux orifices atrio-ventriculaires droit et gauche.

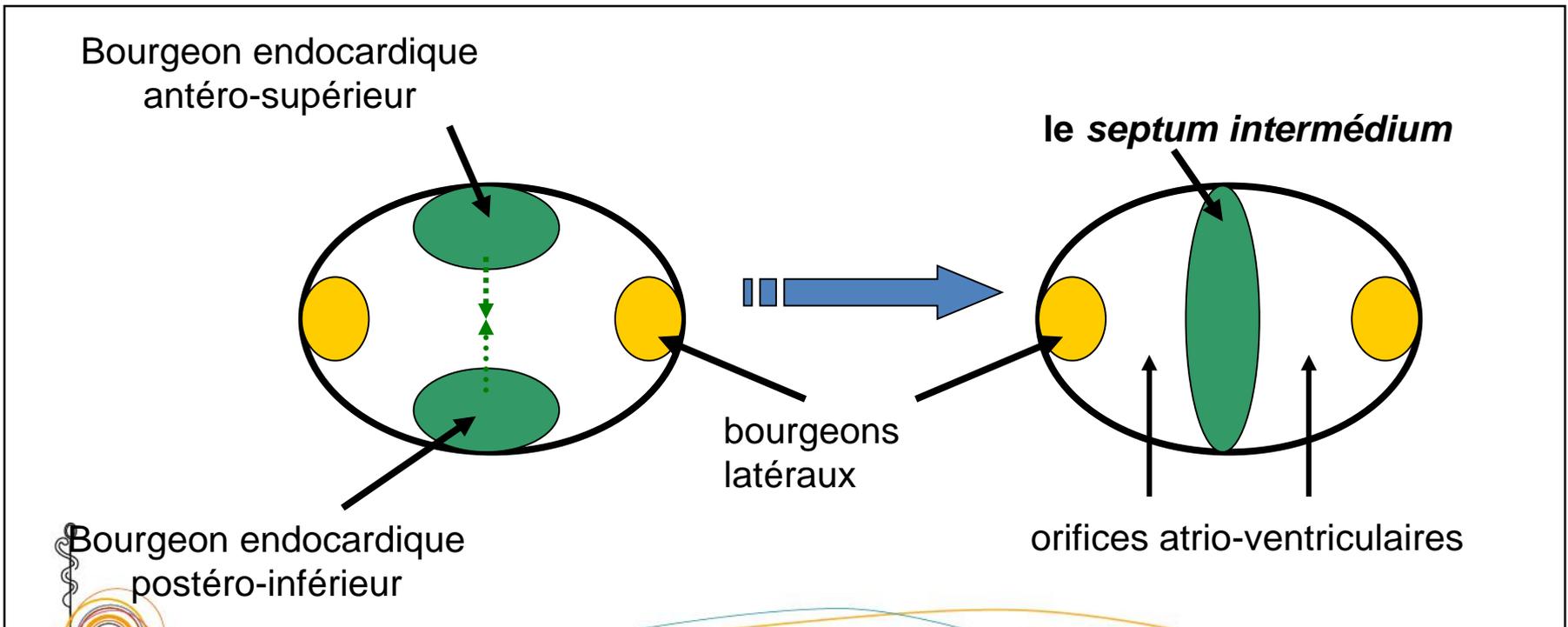
Le *septum intermedium* envoie des expansions :

Vers le haut : cloisonnement auriculaire

Vers le bas : cloisonnement ventriculaire

Latérales droites et gauches (+ bourgeons endocardiques latéraux) :  
valvules fermant les orifices **atrio-ventriculaires** (tricuspide (droite) et mitrale (gauche)).

### Le cloisonnement auriculo-ventriculaire



#### 4. Formation des oreillettes définitives.

- paroi postérieure de l'oreillette gauche provient des **veines pulmonaires**
- paroi postérieure de l'oreillette droite provient du **sinus veineux**.

##### a. Evolution du sinus veineux (*oreillette droite*)

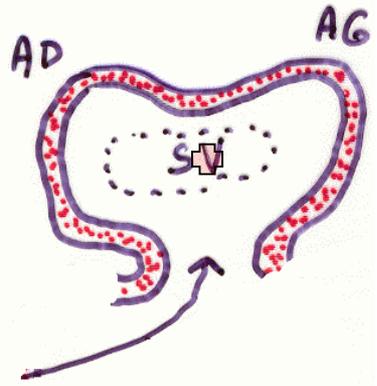
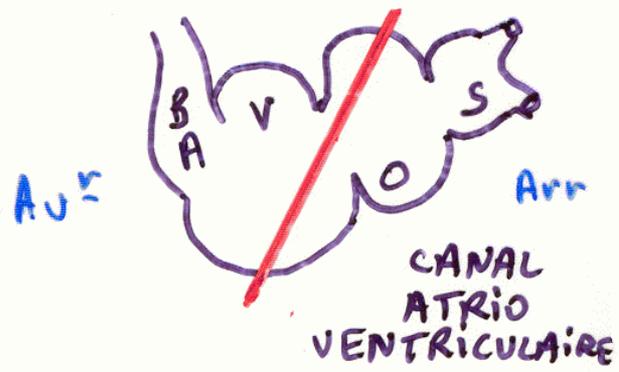
- disparition de la veine ombilicale gauche, de la veine vitelline gauche et régression du canal de cuvier gauche (donnera le **sinus coronaire**)
- > déplacement vers la droite du reste du **sinus veineux**.

##### b. Les veines pulmonaires (*oreillette gauche*)

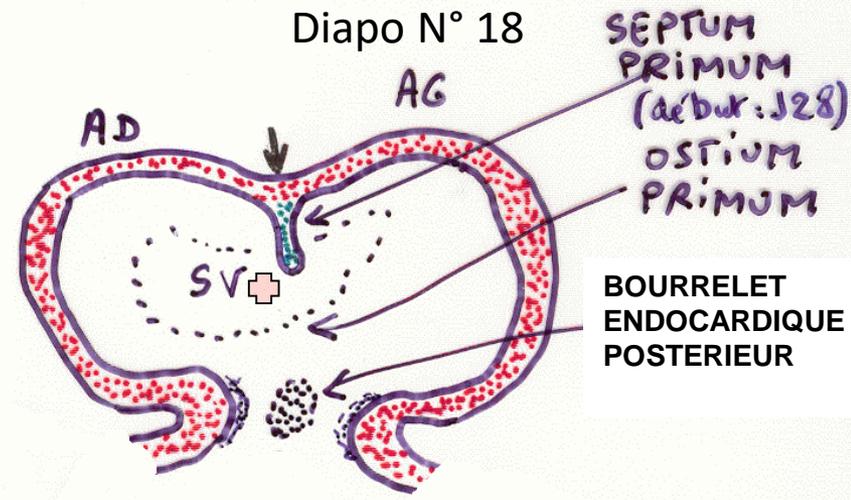
- fin de S4, évagination sur la partie gauche de la paroi postérieure de l'oreillette primitive -> quatre branches : les futurs **veines pulmonaires**.

Déplacement du sinus veineux +

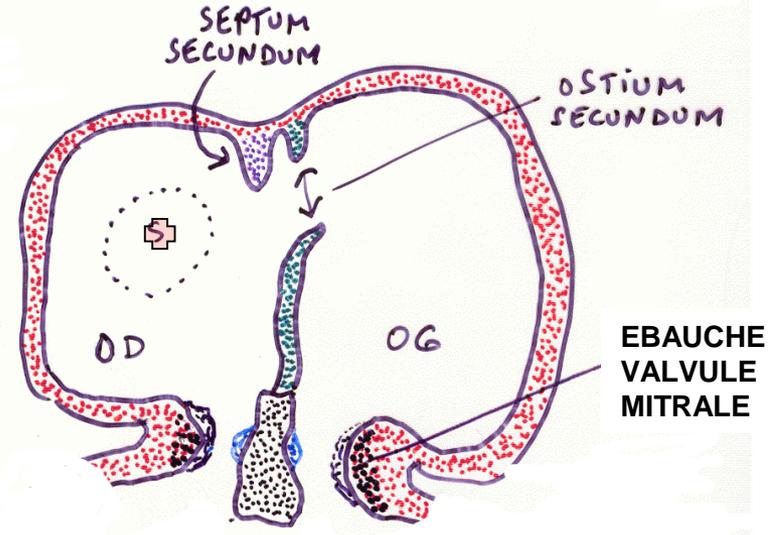
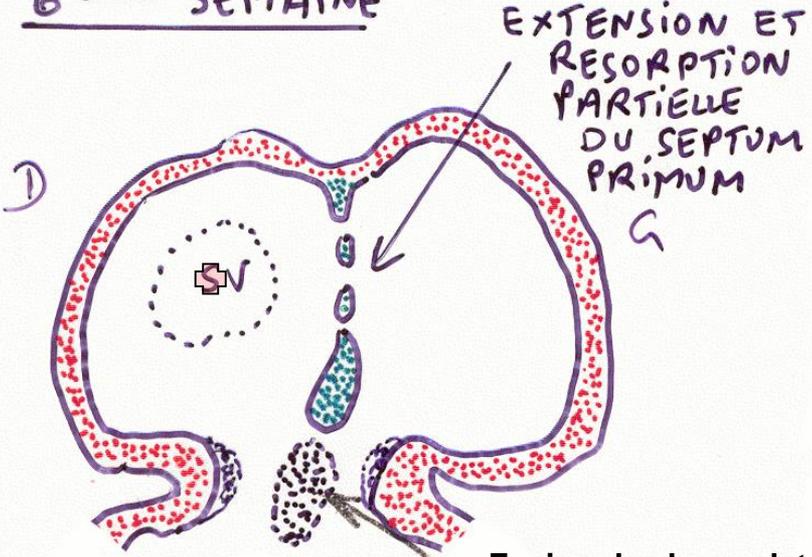
5ème SEMAINE



Diapo N° 18



6ème SEMAINE



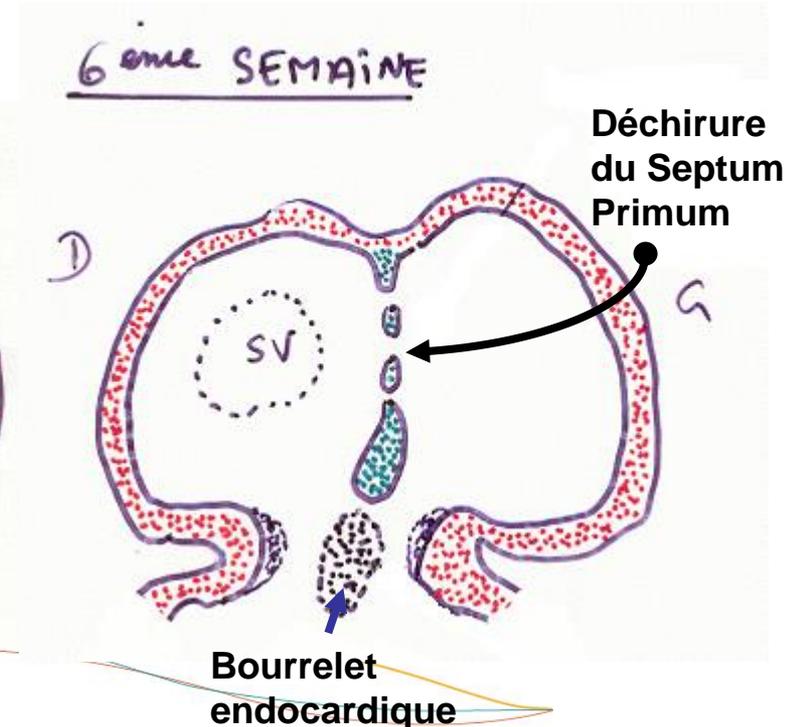
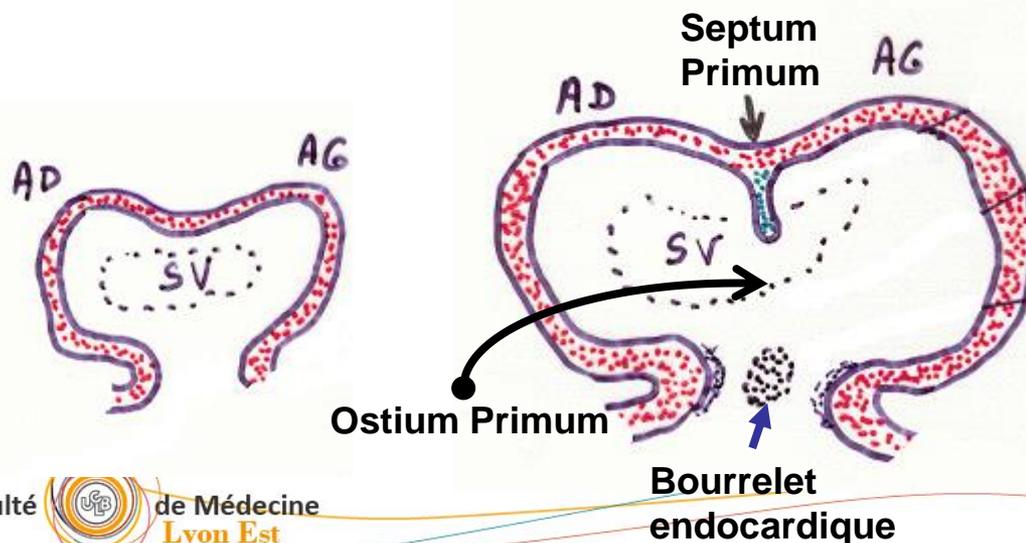
Fusion des bourrelets  
Post et Ant :  
SEPTUM INTERMEDIUM

### c. Le cloisonnement de l'oreillette primitive : deux phases

1. 5<sup>ème</sup> semaine : le **septum primum** (paroi postéro-supérieure de l'OP) s'accroît vers le bas : **l'ostium primum** (orifice) communication entre les deux parties de l'OP.  
Le **septum primum** se soude aux **bourrelets endocardiques** (septum intermedium), l'OP est séparée en deux oreillettes droites et gauches.

Lors de la fermeture de **l'ostium primum**, le **septum primum** se déchire, par apoptose, dans sa partie supérieure : **l'ostium secundum** (nouvel orifice).

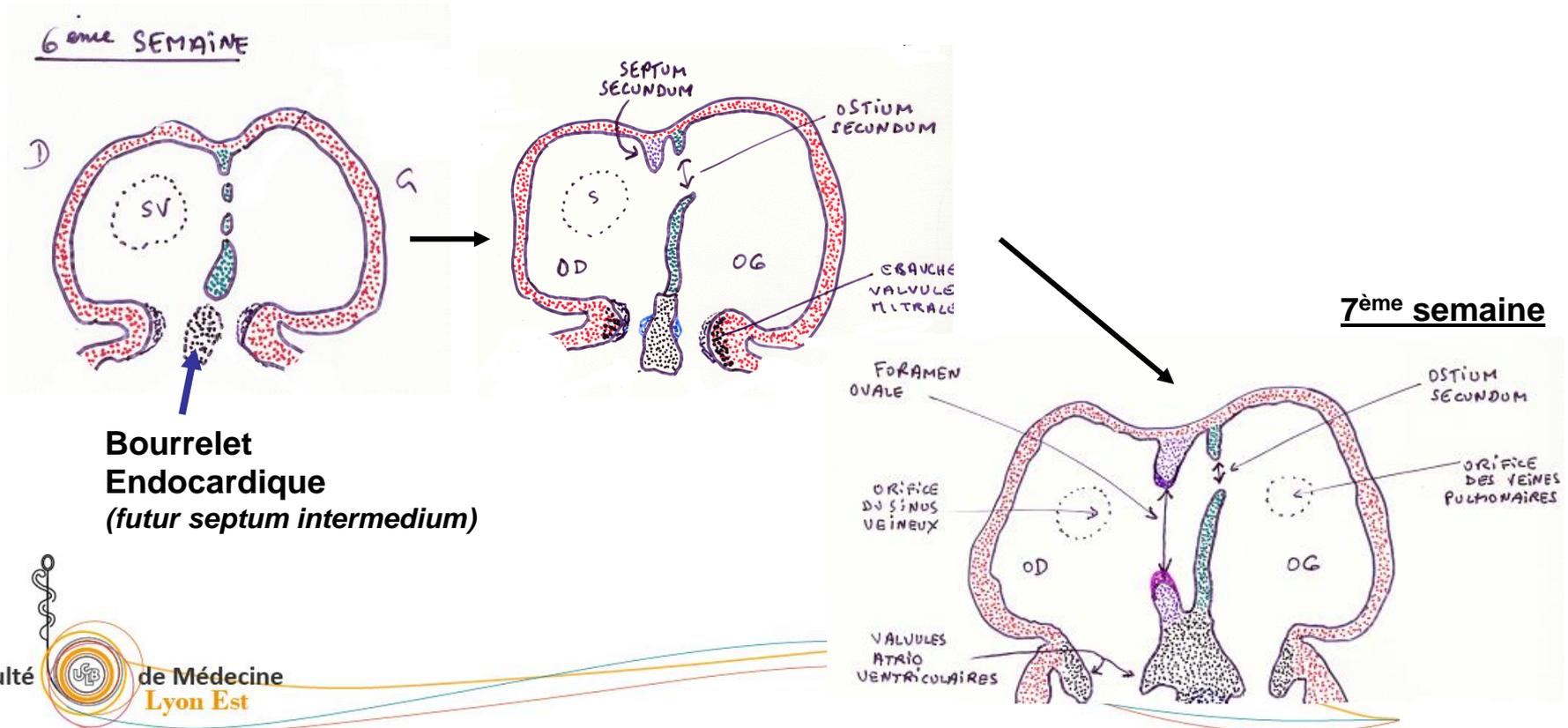
### CLOISONNEMENT DES OREILLETES : 1<sup>ère</sup> phase



2. A la sixième semaine, **septum secundum** (seconde cloison) à droite du **septum primum**, se développe vers le bas mais ne se complète jamais. Le **septum secundum** recouvre **l'ostium secundum** : orifice en chicane entre les deux oreillettes : **le foramen ovale ou trou de Botal**.

A la naissance l'augmentation de pression dans l'oreillette gauche détermine l'accolement des deux cloisons et la **fermeture du trou de Botal**.

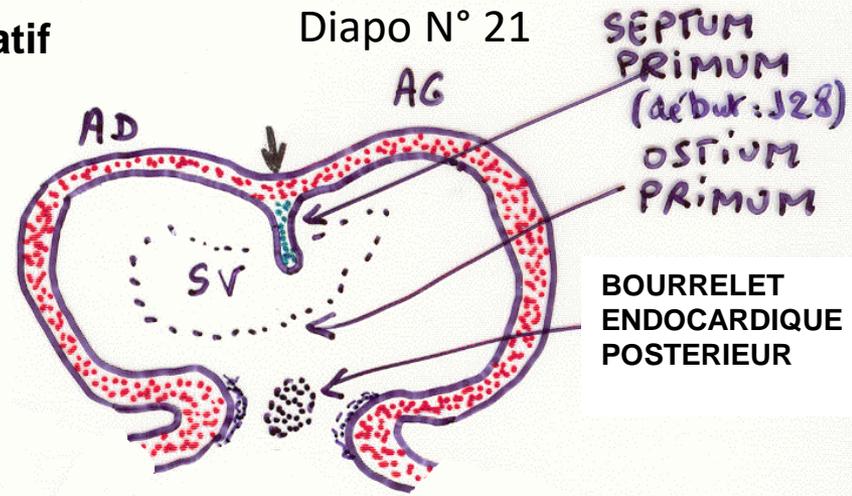
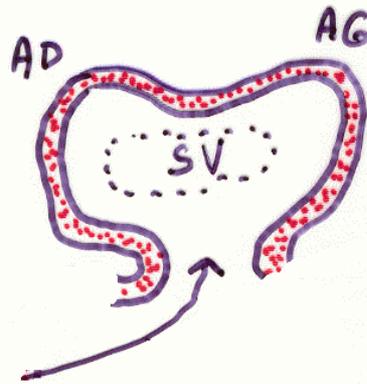
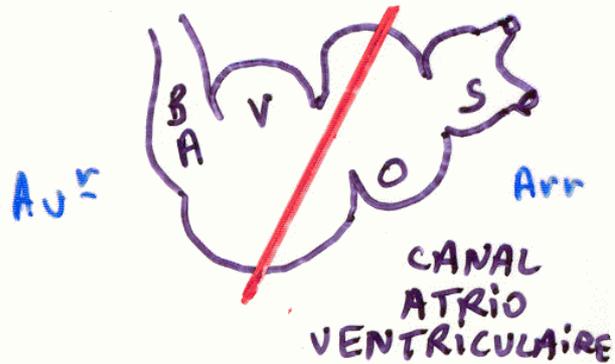
## CLOISONNEMENT DES OREILLETTES : 2<sup>ème</sup> phase



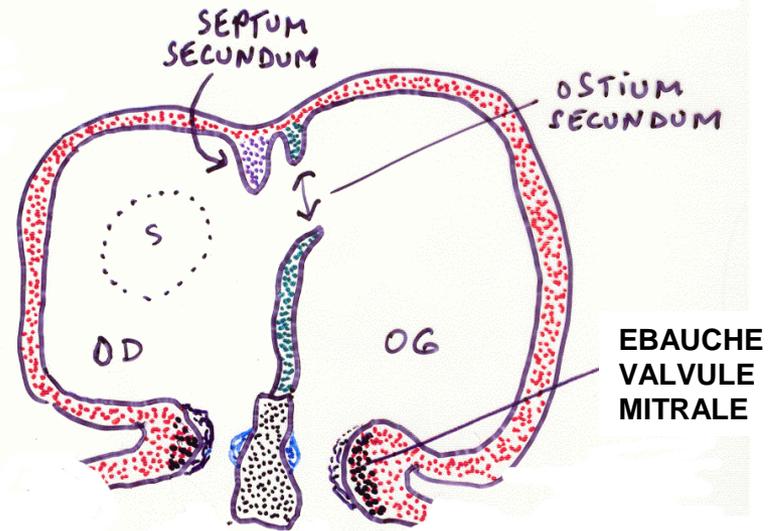
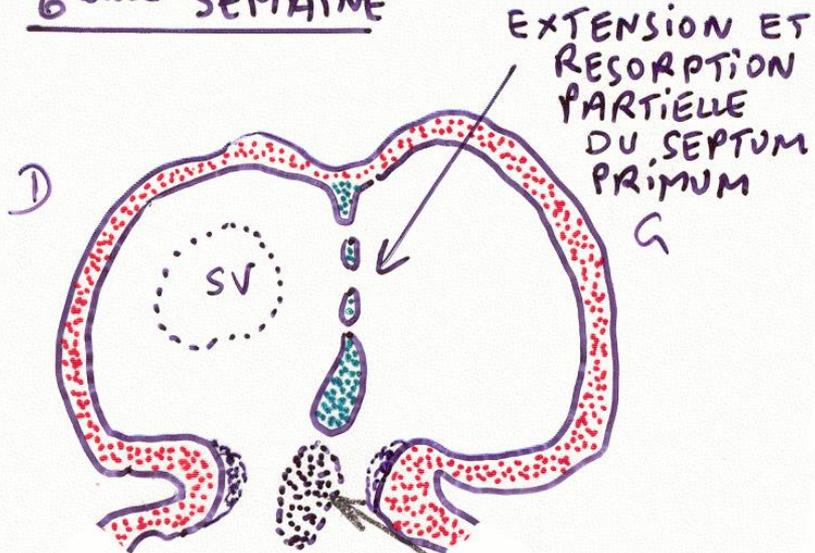
# CLOISONNEMENT DES OREILLETTES : récapitulatif

Diapo N° 21

## 5ème SEMAINE



## 6ème SEMAINE



Fusion des bourrelets

Post et Ant :

SEPTUM INTERMEDIUM

## 5. Formation du septum interventriculaire.

Fin de S4 : ***septum inferium*** (plancher de la région ventriculaire), crête musculaire qui se dirige vers les **bouffets endocardiques atrio-ventriculaire**.

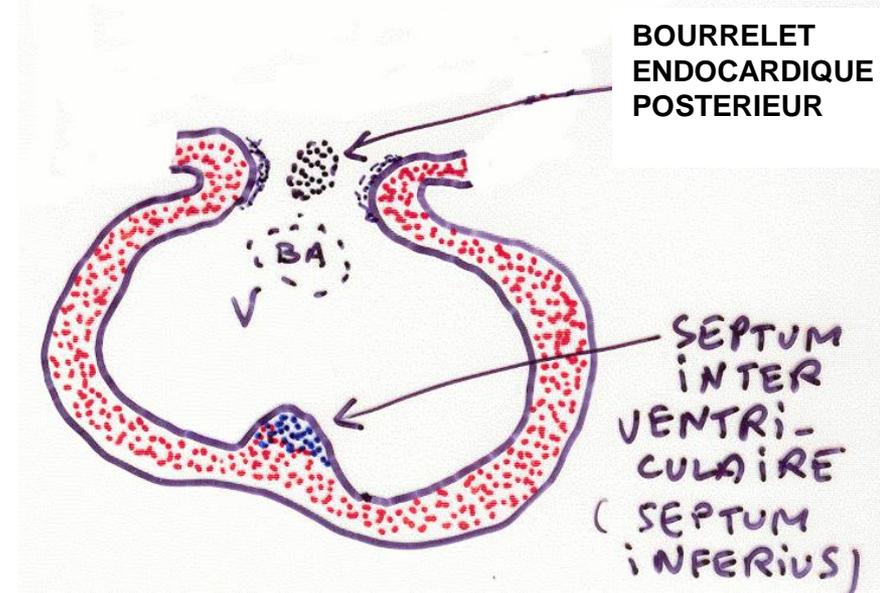
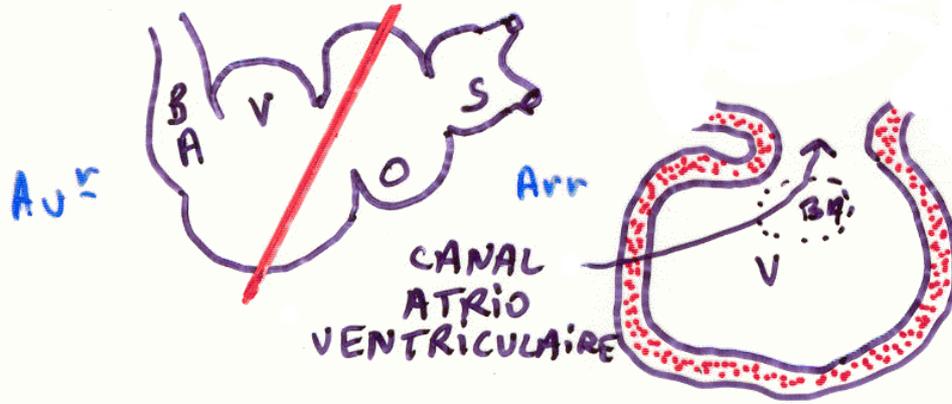
Le ***septum intermedium*** envoie une expansion membraneuse en direction du ***septum inferium*** : *partie membraneuse de la cloison inter-ventriculaire*.

Cette cloison est incomplète (orifice) : ***foramen interventriculaire***, communication entre les deux cavités. Les cellules qui ferment ce foramen proviennent des ***crêtes neurales*** (fermeture durant la 7<sup>ème</sup> semaine).

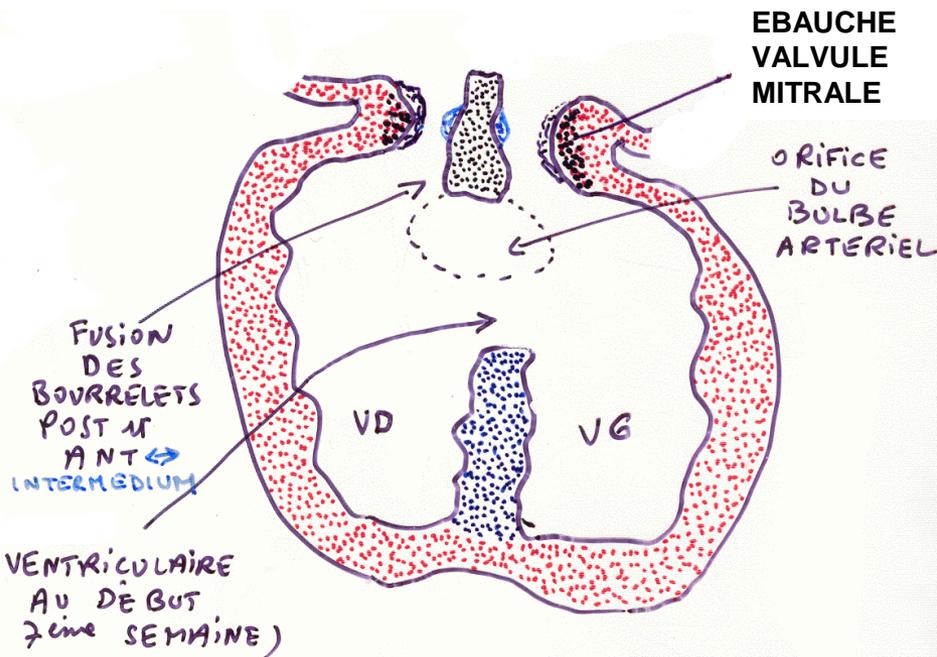
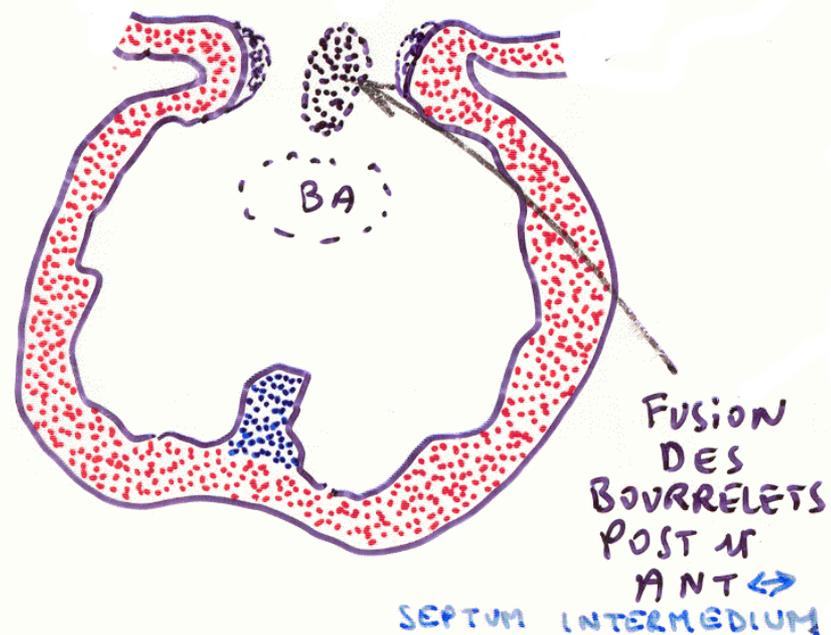
Les deux cavités ventriculaires augmentent de volume par amincissement de la paroi.



5ème SEMAINE



6ème SEMAINE



## 6. Evolution du Truncus Arteriosus et du Bulbe Artériel : cloisonnement aortico-pulmonaire.

### a. Migration de l'ostium bulbaire

Au début de S5, migration à gauche de l'**ostium bulbaire** (orifice du bulbe artériel).

### b. Cloisonnement du bulbe artériel.

J30, deux **crêtes endocardiques** (postérieure et ventrale) situées au niveau du **truncus arteriosus** et se prolongent vers le **bulbe artériel**.

Pendant que ces crêtes se développent,

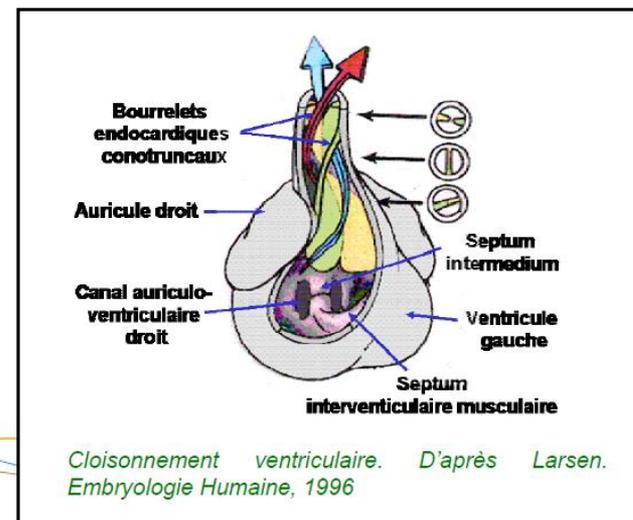
- Rotation dans le sens horaire, de l'orifice bulbo-ventriculaire,
- Rotation dans le sens anti-horaire de la partie distale du bulbe artériel.

Un **trajet spiralé du septum conale** (fin de S5) est mis en place. Le trajet hélicoïdal du **septum** détermine l'enroulement de l'aorte et de l'artère pulmonaire.

Deux **chambres conales** :

- une chambre pulmonaire : position antérieure.
- une chambre aortique : position postérieure

Au niveau des orifices bulbo-ventriculaires les **bourgeons endocardiques** déterminent la formation des orifices aortiques et pulmonaires fermés chacun par **trois valvules sigmoïdes**.



Le tube cardiaque primitif à fait place au cœur à quatre cavités.

Les ventricules sont séparés par une cloison complète et ne communiquent plus directement.

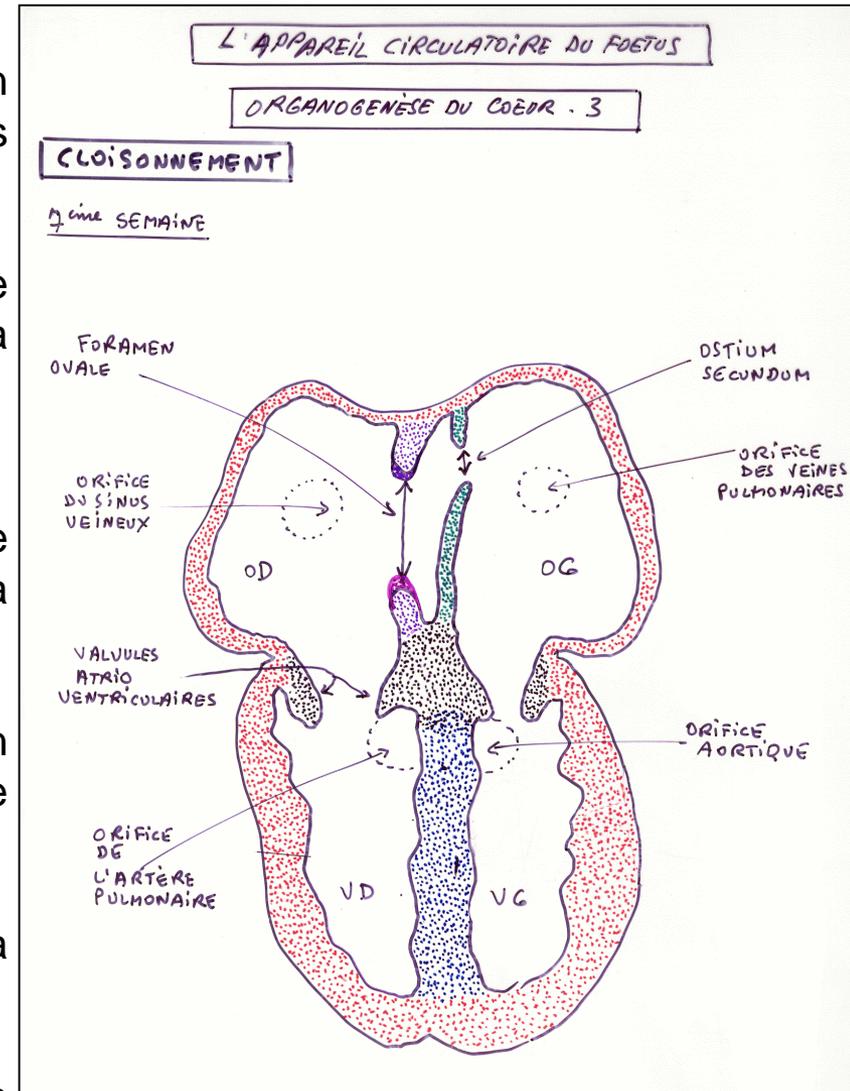
\* Le VD communique avec  
- l'OD par l'orifice auriculo-ventriculaire droit (fermé par la tricuspide)  
- l'artère pulmonaire.

\* Le VG communique avec  
- l'OG par l'orifice auriculo-ventriculaire gauche (fermé par la mitrale)  
- l'aorte.

\* Les oreillettes sont séparées par la cloison inter-auriculaire mais il persiste une communication entre elles : **le trou de Botal**.

\* L'oreillette droite reçoit les veines de la **circulation systémique**.

\* L'oreillette gauche reçoit les **veines pulmonaires**.



## 8. Anomalies cardiaques

La fréquence des anomalies cardiaques est de 7 à 8 pour milles naissances.

Les principales origines :

- les facteurs génétiques : trisomie 18,21, syndrome de Turner ;
- les causes infectieuses : rubéole ;
- les médicaments : antibiotiques, cytostatiques, anticonvulsivants et les tranquillisants.

**a. Cardiopathie avec shunt gauche-droite:** hypervascularisation pulmonaire.  
**Cardiopathie non cyanogène.**

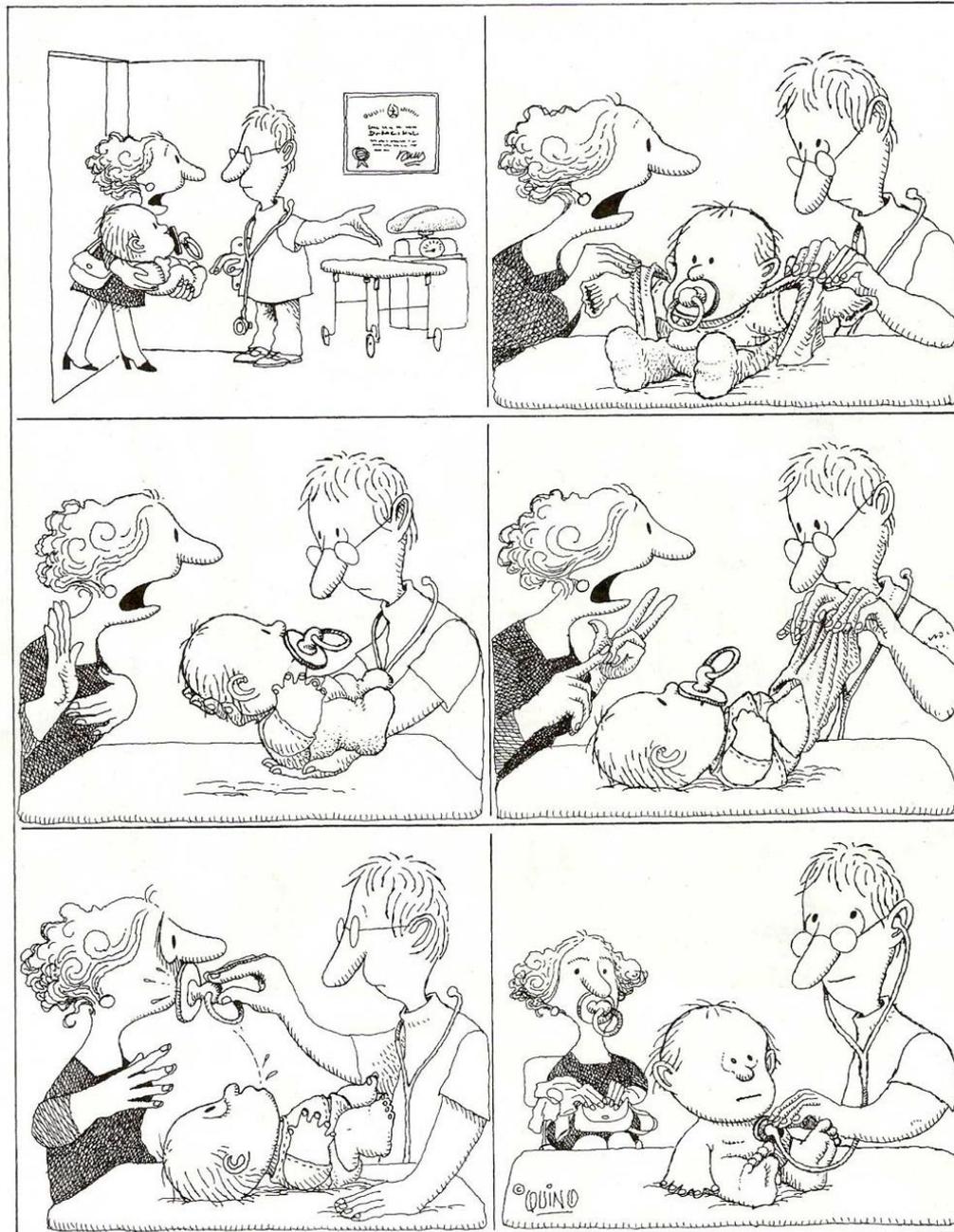
- Communication inter-ventriculaire
- Communication inter-auriculaire.
- Canal atrio-ventriculaire

**b. Cardiopathie avec shunt droite-gauche:** communication anormale + obstacle à l'éjection du ventricule droit. **Cardiopathie cyanogène** : sang veineux contamine le sang artériel : coloration violacée des téguments.

- **Transposition des gros vaisseaux** : aorte naît du ventricule droit et artère pulmonaire du ventricule gauche. Cyanose intense à la naissance.

**Tétralogie de Fallot** : 1) communication interventriculaire, 2) sténose de l'artère pulmonaire, 3) hypertrophie ventriculaire droite, 4) dextroposition de l'aorte.





## C. MODIFICATIONS DU SYSTEME ARTERIEL.

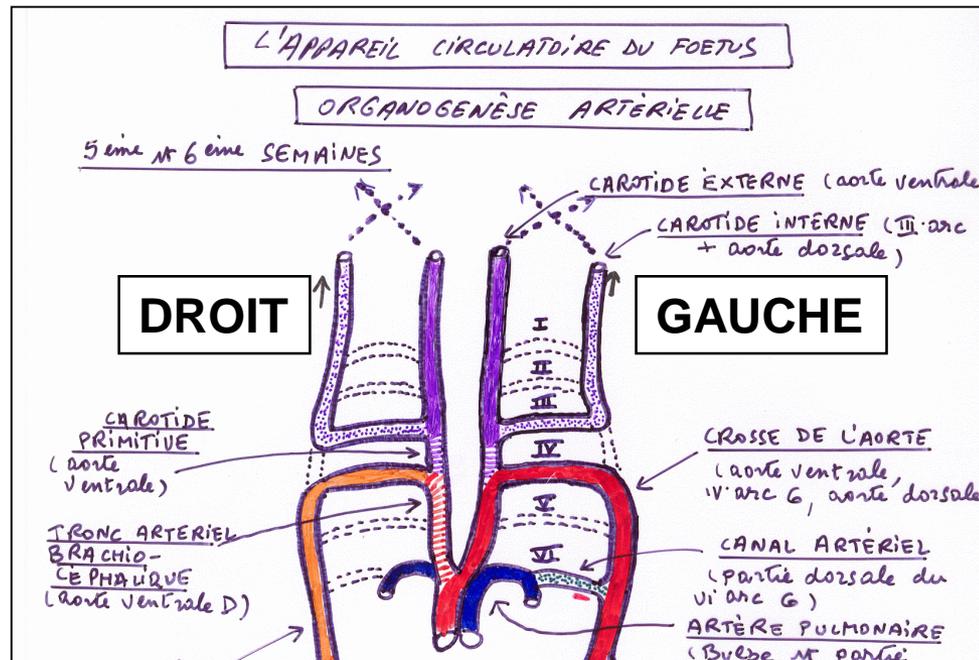
### I. Les arcs aortiques

#### 1. Au stade embryonnaire

Les arcs sont au nombre de six et constituent des anastomoses entre les aortes dorsales et ventrales de chaque côté.

#### 2. Au stade fœtal (6<sup>ème</sup> à la 8<sup>ème</sup> semaine)

Arc I, II et V disparaissent.



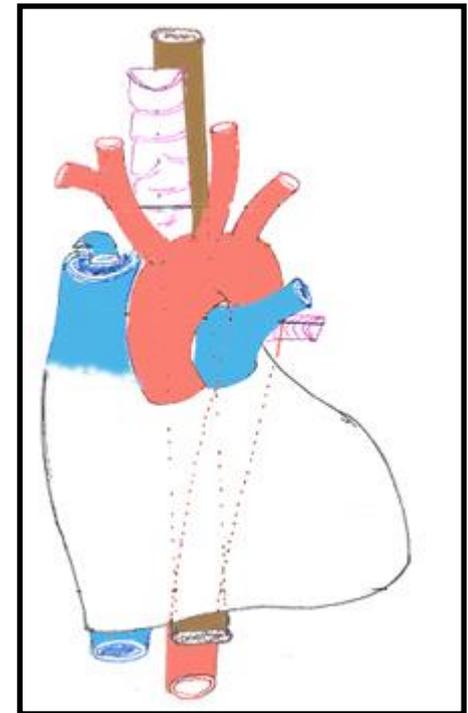
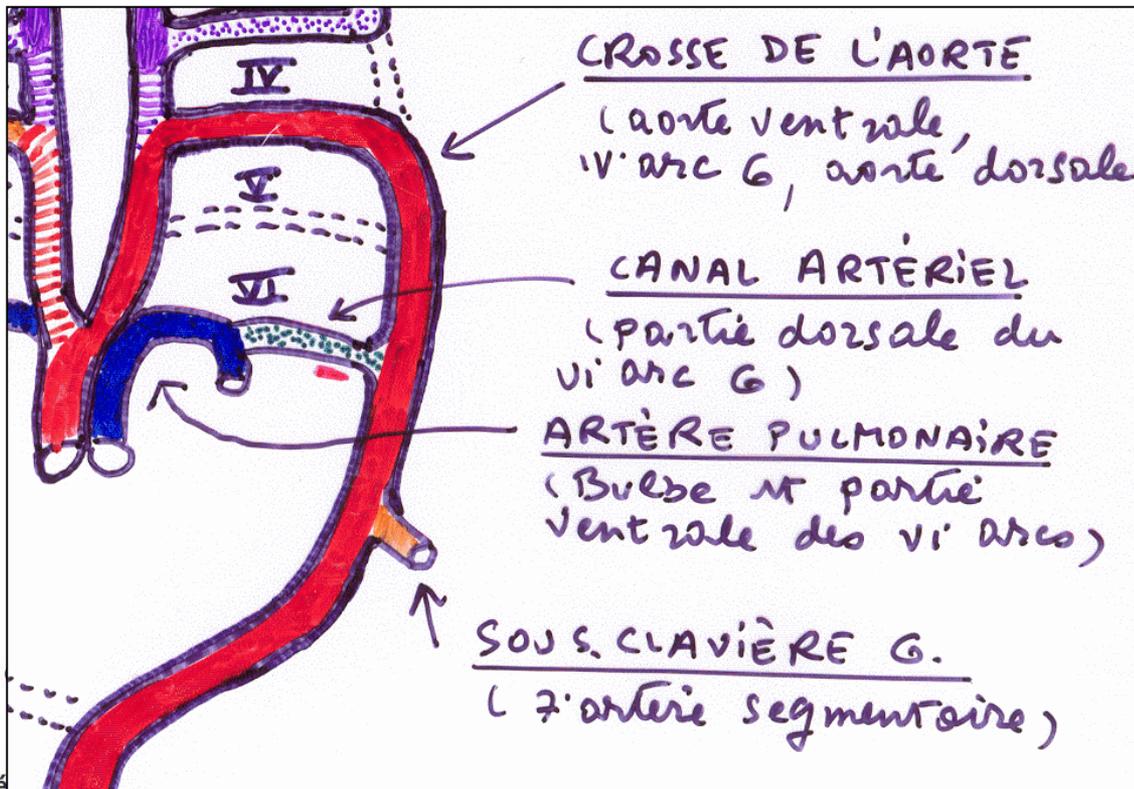
Du coté gauche

Mise en place de **La crosse de l'aorte** et de **l'aorte** :

\* **Crosse de l'aorte**

- segmentation du bulbe artériel,
- aorte ventrale gauche jusqu'au quatrième arc gauche
- totalité du quatrième arc gauche
- l'aorte dorsale jusqu'à la septième artère segmentaire :

-> constitution de la **crosse de l'aorte**.



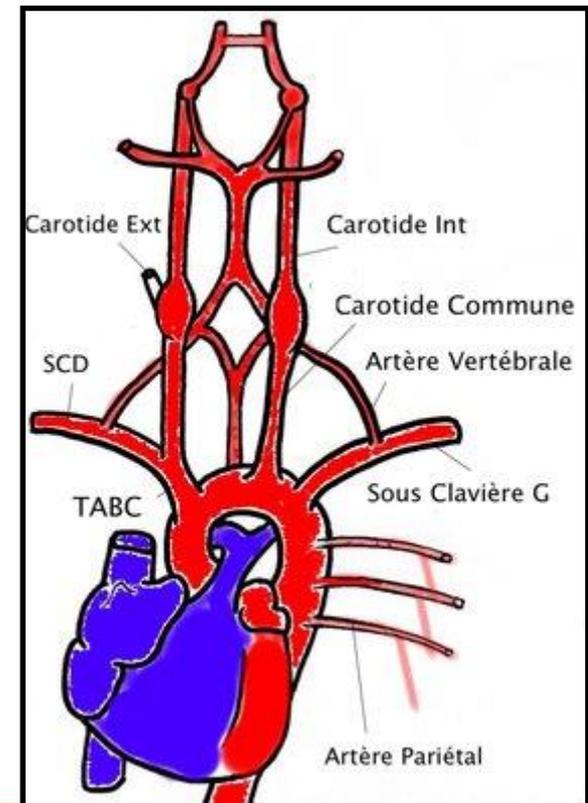
**crosse de l'aorte**

## • L'aorte

Le dernier segment de l'aorte : **l'aorte commune** jusqu'à son extrémité.

La partie distale de l'aorte régresse et l'aorte définitive se terminera à la naissance au niveau des **artères iliaques**.

- La **septième artère segmentaire gauche** donne **l'artère sous Clavière gauche**



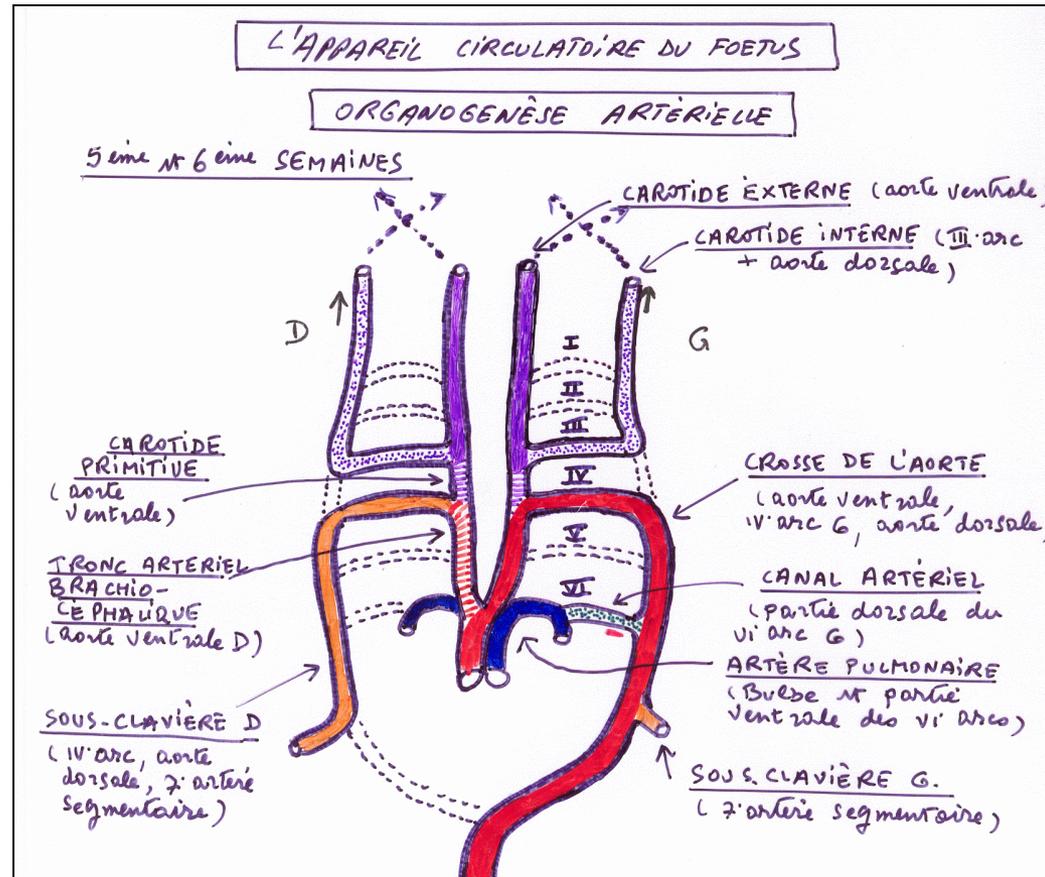
Du coté droit.

- La partie ventrale de l'aorte jusqu'au quatrième arc donne le tronc artériel brachio-céphalique.

- Le quatrième arc jusqu'à la septième artère segmentaire donne l'artère sous clavière droite.

A droite et à gauche.

- Les deux aortes ventrales entre le 4<sup>ème</sup> et le 3<sup>ème</sup> arcs constituent les carotides primitives droites et gauches.
- Les parties antérieures des aortes ventrales et bien au-delà du 1<sup>er</sup> arc constituent les artères carotides externes.
- Le 3<sup>ème</sup> arc et la partie antérieure des aortes dorsales constituent les artères carotides internes.

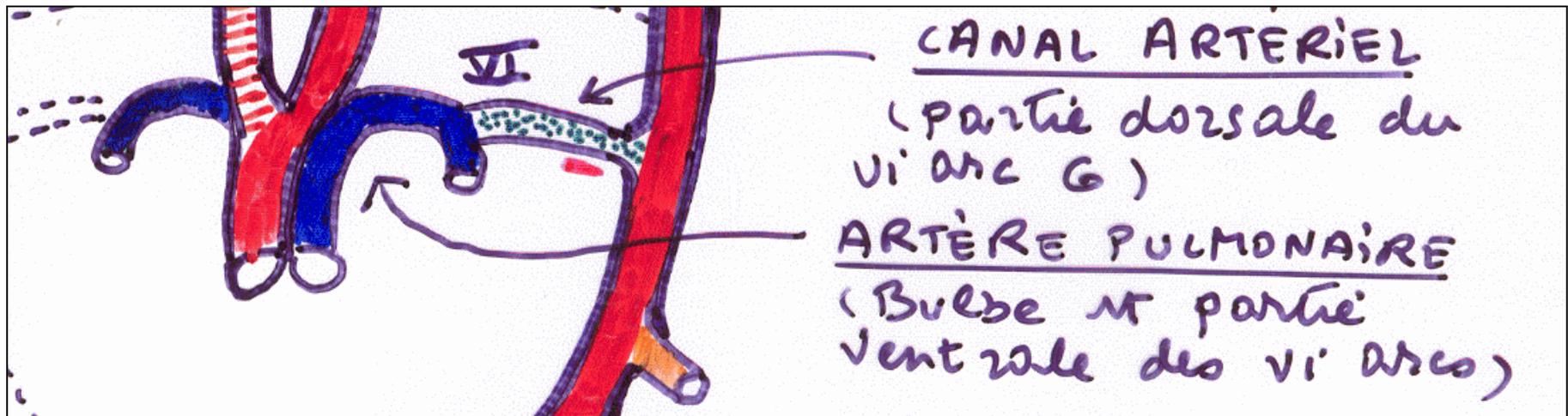


## ARTERE PULMONAIRE

L'**artère pulmonaire** rejoint le **6<sup>ème</sup> arc aortique** de chaque côté pour constituer l'**artère pulmonaire** droite et l'**artère pulmonaire** gauche et ceci jusqu'à la moitié ventrale du 6<sup>ème</sup> arc et ensuite néoformation au niveau du poumon.

La partie dorsale du 6<sup>ème</sup> arc droite disparaît complètement,

La partie dorsale du 6<sup>ème</sup> arc gauche persiste sous la forme d'un vaisseau qui met en communication l'APG et la crosse de l'aorte : **le canal artériel**.



## Les artères vitellines :

Artères vitellines gauches disparaissent totalement.

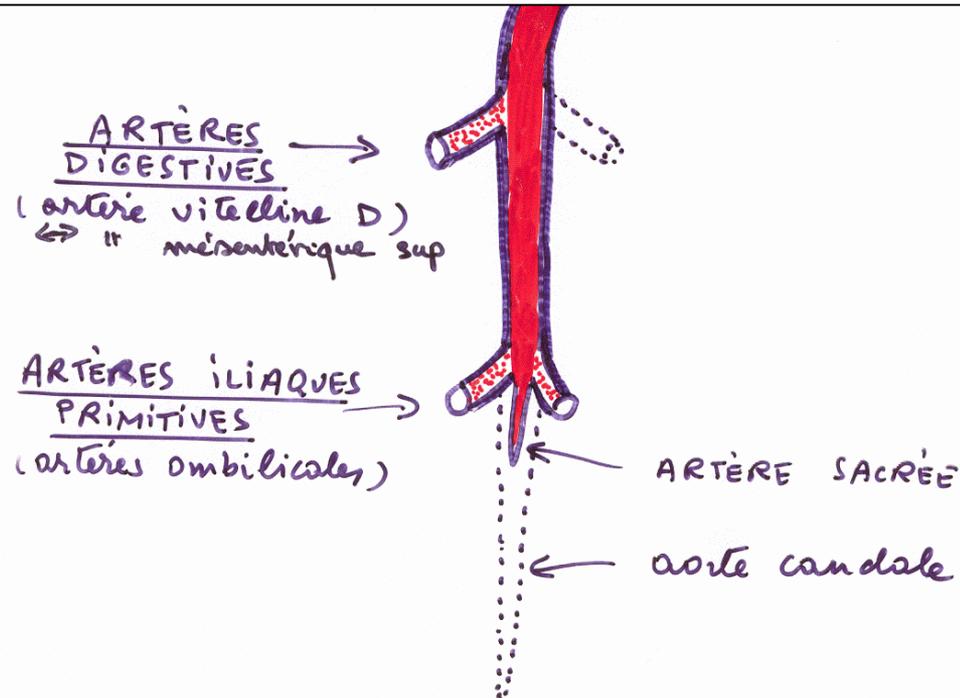
Artères vitellines droites donnent :

- **le tronc cœliaque** : intestin primitif antérieur.
- **l'artère mésentérique supérieure** : intestin primitif moyen.
- **l'artère mésentérique inférieure** : intestin primitif postérieur.

## Les artères ombilicales :

Persistent jusqu'à la naissance,

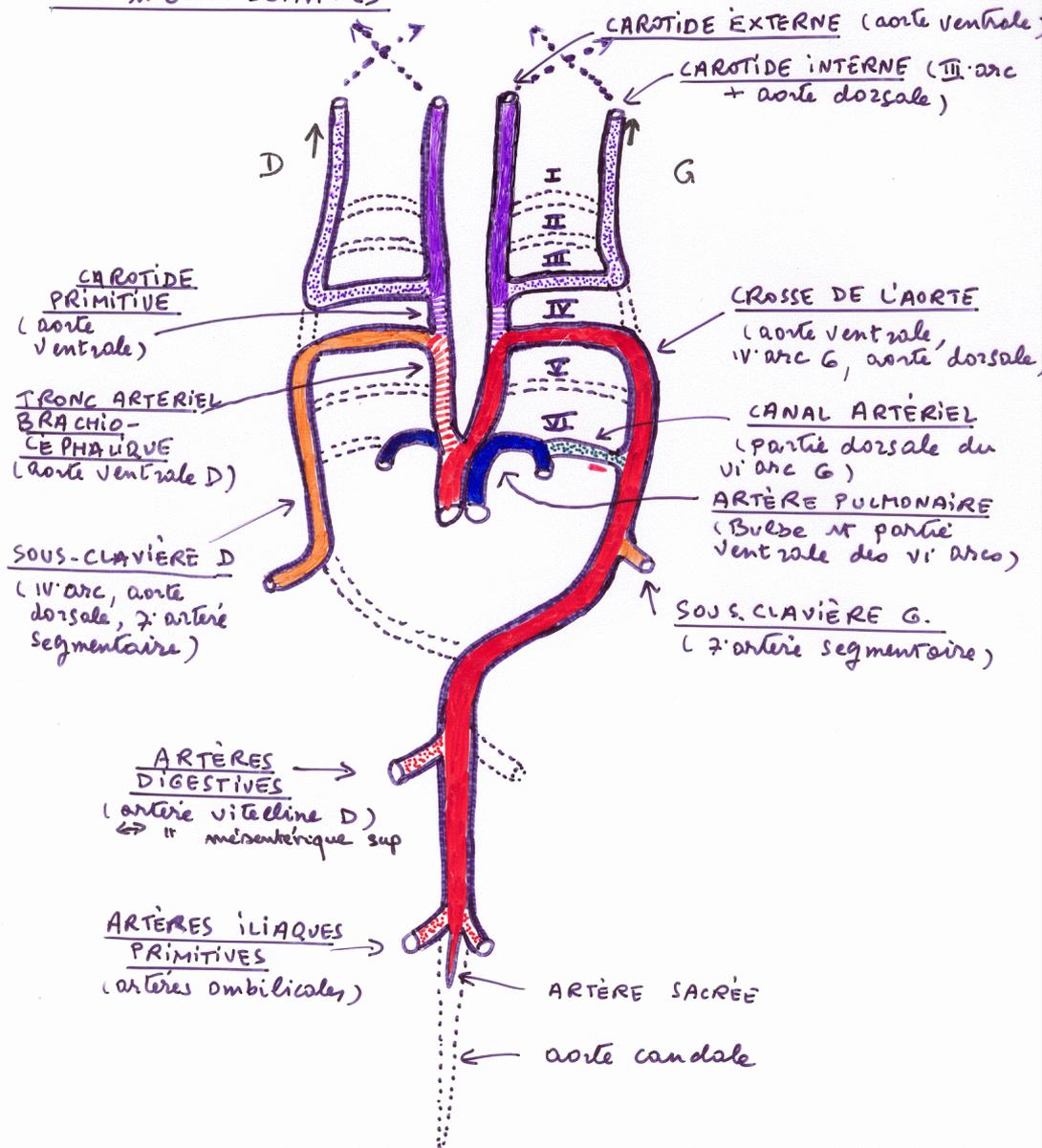
A la naissance, la partie intra-embryonnaire constituera les **artères iliaques** droite et gauche.



L'APPAREIL CIRCULATOIRE DU FOETUS

ORGANOGENÈSE ARTÉRIELLE

5<sup>ème</sup> et 6<sup>ème</sup> SEMAINES



## L'EVOLUTION DU SYSTEME VEINEUX

La transformation est complexe. Elle se caractérise par :

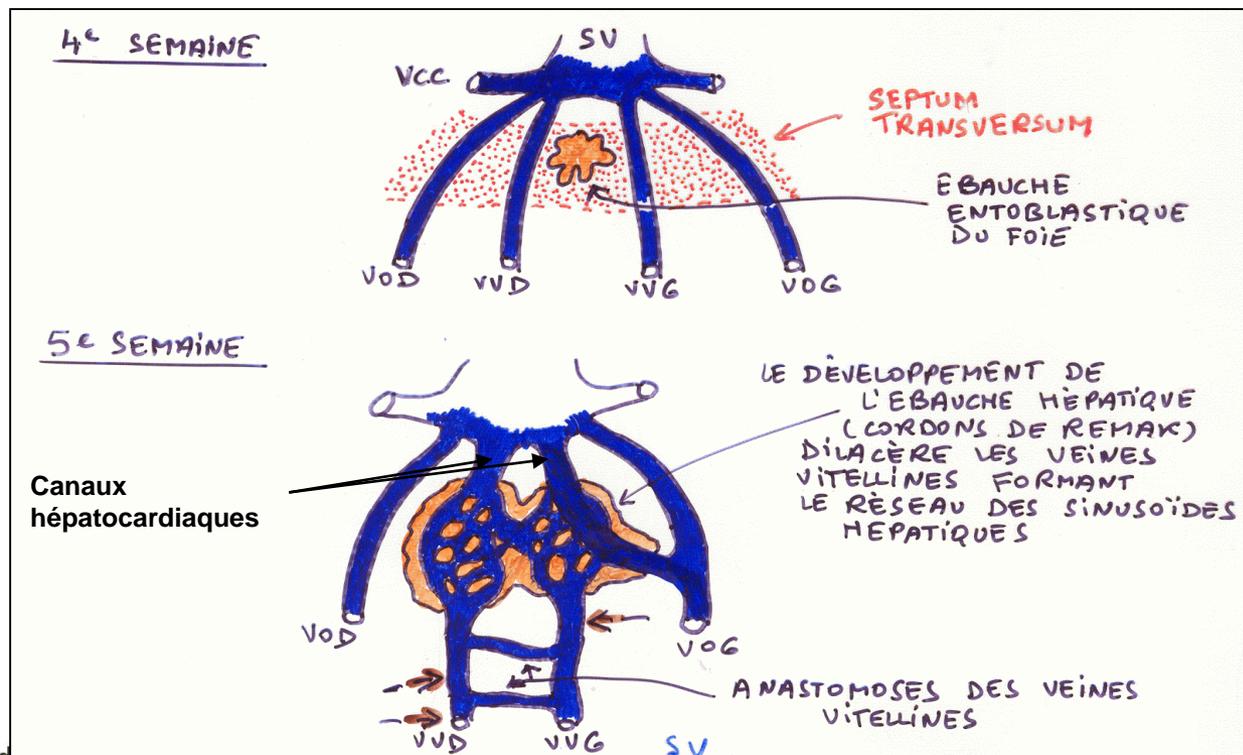
- L'apparition et la régression de segments vasculaires entiers, comme au niveau des artères.
- La présence d'anastomoses entre les éléments homologues des 2 côtés.
- La perte de la symétrie qui favorise le développement des vaisseaux du côté droit, du fait des anastomoses.
- Le développement des gros vaisseaux abdominaux en liaison avec le développement du foie.

## D. MODIFICATION DU SYSTEME VEINEUX

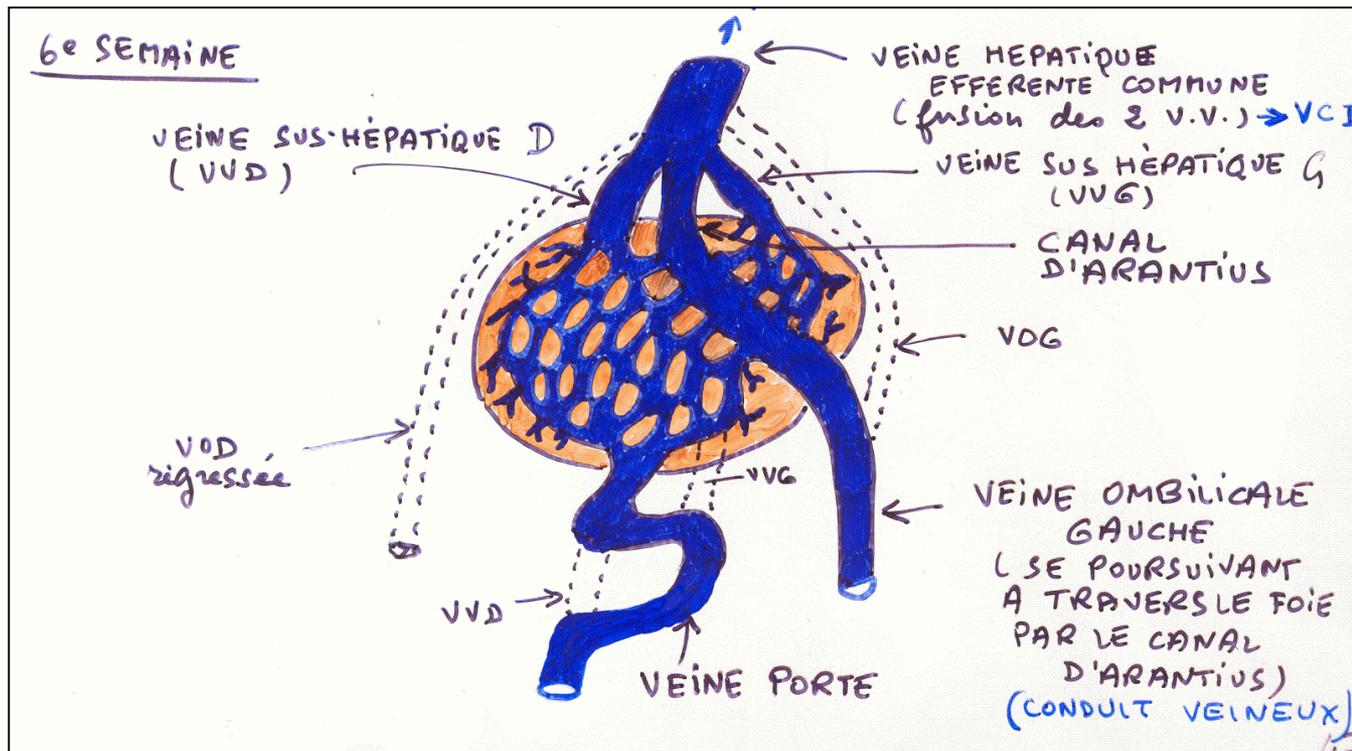
### 1. Les veines Vitellines

a- ébauche hépatique modifie le trajet des veines vitellines : **réseau des sinusoides hépatiques.**

Réseau drainé par **les canaux hépatocardiaques** dans le sinus veineux.

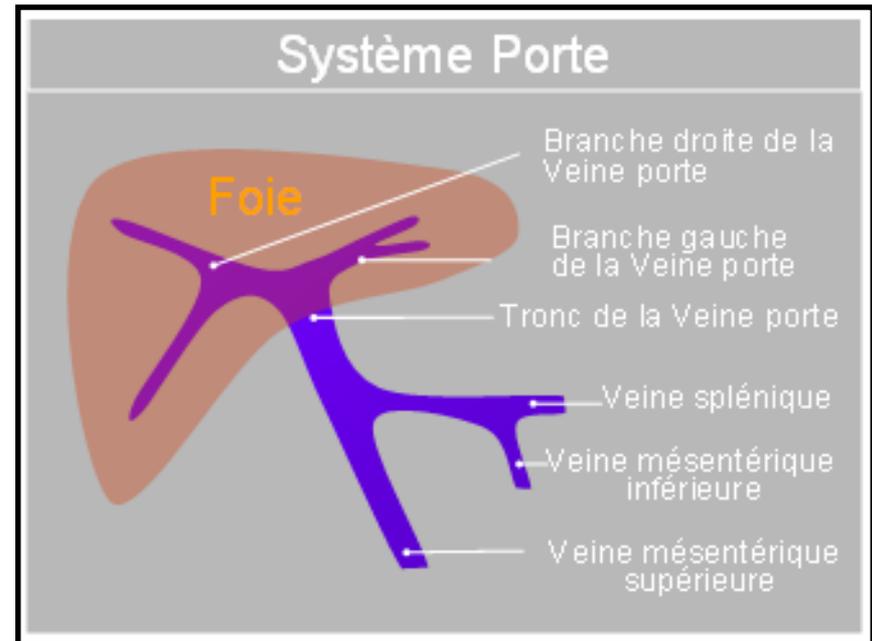
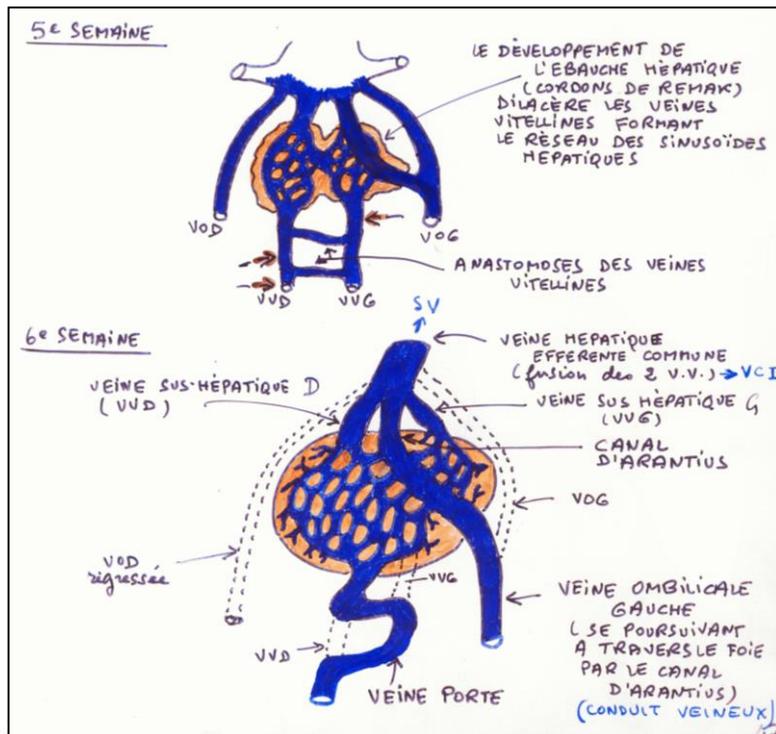


La circulation est déportée vers la droite disparition **d'une partie** de la corne gauche et fusion des Veines Vitellines dans leur partie supérieure (= canaux hépato-cardiaques) : **Veine Hépatique Efférente Commune** qui participera à la **Veine Cave Inférieure (VCI)**.



b- Avant de pénétrer dans le sinus veineux, les **veines vitellines** forment un **plexus** autour du duodénum.

Le réseau anastomotique entourant le duodénum se résout en un vaisseau unique : **la veine porte**.



Source : Centre de Référence des Maladies Vasculaires du Foie

## 2. Les veines ombilicales

La **veine ombilicale gauche** entre en connexion avec les **sinusoïdes hépatiques**.

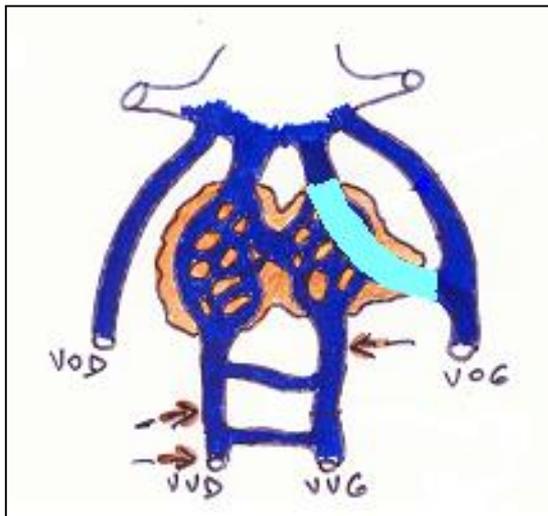
La partie proximale de la veine ombilicale gauche disparaît.

La **veine ombilicale droite** disparaît en totalité.

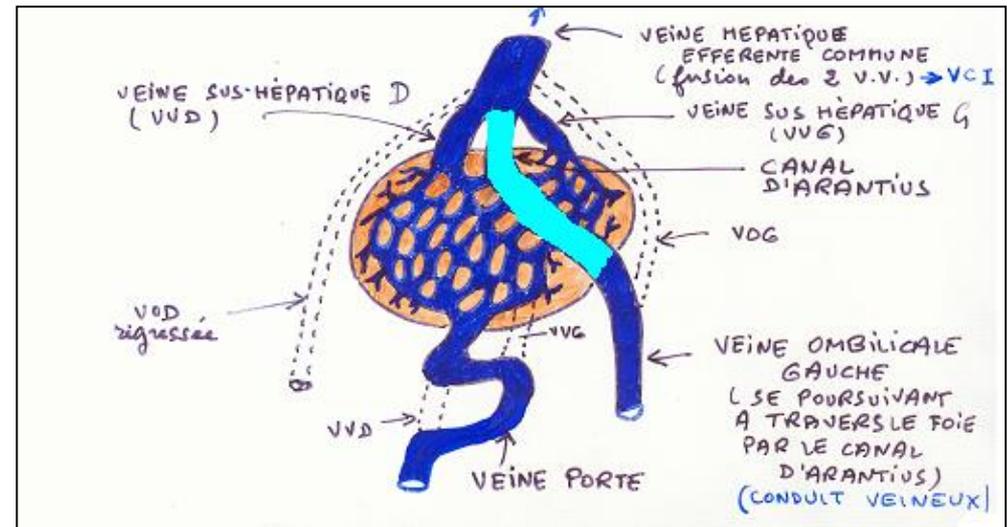
La veine ombilicale gauche continue à drainer le sang du placenta vers le foie.

Une communication directe s'établit entre la **veine ombilicale gauche** et la **veine cave inférieure** : **canal veineux d'Arantius** (court-circuite les sinusoïdes hépatiques).

5<sup>ème</sup> semaine



6<sup>ème</sup> semaine



A la naissance la **veine ombilicale gauche** et le **canal d'Arantius** s'oblèrent et constituent respectivement le **ligament rond** (du hile à l'ombilic) et le **ligament veineux du foie** (du hile à la veine cave inférieure).

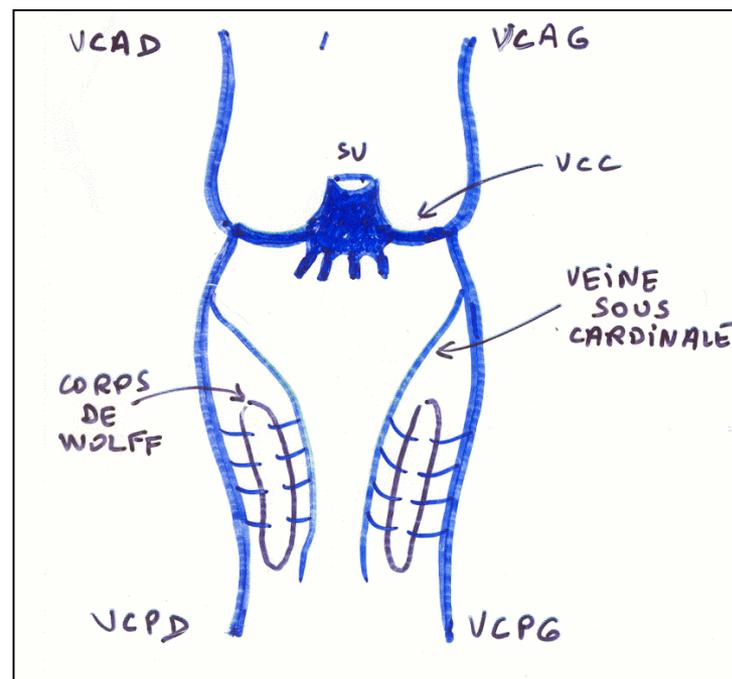


### 3. Les Veines Cardinales

La transformation est asymétrique, la circulation veineuse est déportée vers la droite.

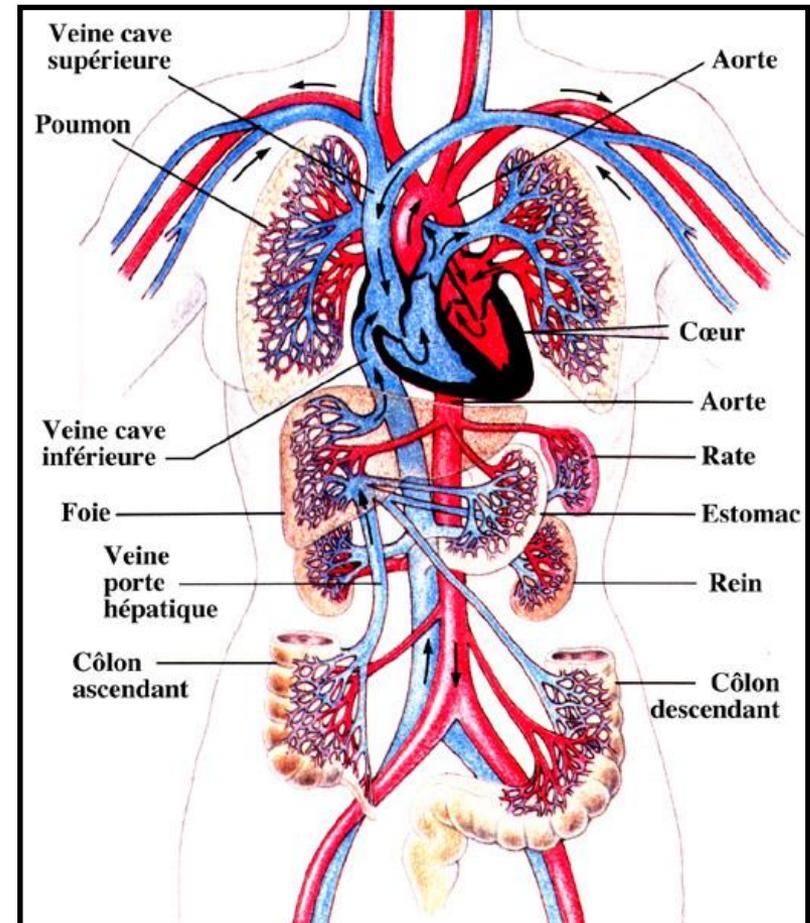
Entre la 5<sup>ème</sup> et le 7<sup>ème</sup> semaine apparaissent un certain nombre de veines additionnelles :

- les **veines sous-cardinales** qui drainent principalement les reins.
- les **veines sacro-cardinales** qui drainent les membres inférieurs.
- les **veines supra-cardinales** qui drainent la paroi du corps par l'intermédiaires des veines intercostales (reprennent le rôle des Veines Cardinales Postérieures).



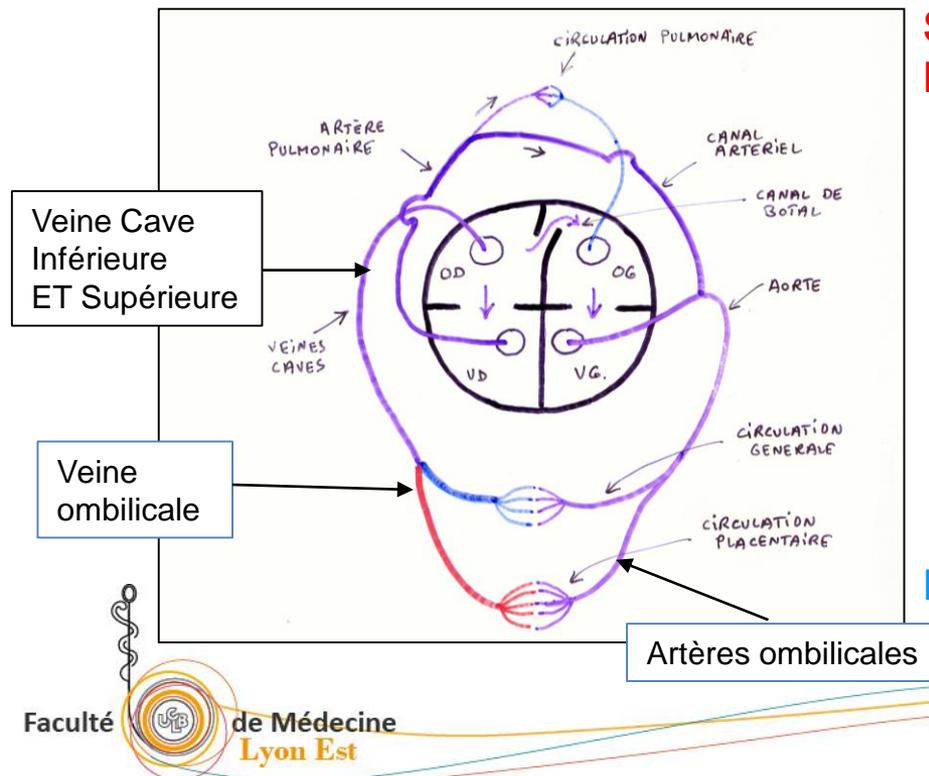
## a- La formation de la Veine Cave Inférieure

- **La partie initiale**, de la fusion des veines iliaques primitives à l'abouchement des veines rénales, dérive de la **partie distale de la veine supra-cardinale droite**.
- **La partie moyenne**, de l'abouchement des veines rénales à l'abouchement des veines sus-hépatiques, dérive de la **veine sous-cardinale droite**.
- **La partie terminale** dérive de la **veine hépatique commune** (anastomose hépato-sous cardinale) avec la participation, dans le tout dernier segment, de la **partie terminale de la veine vitelline droite**.



## D. Les aspects fonctionnels de la circulation fœtale

- \* La circulation pulmonaire n'est pas fonctionnelle. Le sang arrivant au cœur est dérivé vers le **coeur gauche** et l'**aorte**.
- \* Le débit sanguin intra-hépatique est faible, le sang étant dérivé vers la veine cave par le **canal d'Arantius**.
- \* L'extrémité céphalique (et le cerveau) est privilégiée et reçoit un sang plus oxygéné que le reste des tissus de l'organisme.



### Sang artériel

Placenta -> Veine ombilicale -> Foie -> Canal D'ARANTIUS & Sinusoïde Hépatique -> Veine Cave Inférieure -> Oreillette droite (rejoint par le sang veineux du fœtus) 1-> Ventricule droit -> artère pulmonaire -> canal artériel -> Aorte

2 -> passage dans la grande circulation grâce au Foramen Ovale (OD -> OG) -> VG -> aorte.

### Retours veineux

- par les artères ombilicales -> le placenta (réoxygénation)

## E. Les transformation à la naissance

Rupture du cordon ombilical-> spasme immédiat de

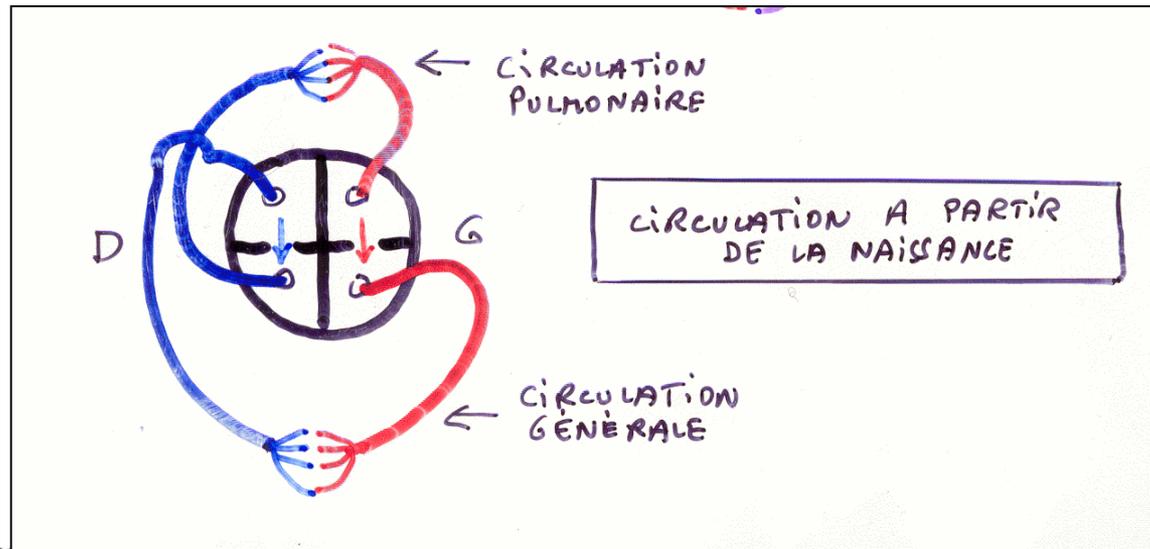
- la **veine ombilicale gauche** > **ligament rond**.
- du **canal artériel** (interruption communication entre l'artère pulmonaire et l'aorte)

Modification des pressions des oreillettes.

Pression (OG) > Pression (OD) : fermeture du canal de Botal.

Il y a donc :

- disparition de la circulation placentaire
- disparition du canal artériel
- fermeture du canal de Botal



## F. Les malformation.

### **Anomalie du système artériel**

- coarctation de l'aorte (sténose en aval ou en amont de l'abouchement du canal artériel)
- persistance du canal artériel
- anomalie du trajet de l'aorte et des sous-clavière

### **Anomalie du Retours veineux**

- veine cave supérieure gauche
- connexion anormales des veines pulmonaires.

Les conséquences sont plus ou moins grave et nécessite alors une chirurgie réparatrice.



# Dr Mehdi Benchaib

mehdi.benchaib@chu-lyon.fr



**FIN**

