

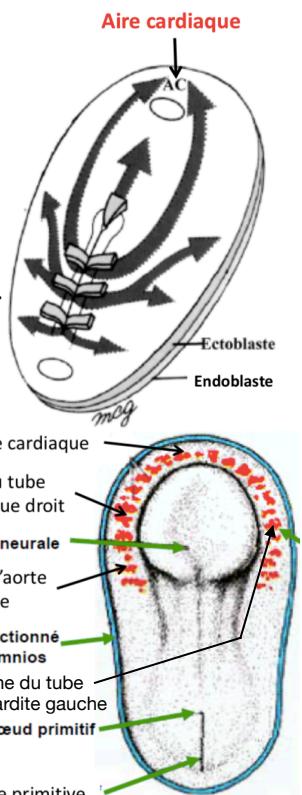
# Embryologie système cardio-vasculaire

## I) Introduction :

- > Le développement cardiaque est précoce et rapide.
- > Il va commencer vers J16 avec la gastrulation
- > À partir de J21 le cœur est déjà le siège de flux sanguin.
- > A J50 (avant la fin de la période embryonnaire) le cœur sera complètement terminé (4 cavités)
- > Le développement du cœur dépend de la mécanique de ce flux sanguin (si anomalie du flux risque de malformation cardiaque)

## II) Rappel de la gastrulation :

- > Permet la formation du 3ème feuillet embryonnaire : le mésoblaste
- > Les cellules ectoblastiques migrent entre le feuillet ectoblastique et endoblastique pour former le mésoblaste
- > Parmi ces cellules, il y en a qui vont migrer devant la membrane pharyngienne pour occuper l'aire cardiaque .
- > A ce stade très précoce, ces cellules sont déjà orientées.
- > Le passage des cellules par la ligne primitive au niveau du nœud de Hansen leur permet de savoir quel est le côté droit et quel est le côté gauche.
- > Il y a des cellules ciliées qui battent au niveau du nœud de Hansen et qui vont envoyer les facteurs de transcriptions qui induisent l'expression de tas de gènes :
  - Gènes de la gauche : vont s'exprimer dans le mésenchyme à gauche
  - Gènes de la droite : vont s'exprimer dans le mésenchyme à droite
- > Si anomalie de latéralité = situs : Risque de malformation cardiaque

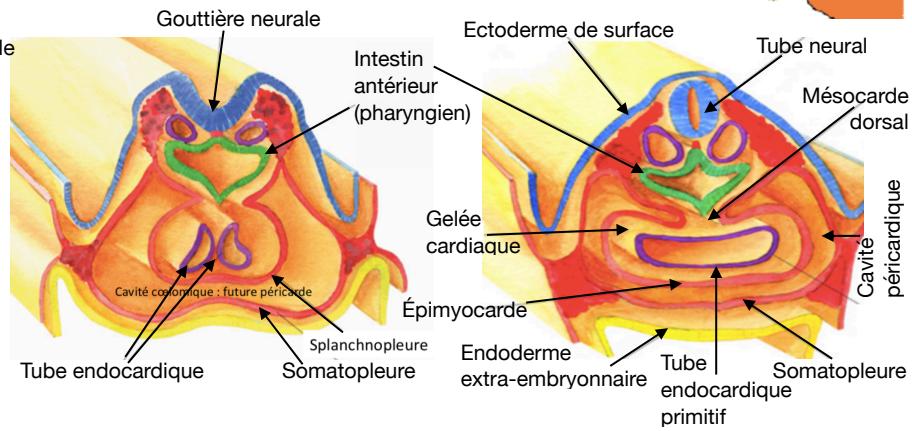
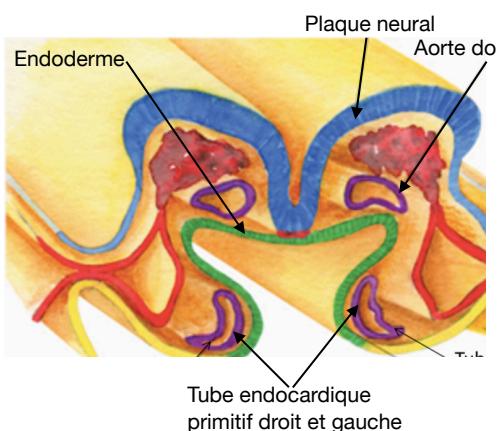
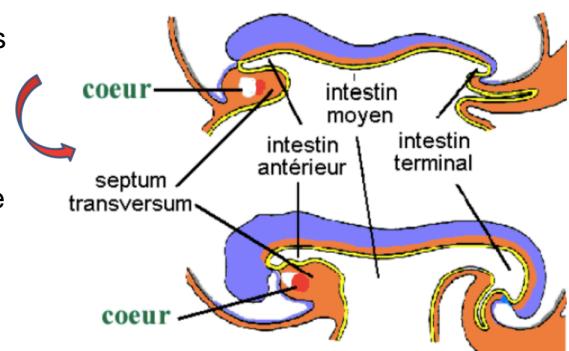


## III) FORMATION DES TUBES ENDOCARDIQUES PRIMITIFS

- > Le cœur naît à partir du mésoderme au niveau de la région crâniale
- > Au début il est sous forme de 2 tubes droit et gauche appelés: tubes endocardiques primitifs
- > Tubes endocardiques primitifs droit et gauche forment au début un arc qui se continue en arrière avec les aortes dorsales droite et gauche

## IV. DELIMITATION : BASCULE DES TUBES ENDOCARDIQUES PRIMITIFS

- > La zone cardiogène bascule à 180° de la région crâniale vers la région ventrale (sens inverse de l'aiguille de la montre)
- > Les tubes endocardiques se rapprochent, ils sont situés dans la région ventrale par rapport à l'intestin primitif.
- > Ils sont entourés par la cavité coelomique (future cavité péricardique) avec splanchnopleure en dedans qui va former le feuillet viscéral du péricarde et la somatopleure en dehors qui va former le feuillet pariétal)
- > Les 2 tubes endocardiques primitifs vont fusionner pour former un seul tube primitif.



## V) Le réseau cardio-vasculaire de l'embryon :

### A) les réseaux vasculaires :

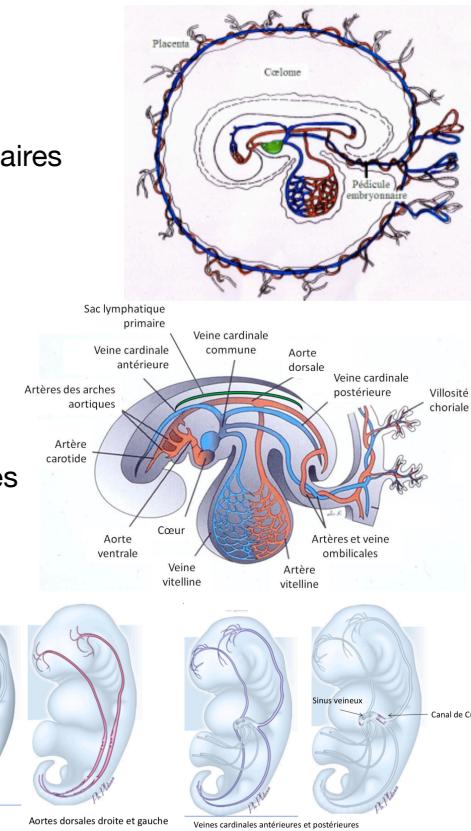
-> 3 réseaux vasculaires : 1 intra-embryonnaire et 2 extra-embryonnaires (vitellin et placentaire)

-> Le réseau intra embryonnaire :

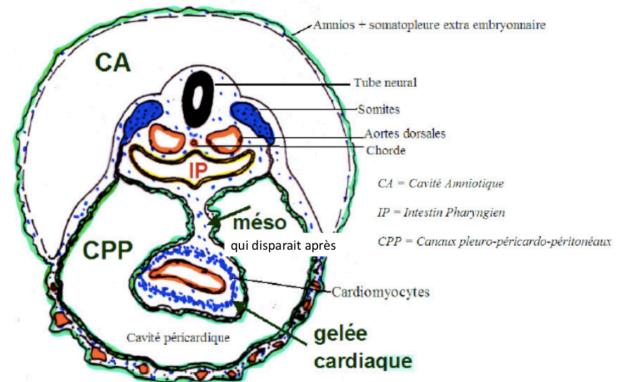
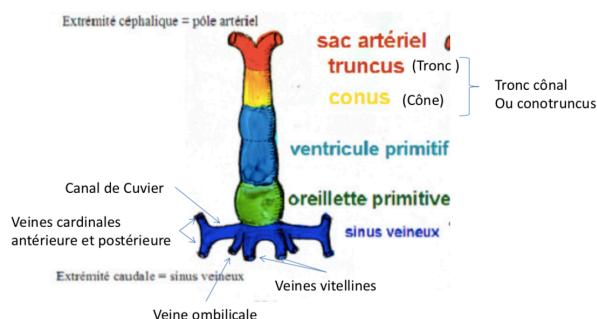
- Tube cardiaque allongé dans le sens crâno-caudal avec 2 pôles :
- un pôle veineux : caudal
- un pôle artériel : céphalique
- Du pôle artériel part une aorte qui va donner naissance à des arcs aortiques (qui vont se développer à l'intérieur des arcs branchiaux) qui vont rejoindre les aortes dorsales.
- Ce réseau artériel va être récupéré par la suite par un réseau veineux : on a 4 veines dites cardinales : les 2 cardinales antérieures et les 2 cardinales postérieures qui fusionnent pour donner les canaux de Cuvier qui se jettent au pôle veineux du cœur.

-> Les 2 réseaux extra embryonnaires :

- Le réseau vitellin : vascularisé par des branches des aortes dorsales et qui est repris par les 2 veines vitellines droite et gauche qui viennent se jeter dans le pôle veineux du cœur.
- Le réseau placentaire : vascularisé par 2 artères qui sont des branches des aortes dorsales et drainé par 2 veines ombilicales qui arrivent au pôle veineux du cœur entre les canaux de Cuvier et les veines vitellines.

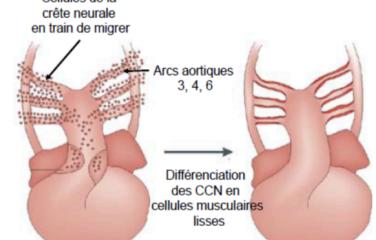


### B) Structure du tube cardiaque :



## VI) HISTOGENESE :

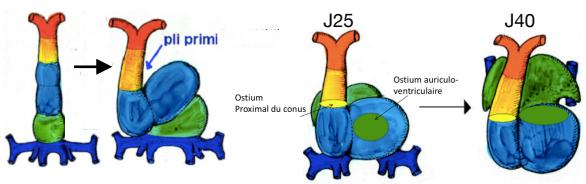
- > Les cellules endocardiques entourent la lumière
- > Les autres cellules se différencient en cardiomyocytes ayant la capacité de se contracter
- > Entre les deux une substance abondante appelée gelée cardiaque
- > À 22 jours le cœur se contracte (les contractions commencent du côté du sinus veineux vers le pôle artériel)
- > Le tout entouré de la splanchnopleure qui constituera le péricarde viscéral



## VII) EVOLUTION DU TUBE CARDIAQUE :

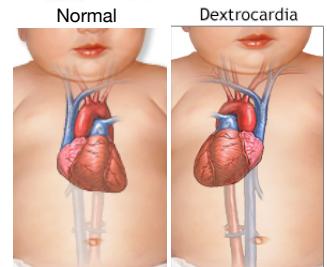
### A) Allongement :

- > Le cœur s'allonge, des cellules viennent peupler les champs cardiaques antérieurs notamment des cellules de la crête neurale qui migrent à travers les arcs aortiques et branchiaux



### B) Plicature :

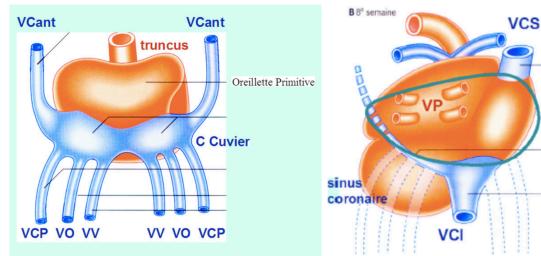
- > La croissance du tube conduit à des mouvements de repli.
- > Le tube forme une boucle à convexité droite
- > NB : Si la boucle à une convexité gauche : anomalie du situs dextrocardie (avec atteinte des autres organes)
- > Le tube subit ensuite une rotation selon l'axe céphalo-caudal (convergence).
- > Il en résulte que le pôle veineux occupe une position dorsale céphalique alors que le pôle artério-ventriculaire se place au niveau ventral.



### VIII) CLOISONNEMENT :

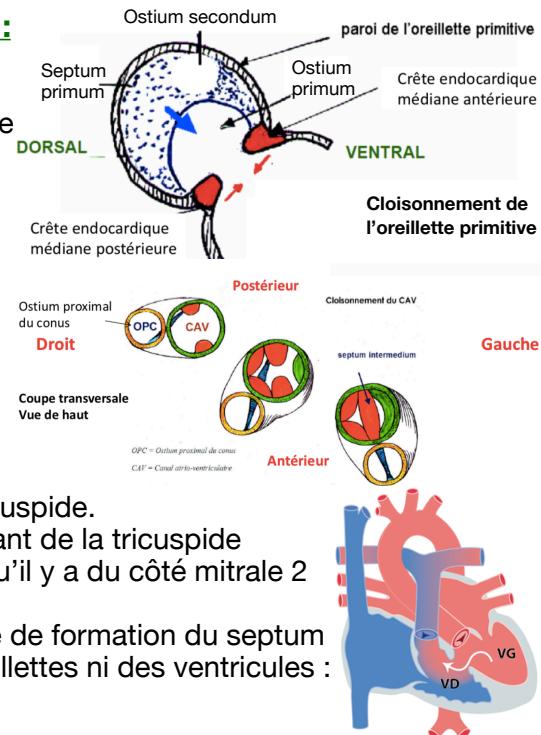
#### A) Le sinus veineux :

- > C'est le pôle veineux du cœur. Il permet l'abouchement du :
- Réseau veineux cardinal avec les veines cardinales ant et post qui se réunissent pour former les canaux de Cuvier qui vont eux-mêmes se jeter sur le côté du sinus veineux.
- Les 2 réseaux extraembryonnaires : Le réseau vitellin avec les 2 veines vitellines et le réseau ombralical avec les 2 veines ombilicales.
- > Le sinus veineux s'incorpore à la paroi post de l'oreillette primitive et va constituer une partie de la future paroi post des oreillettes ce qui va modifier tous les retours veineux (qui sont systémiques).
- > L'essentiel de ce retour veineux systémique va s'effectuer du côté droit. Il persistera donc uniquement :
  - Une VCS qui dérive de la veine cardinale ant droite et qui va par conséquent se jeter dans l'oreillette primitive du côté droit.
  - Une VCI qui dérive de la veine vitelline droite.
- > Toute la partie gauche du sinus veineux va régresser et sera récupérée par le réseau coronaire
- > Les veines du réseau coronaire sont toutes redrainées par le sinus coronaire qui est en fait le reliquat de la veine cardinale ant et du sinus veineux gauche qui va lui aussi se jeter dans l'oreillette droite à l'arrivée de la VCI
- > Les veines pulmonaires vont se former de novo et vont drainer le réseau pulmonaire. Au départ ces dernières n'existaient pas. Elles naissent à partir de la partie post de l'oreillette primitive.



#### B) Le canal atrio-ventriculaire = auriculo-ventriculaire :

- > Son cloisonnement correspond à des crêtes ou bourrelets endocardiques médianes et sur les côtés.
- > Les 2 crêtes médianes vont migrer, pousser l'une vers l'autre et vont finir par fusionner pour constituer un septum médian appelé septum intermedium.
- > Les crêtes endocardiques médianes et sur les côtés.
- > Les 2 crêtes médianes : septum intermedium.
- > Ce dernier va séparer de façon équitable le canal atrio-ventriculaire en 2, c'est ainsi qu'il y a délamination d'un flux unique en 2 flux identiques.
- > Le septum intermedium va donner naissance aussi, de part et d'autre dans chaque ventricule, aux valves septales auriculo-ventriculaires.
- > La valve septale du côté gauche sera la grande mitrale
- > La valve septale du côté droit sera la valve septale de la tricuspidate.
- > Les 2 autres bourgeons à droite donneront la valve post et ant de la tricuspidate
- > A gauche, le bourgeon donnera la mitrale, c'est pour cela qu'il y a du côté mitrale 2 valves tandis qu'il y en a 3 du côté tricuspidate.
- > Anomalie du canal auriculo-ventriculaire commun : absence de formation du septum intermedium ne permet pas le cloisonnement complet des oreillettes ni des ventricules :
  - Communication inter-auriculaire
  - Communication inter-ventriculaire
  - Valve auriculo-ventriculaire unique
- > La plus fréquente des anomalies associée au syndrome de Down

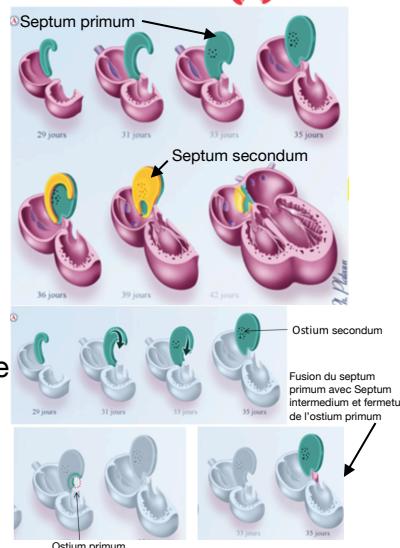


#### C) L'oreillette primitive :

- > Le cloisonnement de l'oreillette primitive se fait en 2 étapes:

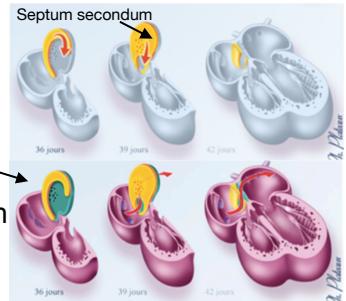
##### 1) Apparition du septum primum :

- > Bourrelet en semi-lune qui progresse en bas et en avant pour former un disque avec un petit orifice : l'ostium primum
- > Cet orifice se ferme lors de la fusion du septum primum avec le septum intermedium (si défaut de fusion : persistance anormale de l'ostium primum)
- > Apparition après d'un orifice : ostium secondum pour permettre au sang de circuler de l'oreillette droite vers la gauche lors de la vie fœtale (apportant du sang oxygéné du placenta vers la gauche où il y a l'aorte pour le distribuer)



## 2) Apparition du septum secundum :

- > Parallèle au premier, il est lui aussi siège d'un orifice : foramen ovale.
- > De cette manière le sang de l'oreillette droite passe à travers le foramen ovale entre les 2 septums ensuite à travers l'ostium secundum pour rejoindre l'oreillette gauche, ventricule gauche ensuite l'aorte.
- > Contrairement à la circulation après la naissance, le sang provenant des veines pulmonaires dans l'oreillette gauche pauvre en O<sub>2</sub> et de faible pression

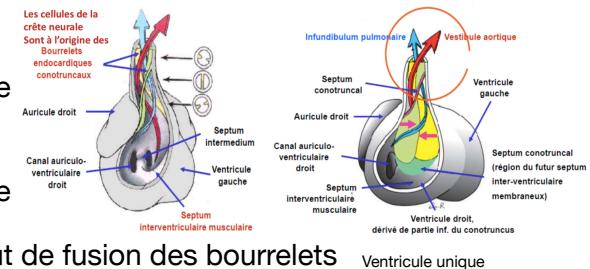


## D) Le ventricule primitif :

- > Va être cloisonné en septum musculaire puis en septum membraneux
- > La migration du conus permet l'alignement du septum ventriculaire avec l'ostium du conus et le canal atrio-ventriculaire égalisation des flux entre la droite et la gauche
- > Le septum musculaire progresse pour fusionner avec le septum membraneux interventriculaire qui provient du septum cono-truncal

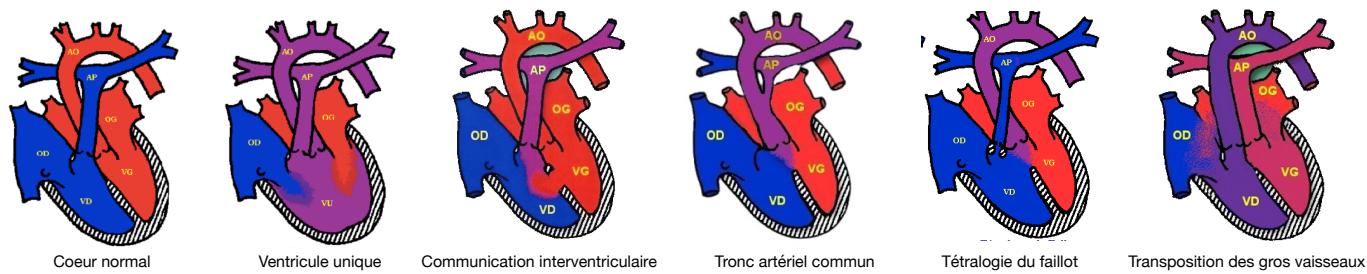
## E) Le cloisonnement cono-truncal :

- > Formation du septum conotruncal ou aortico-pulmonaire



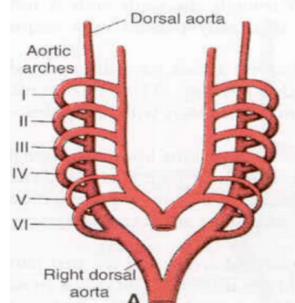
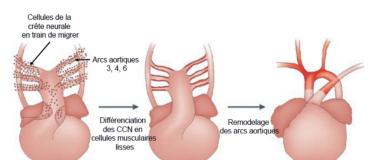
## F) Anomalies de cloisonnement :

- > Ventricule unique : absence de septum inter-ventriculaire musculaire et membraneux
- > Communication inter-ventriculaire membraneuse : défaut de fusion des bourrelets conotruncaux avec le septum musculaire
- > Tronc artériel commun : Absence de cloisonnement cono-truncal en conséquent absence de septum membraneux interventriculaire
- > Tétralogie du Fallot : Septum cono-truncal décalé (calibre inégale) : Inégalité des flux, Artère pulmonaire de petit calibre : Sténose pulmonaire, défaut de fusion du septum musculaire et du septum cono-truncal (ou aortico-pulmonaire), Absence de formation du septum membraneux ventriculaire : communication interventriculaire
- > Transposition des gros vaisseaux : Défaut de spiralisation du septum cono-truncal, l'aorte draine le ventricule droit et l'artère pulmonaire draine le gauche.



## IX) Evolution des arcs aortiques :

- > Les cellules des crêtes neurales forme la paroi des arcs aortique
- > Expériences d'ablation :
  - Totale : absence de septation de la voie d'éjection : tronc artériel commun
  - Partielle : malalignement au niveau du connus
  - Toujours anomalies des arcs aortiques
- > Homme : Di George (microdélétion)
- > Disparition du 1er, 2ème et 5ème arc
- > Le 3ème arc : carotides communes
- > Le 4ème arc : l'arc aortique à gauche et l'artère sous clavière à droite
- > Le 6ème arc : artères pulmonaires droite et gauche
- > L'artère sous clavière gauche nait d'une 7ème branche de l'aorte dorsale gauche
- > Les artères coronaires ne naissent pas de l'aorte mais de l'épicarde
  - Domaine sous aortique attractif
  - Domaine sous pulmonaire répulsif
  - Gène Tbx1
  - Effet attractif du domaine sous aortique sur les bourgeons coronaires et effet contraire répulsif du domaine sous pulmonaire (les coronaires se branchent sur l'aorte)



## X) Particularités du système vasculaire fœtal :

-> La veine ombilicale apporte du sang oxygéné du placenta vers la VCI puis l'oreillette droite :

- Une partie vers le ventricule droit puis l'artère pulmonaire :

- Vers les poumons

- Vers l'aorte à travers le canal artériel

- Une partie vers l'oreillette gauche, (à travers le foramen ovale puis l'ostium secundum), le ventricule gauche puis l'aorte.

-> La particularité du système artériel foetal : canal artériel

-> Maintien du canal artériel :

- Prostaglandines (vasodilatateurs) : produites par le placenta et le canal artériel

- PaO<sub>2</sub>: 18mmHg

- > Après la naissance : fermeture de la veine ombilicale, du septum interauriculaire, et du canal artériel.

- > Fermeture du foramen oval inter-auriculaire : pression plus élevée à gauche

- > Fermeture du canal artériel :

- Baisse des prostaglandines

- Augmentation de la PaO<sub>2</sub> à 80-100mmHg

- Baisse de la pression du canal

