

La quatrième semaine du développement embryonnaire

I- Généralités

La quatrième semaine du développement est marquée par **deux grands phénomènes** :

A- la délimitation de l'embryon : qui transforme **le disque embryonnaire tridermique** en une **forme tubulaire** grâce à une plicature qui intervient à la fois dans le sens transversal et dans le sens longitudinal.

B- le début de l'organogenèse : marqué par l'apparition, à partir de chacun des trois feuillets embryonnaires, des ébauches des organes. Par la suite, la période embryonnaire s'étalera jusqu'à la **8ème semaine**. Ainsi, à la fin du deuxième mois, les principales formes extérieures sont reconnaissables.

❖ Principaux dérivés des feuillets embryonnaires :

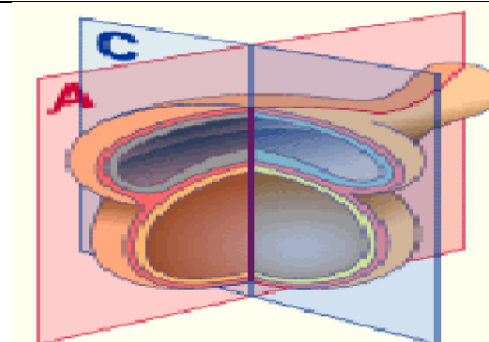
ECTOBLASTE :	MESOBLASTE:	ENDOBLASTE :
<ul style="list-style-type: none"> - Système nerveux central - Système nerveux périphérique - Epithélium sensoriel - Hypophyse - Epiderme, phanères - Glandes sous-cutanées - Glande mammaire - Email des dents - Médullo-surrénale 	<ul style="list-style-type: none"> - Squelette (os, cartilage) - Tissu conjonctif - Muscles (striés, lisses) - Système cardio-vasculaire et lymphatique, cellules sanguines - Reins, voies urinaires hautes - Appareil génital (gonades, voies génitales) - Péricarde, plèvre, péritoine - Rate - Cortico-surrénale 	<ul style="list-style-type: none"> - Tube digestif (épithélium) - Foie, pancréas - Appareil respiratoire (épithélium) - Oreille moyenne, trompe d'Eustache - Thyroïde, parathyroïdes (parenchyme) - Thymus, amygdales (parenchyme) - Vessie, urètre (épithélium)

II- Délimitation de l'embryon

Elle va transformer le disque embryonnaire en un embryon préfigurant la **morphologie humaine définitive**.

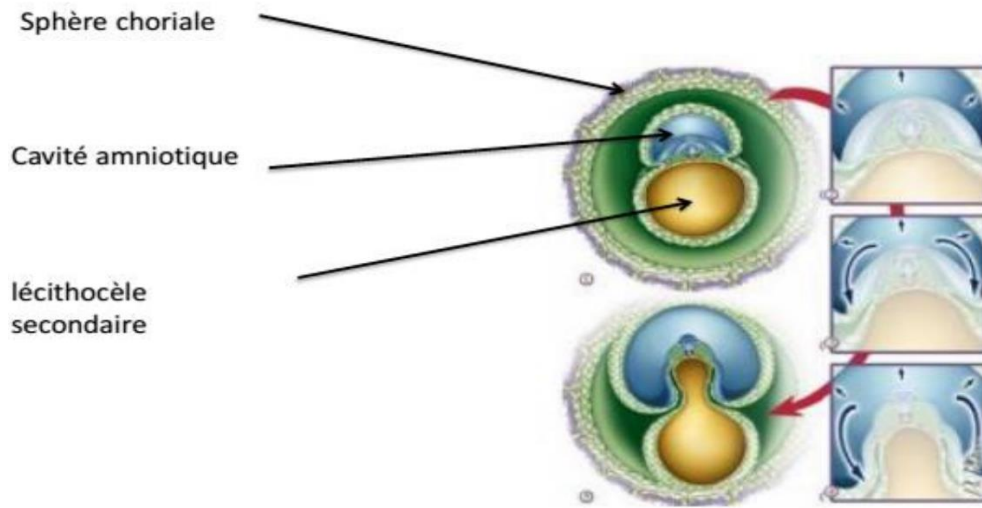
Dans le **sens transversal** (plan C).

Dans **le sens longitudinal** (plan A).



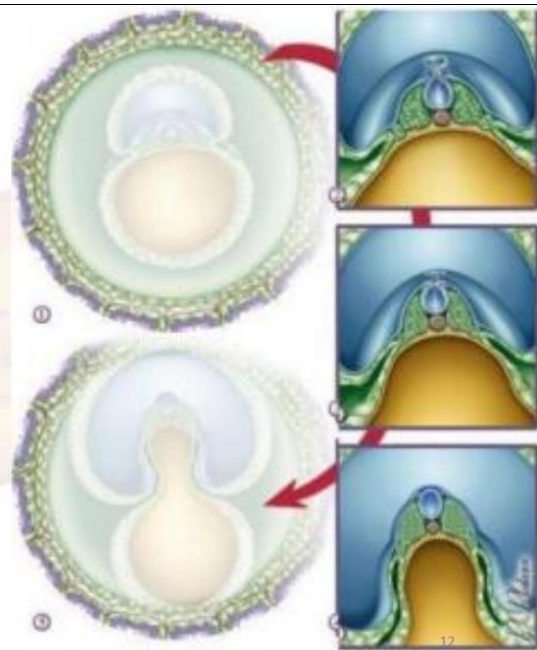
1- Dans le sens transversal : La délimitation est la résultante de deux phénomènes opposés:

- le développement très rapide de la cavité amniotique couplé à la stagnation du lécithocèle secondaire (II).
- le développement lent de la sphère chorale.



le développement lent de la sphère chorale obligeant l'ensemble de l'embryon et de ses annexes qui se développent activement (cavité amniotique +++), à se replier sur eux-mêmes.

Ainsi, les bords du disque embryonnaire sont repoussés vers la face ventrale de l'embryon.



Cet enroulement latéral détermine la délimitation transversale de l'embryon, caractérisée par les événements suivants :

- Les deux bords se rejoignent sur la ligne médiane. L'embryon est alors entièrement cerné par l'épiblaste.

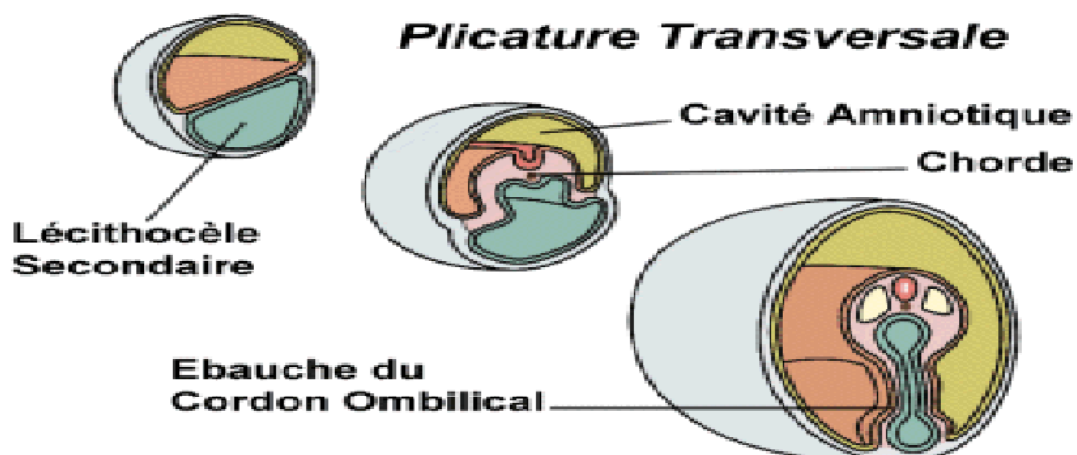
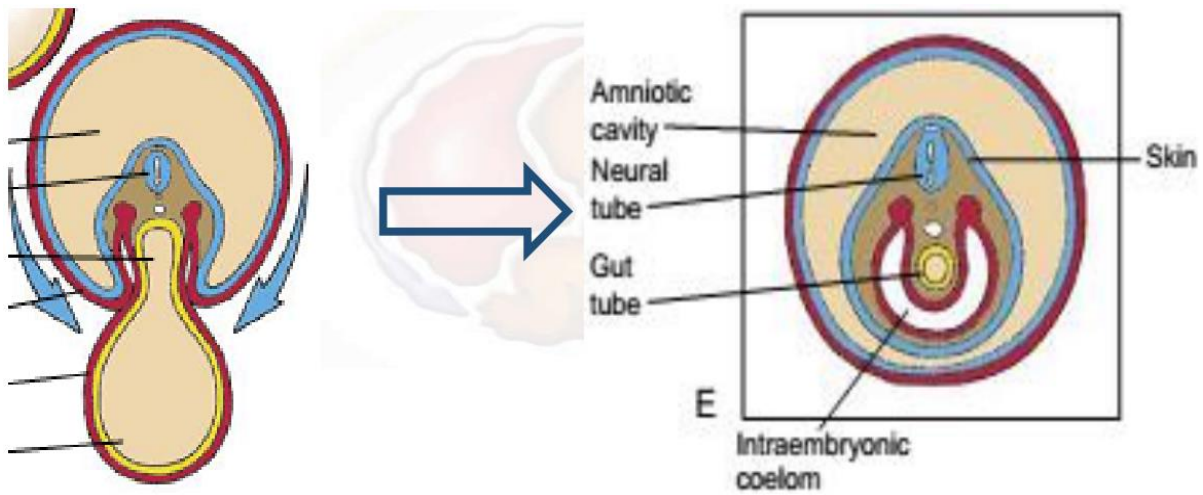


Fig. : Plicature transversale

- les éléments du mésoblaste somatique et splanchnique (lames dérivées du mésoblaste latéral) se soudent sur la ligne médiane isolant le coelome intra embryonnaire du coelome extra-embryonnaire.

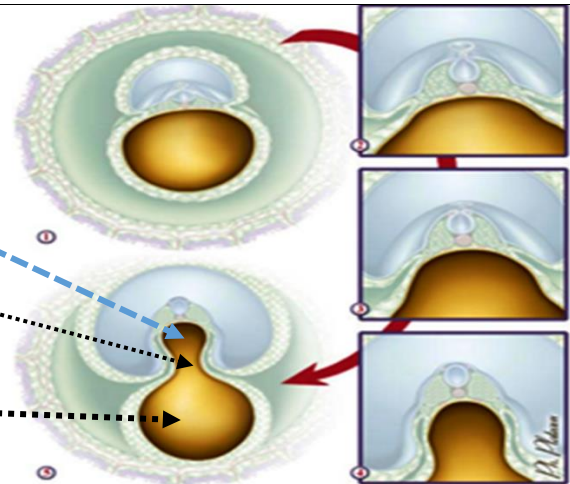


- le lécithocèle secondaire ou vésicule vitelline s'étrangle progressivement, donnant naissance à trois régions :

* **l'intestin primitif** : naît par tabulation à partir du toit du Lécithocèle.

* **le canal vitellin** : canal étroit traversant la face ventrale de l'embryon dans une zone appelée la région ombilicale.

* **la vésicule ombilicale**.

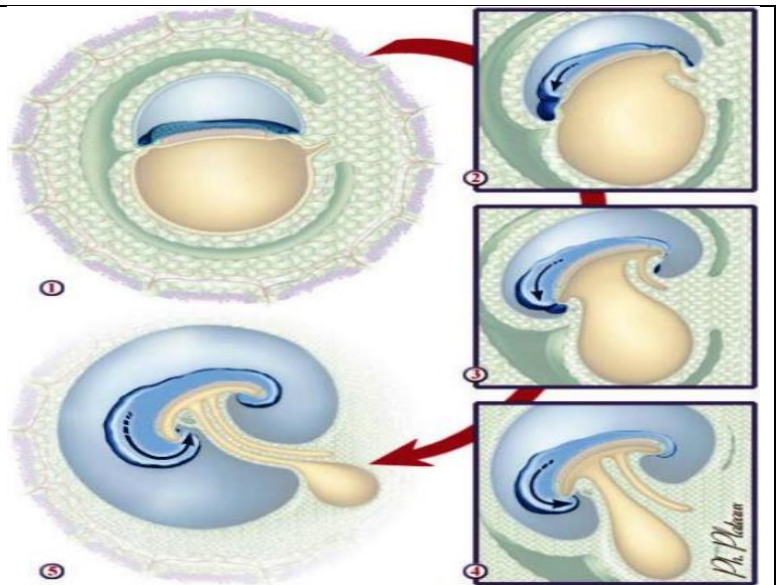


2- Dans le sens longitudinal:

Deux phénomènes superposables vont intervenir :

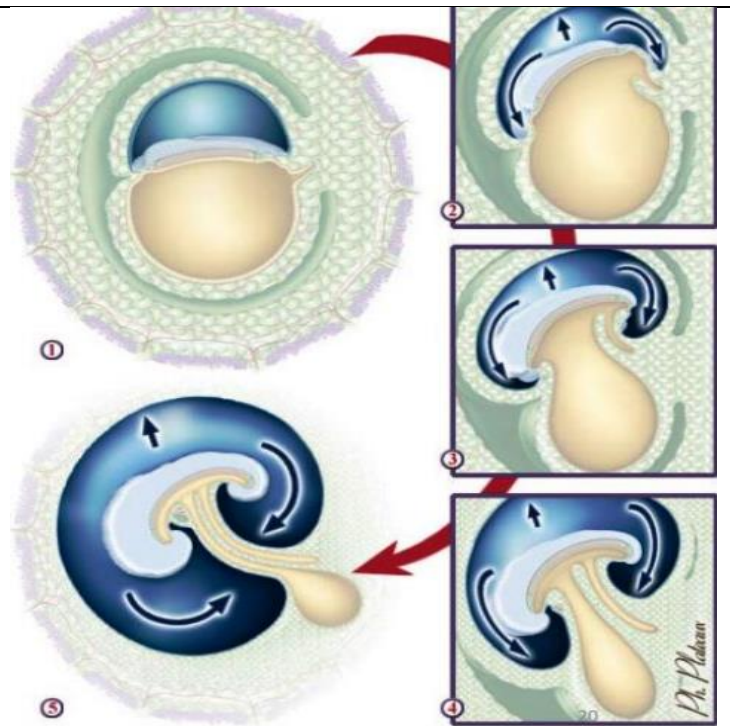
- la prolifération très rapide du neuro-ectoblaste dans la région crâniale de l'embryon.
- la poussée de la cavité amniotique détermine un repli de la région caudale.

La prolifération très rapide du **neuro-ectoblaste** dans la **région crâniale** de l'embryon entraîne une **rotation** de toute l'extrémité **crâniale** qui bascule de **180°** autour d'un point fictif **plongeant** ainsi sous la **face ventrale**.

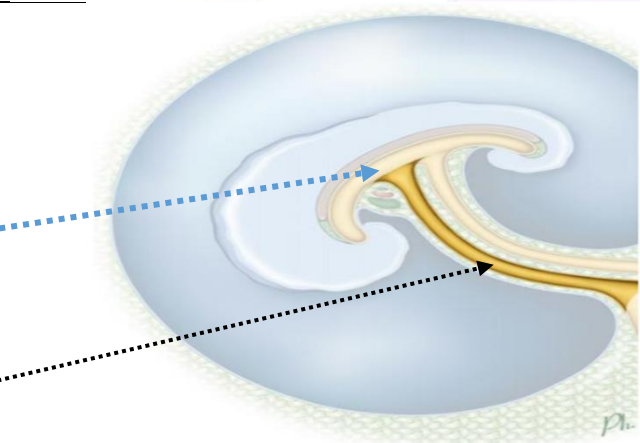


La poussée de la cavité amniotique détermine un repli de la région caudale.

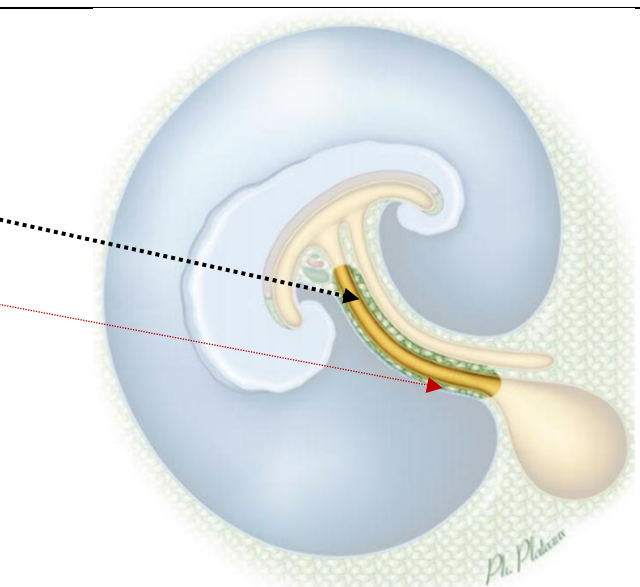
Ces deux poussées contribuent à rapprocher les régions crâniale et caudale de l'embryon (plicature céphalo-caudale) : l'embryon est ainsi délimité dans le sens longitudinal.



Au final, quand la délimitation est terminée, la région du toit du lécithocèle secondaire constitue par tubulation un conduit intra abdominal de nature endoblastique c'est l'intestin primitif, relié au reste du lécithocèle devenue vésicule vitelline par un canal étroit le canal vitellin.



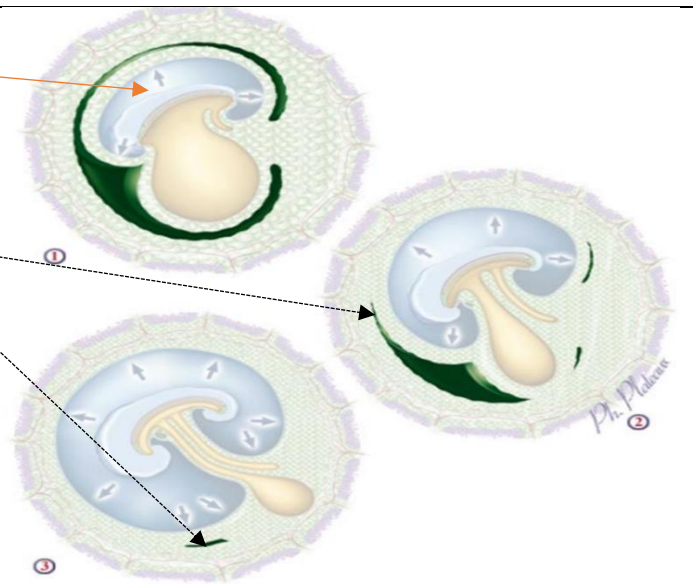
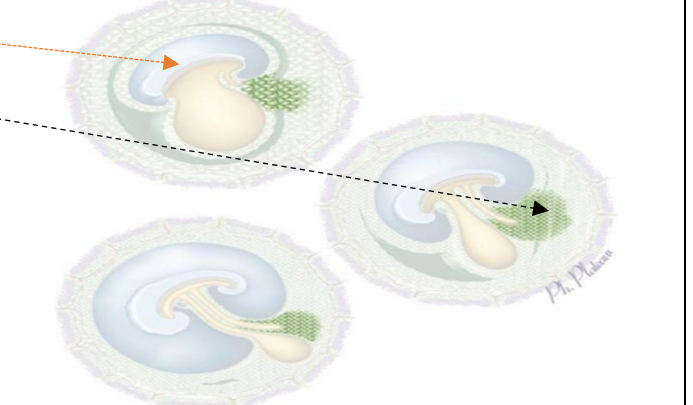
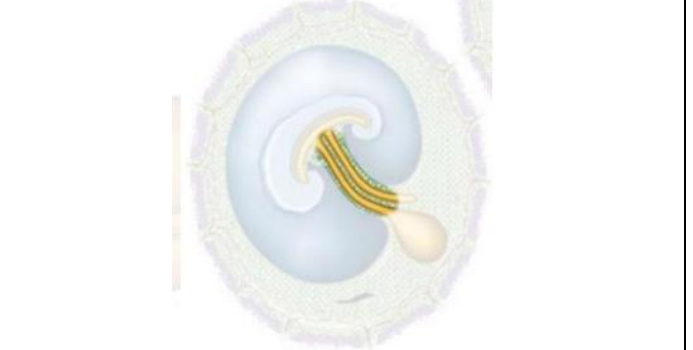
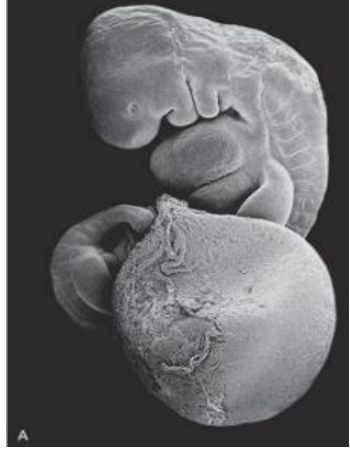
On appelle **pédicule vitelline** l'ensemble constitué par ce canal, la partie du **mésenchyme extra embryonnaire splanchnopleural** qui l'entoure et les vaisseaux vitellins qu'il contient.



III- Formation du cordon ombilical

Elle est déterminée par le développement de la cavité amniotique. En effet :

- 1- l'augmentation du volume de la cavité amniotique.
- 2- en même temps, l'expansion de la cavité amniotique.

<p>l'augmentation du volume de la cavité amniotique :</p> <p>repousse vers la sphère chorale le</p> <p>mésenchyme extra-embryonnaire somatopleural et</p> <p>tend à effacer le coelome extra-embryonnaire.</p>	
<p>en même temps, l'expansion de la cavité amniotique</p> <p>plaque progressivement le pédicule embryonnaire</p> <p>contre la région ombilicale.</p>	
<p>C'est ainsi que se constitue le cordon ombilical, zone étranglée, entièrement cernée par l'amnios, où passent à la fois le canal vitellin, le canal allantoïde et les éléments du pédicule embryonnaire. Ce cordon relie l'embryon à la sphère chorale.</p>	
<p>En résumé</p> <p>Les trois conséquences fondamentales de la délimitation sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> * la fermeture de l'embryon, cerné par l'épiblaste; * la formation de l'intestin primitif à partir du lécihocèle secondaire; * la formation du cordon ombilical. 	 <p>Fig : Embryon a la fin de la 4^{ème} semaine de développement</p>

IV- Formation des ébauches des organes

En même temps que se produit la délimitation de l'embryon, on assiste au début de l'organogenèse : chacun des trois feuillets évolue et donne ses principaux dérivés.

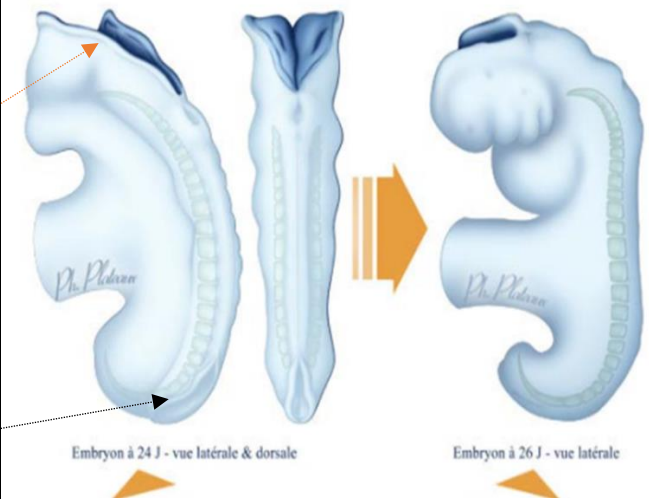
1. Neuro-ectoblaste et Epiblaste

A- Le tube neural

A ce stade, le tube neural est ouvert à ses deux extrémités dans la cavité amniotique. Ces deux ouvertures s'appellent les neuropores :

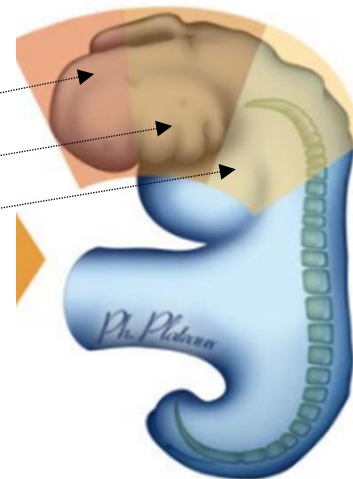
*le neuropore antérieur se ferme à J25- J26;

*le neuropore postérieur se ferme à J28.



Le système nerveux prend alors la forme d'un tube creux (future moelle épinière) avec une extrémité crâniale plus large (futur cerveau). Cette dernière présente, à la fin de la quatrième semaine, trois zones dilatées :

- le prosencéphale;
- le mésencéphale;
- le rhombencéphale.



Le prosencéphale

Télencéphale (hémisphères cérébraux)
Diencephale (voies optiques, hypothalamus, hypophyse)

Le mésencéphale

Cerveau moyen (Le mésencéphale : réflexes auditifs et influx visuels)

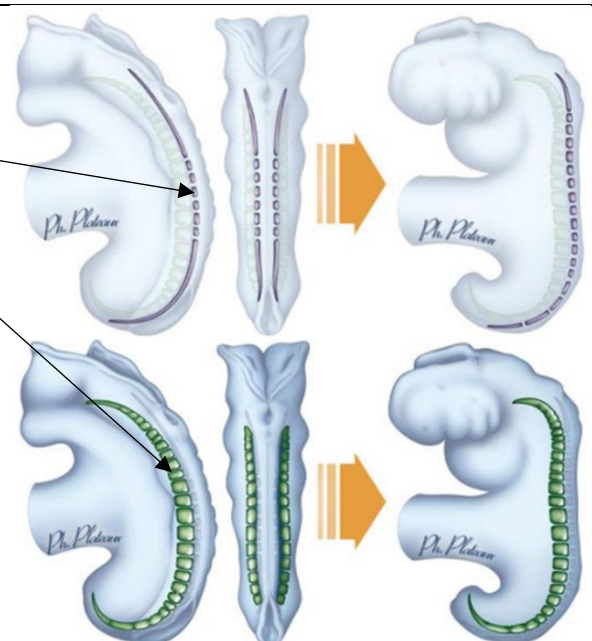
Le rhombencéphale

Métencéphale (cervelet)
Myélencéphale (bulbe rachidien)

B- Crêtes neurales

Les cellules des **crêtes neurales** se détachent, au moment de la fermeture du tube neural.

En même temps que se produit la **segmentation du mésoblaste para-axial**, les crêtes neurales se fragmentent en de petits amas disposés sur le même plan transversal que les somites, **les futurs ganglions rachidiens**. Elles donnent aussi les **cellules médullaires de la surrénale**.

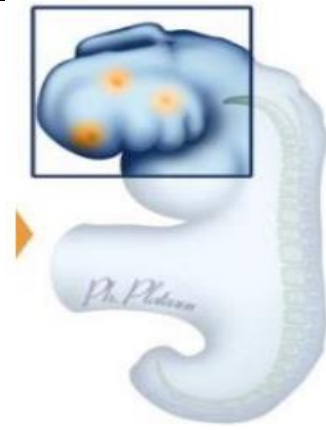


C- Epiblaste

Il se modifie peu au cours de la quatrième semaine.

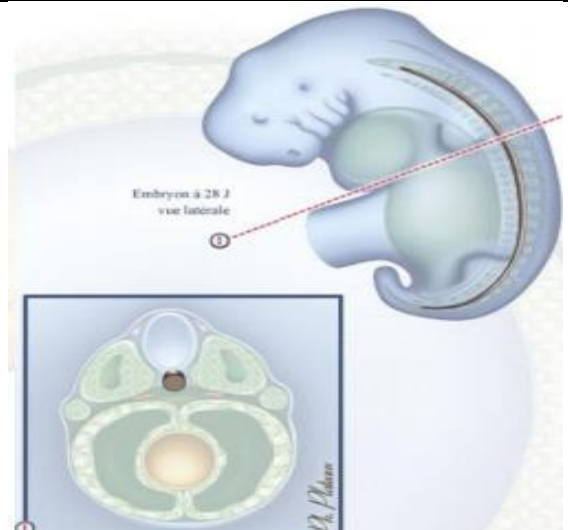
Néanmoins, il y apparaît (au niveau de l'extrémité céphalique de l'embryon), des zones de différenciation correspondant aux ébauches des organes sensoriels :

- *les **placodes otiques** (à l'origine du labyrinthe membraneux de l'oreille interne);
- *les **placodes optiques** (ou cristalliniennes).

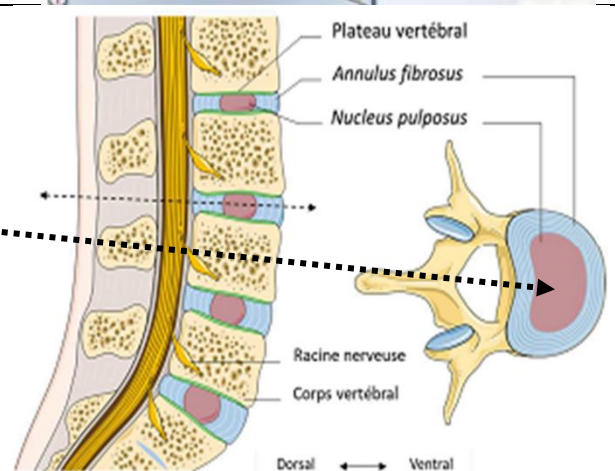


2- Chordo-mésoblaste :

A-La chorde: Formé à la 3^{ème} semaine, elle constitue l'ébauche du squelette axial de l'embryon. Pendant la 4^{ème} semaine, elle pénètre dans l'extrémité caudale de l'embryon; au niveau de l'extrémité crâniale elle reste à distance de la membrane pharyngienne.



Ensuite la chorde disparaît presque totalement et ne persiste qu'au niveau des disques intervertébraux, sous forme d'un reliquat, le **nucléus pulposus** (région centrale du disque intervertébral).



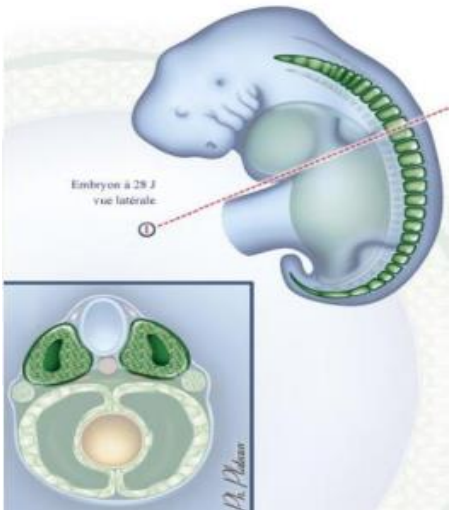
B- Le mésoblaste

Il est constitué depuis la troisième semaine de **trois zones** cordales orientées longitudinalement de chaque côté de **l'axe chordal** :

- Le mésoblaste para-axial.
- Le mésoblaste intermédiaire.
- Le mésoblaste latéral.

a) Le mésoblaste para-axial

Il continue sa segmentation en **somites**, disposés par **paires** de part et d'autre du tube neural et de la chorde.



Cette segmentation, appelée **métamérisation**, contribue à **diviser** l'embryon en étages superposés, bien visibles au niveau du tronc.

Chaque étage ou métamère est constitué :

- *De la paire de somites et ses dérivés.
- *Des structures voisines situées dans le même plan transversal.

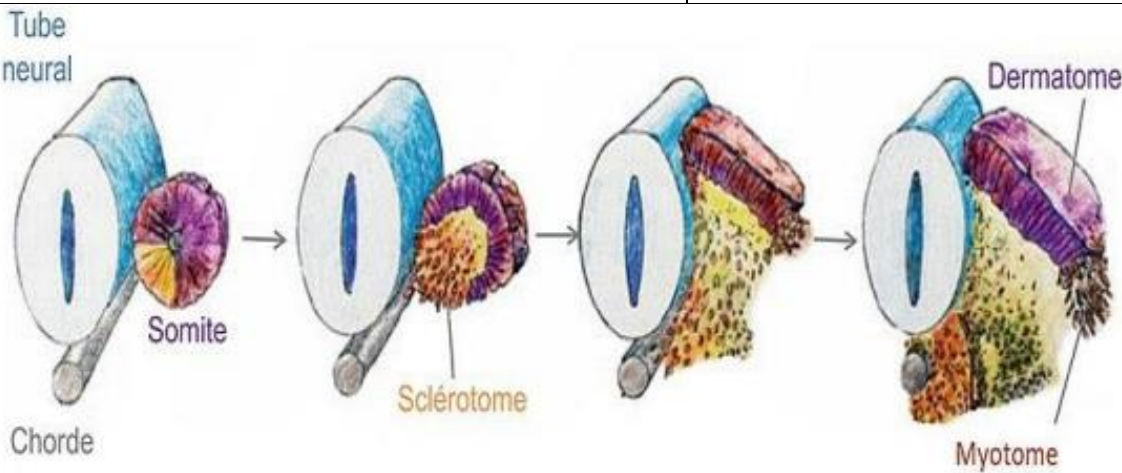
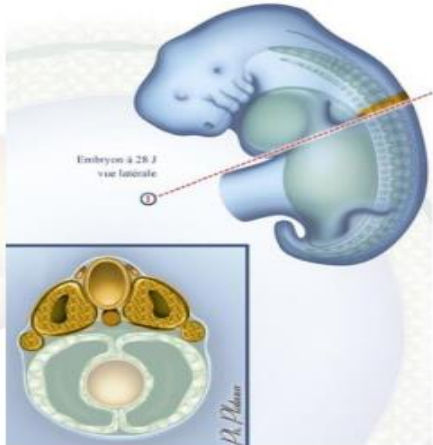


Fig.: Différenciation des somites en dermatome, sclérotome et myotome.

Notons que chaque somite correspond à un massif de cellules épithélioïdes :

Sclérotome	Elles peuvent ainsi donner des fibroblastes, des chondroblastes, des ostéoblastes.	
Dermomyotome	Myotome	À l'origine des éléments musculaires du métamère.
	Dermatome	à l'origine du derme et des tissus sous-cutanés.

A J30, il y a environ 30 paires de somites mais la métamérisation se poursuivra jusqu'à J40 pour atteindre (depuis l'extrémité céphalique jusqu'à l'extrémité caudale) 42 à 44 paires de somites, se répartissant comme suit :

- *3 à 4 paires occipitales (transitoires et mal individualisées).
- *8 paires cervicales.
- *12 paires dorsales.
- *5 paires lombaires.
- *5 paires sacrées.
- *8 à 12 paires coccygiennes.

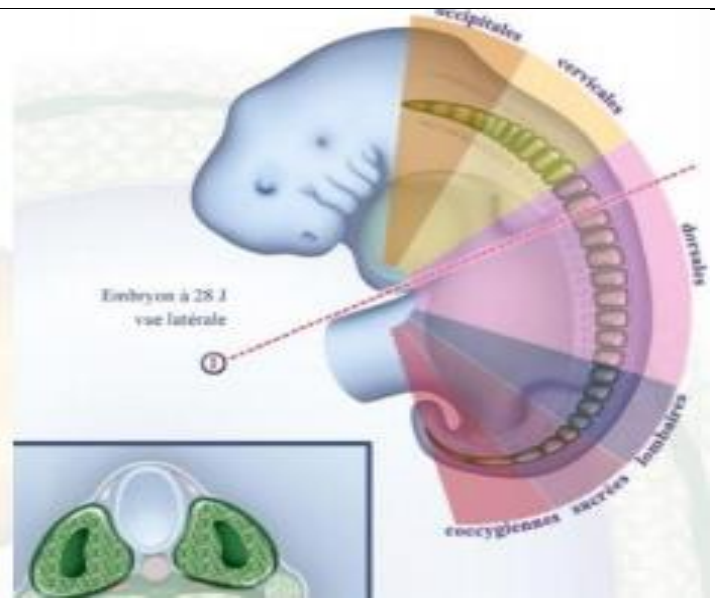
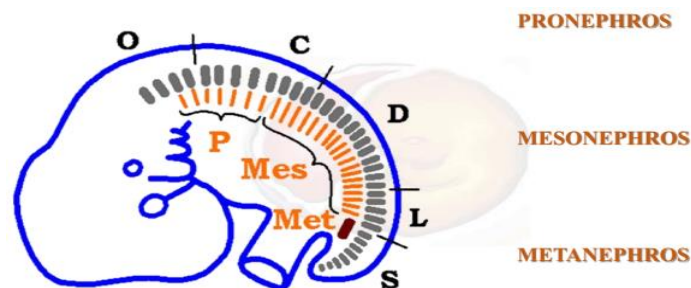


Fig. : Les somites

b) Le mésoblaste intermédiaire:



PRONEPHROS	Régresse.
MESONEPHROS	Canal de Wolff qui participe à la formation des voies urinaires et des voies génitales mâles.
METANEPHROS	Ebauche du rein définitif.

c) le mésoblaste latéral :

Il ne se segmente pas mais se clive (dévisse) dès la fin de la troisième semaine en deux lames, splanchnopleurale et somatopleurale, qui bordent au moment de la délimitation de l'embryon, le coelome interne (intra-embryonnaire) correspond :

- * Dans la partie moyenne et caudale, à la cavité pleuro-péritonéale.
- * Autour de l'ébauche cardiaque, à la cavité péricardique.

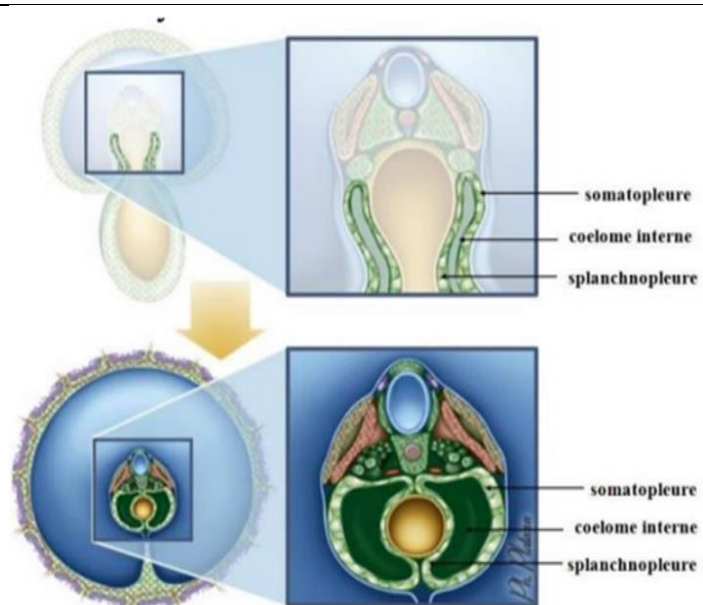


Fig : le mésoblaste latéral

Au cours de la quatrième semaine, au niveau de certains métamères, des cellules du mésoblaste somatopleural migrent latéralement et soulèvent l'épiblaste pour constituer les bourgeons des membres :

* Vers J26, au niveau des derniers métamères cervicaux et des premiers dorsaux : les **bourgeons des membres supérieurs**.

* Vers J28, au niveau des derniers métamères lombaires et des premiers sacrés : les **bourgeons des membres inférieurs**.

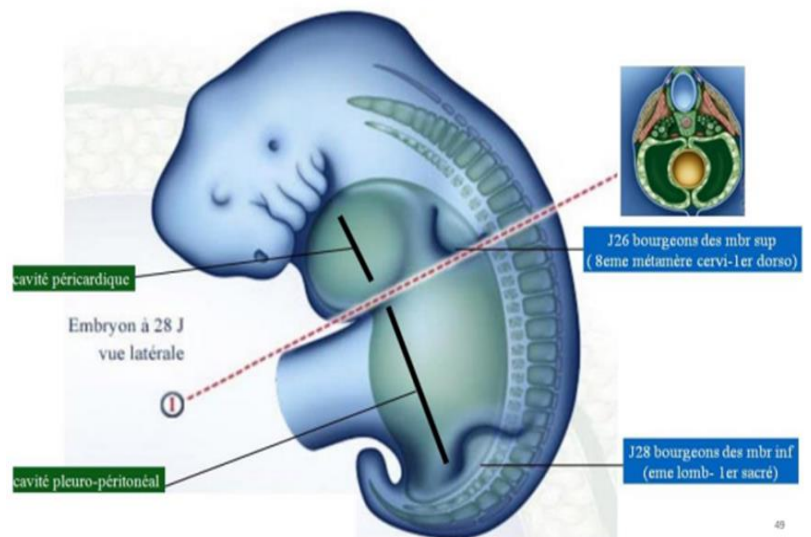


Fig. : la cavité pleuro-péritonéale & la cavité péricardique.
Bourgeons des membres supérieurs & inférieurs

3- Endoblaste

La délimitation de l'embryon isole le plafond du lécithocèle II qui prend alors la forme d'une gouttière à ouverture ventrale, « la gouttière digestive ». A la fin de la délimitation dans le sens transversal, cette gouttière se ferme progressivement et devient le tube digestif primitif au niveau duquel, à la fin de la quatrième semaine, on distingue trois zones:

l'intestin primitif antérieur	qui s'ouvre dans la cavité amniotique à son extrémité crâniale par résorption de la membrane pharyngienne, au 27ème jour .
l'intestin primitif moyen	relié à la vésicule ombilicale ou vitelline par le canal vitellin qui passe par la zone ombilicale.
l'intestin primitif postérieur	dont la partie terminale, le cloaque, est fermée par la membrane cloacale qui se résorbera ultérieurement. La partie ventrale du cloaque reste en communication avec le canal allantoïde résultant d'un allongement du diverticule allantoïdien enfermé dans le cordon ombilical.

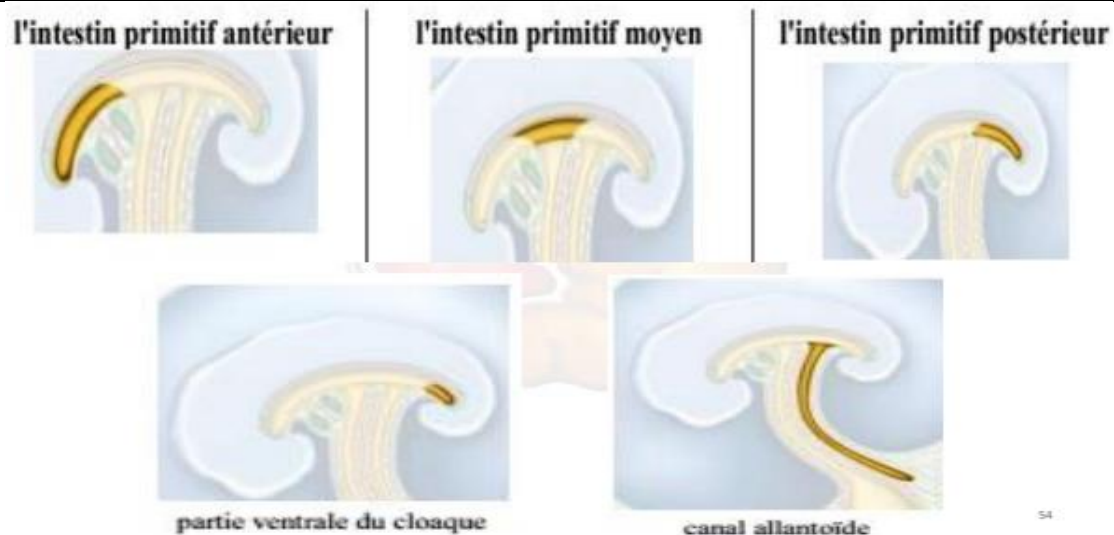
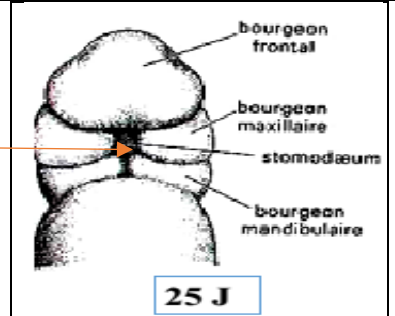


Fig. : l'intestin primitif

4- Formations branchiales « L'appareil branchial » :

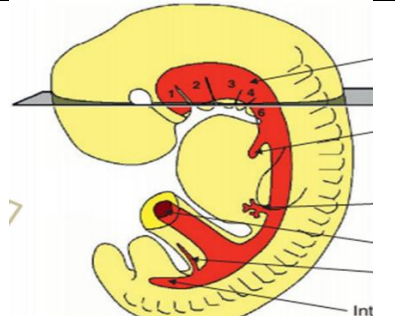
La partie crâniale de l'intestin antérieur, appelée intestin pharyngien s'évase et s'ouvre, au moment de la résorption de la membrane pharyngienne, dans le stomodéum (bordé d'ectoderme et est séparé de l'extrémité antérieure de l'intestin antérieur par la membrane bucco pharyngée). Cet ensemble constitue la future cavité buccale. Les deux premiers arcs sont visibles à partir de J24, le troisième à J26, le quatrième vers J28.



A partir de la 4ème semaine :

Une série de sillons apparaît sur les parois latérales de l'intestin pharyngien : ce sont les poches endoblastiques.

En même temps, sur le versant superficiel de cette région de l'embryon, se développent en regard de ces poches, des replis de l'ectoblaste (l'épiblaste) : les poches ectoblastiques ou branchiales.



Les poches endoblastiques

De formations lymphoïdes, de glandes endocrines.

Les poches ectoblastiques

Le conduit auditif externe, le sinus cervical.

Les dérivés du mésoblaste :

Participent ultérieurement à la formation du squelette de la face et du larynx ; seront à l'origine des muscles de la tête et du cou.

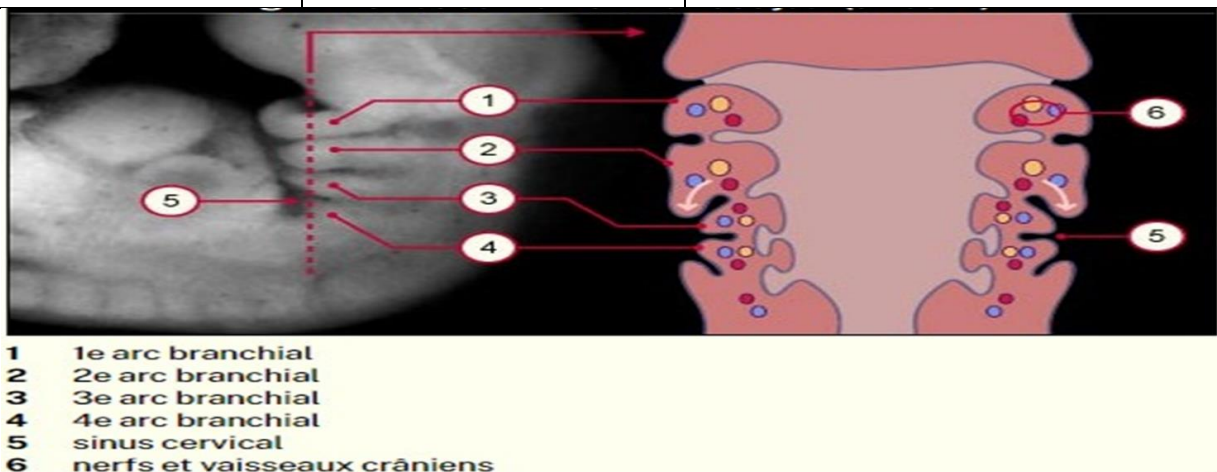


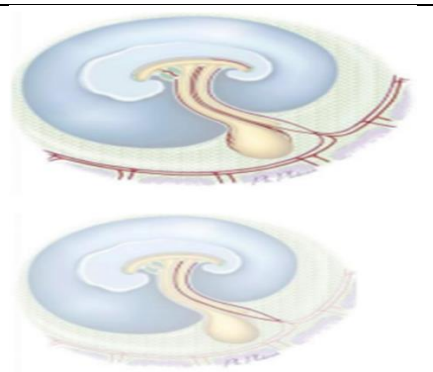
Fig. : L'appareil branchial

5- Evolution du mésenchyme

Pendant la quatrième semaine, l'ensemble du mésenchyme extra-embryonnaire et du mésenchyme intra-embryonnaire (tissu de remplissage) est le siège de la formation des ébauches vasculaires. Toutes ces ébauches vasculaires vont entrer en communication et être à l'origine de la circulation intra- et extra embryonnaire.

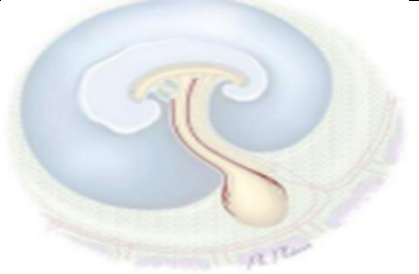
A- Au niveau des villosités choriales, du mésenchyme extra embryonnaire de la sphère chorale et du pédicule embryonnaire :

Les ébauches apparues dès la fin de la troisième semaine deviennent confluentes et sont drainées par des troncs vasculaires, les vaisseaux ombilicaux, passant par le cordon ombilical pour rejoindre les vaisseaux qui se constituent dans le mésenchyme intra-embryonnaire et qui forment le réseau vasculaire intra-embryonnaire.



B- Autour de la vésicule vitelline :

Il se forme un second réseau : le réseau vasculaire vitellin qui se draine par deux gros troncs : les vaisseaux vitellins qui passent également par le cordon ombilical.



3) Au niveau du mésenchyme intra-embryonnaire :

Outre les arcs aortiques, les premiers troncs bien individualisés sont les aortes primitives droite et gauche.



4) En avant de la membrane pharyngienne

La zone cardiogène est également le siège de la formation d'ébauches vasculaires sous la forme de deux tubes, les tubes endocardiques qui vont se rapprocher pour fusionner sur la ligne médiane, constituant ainsi un tube cardiaque impair entouré par une zone dense splanchnopleurale, elle-même circonscrite par le coelome intra-embryonnaire (future cavité péricardique).

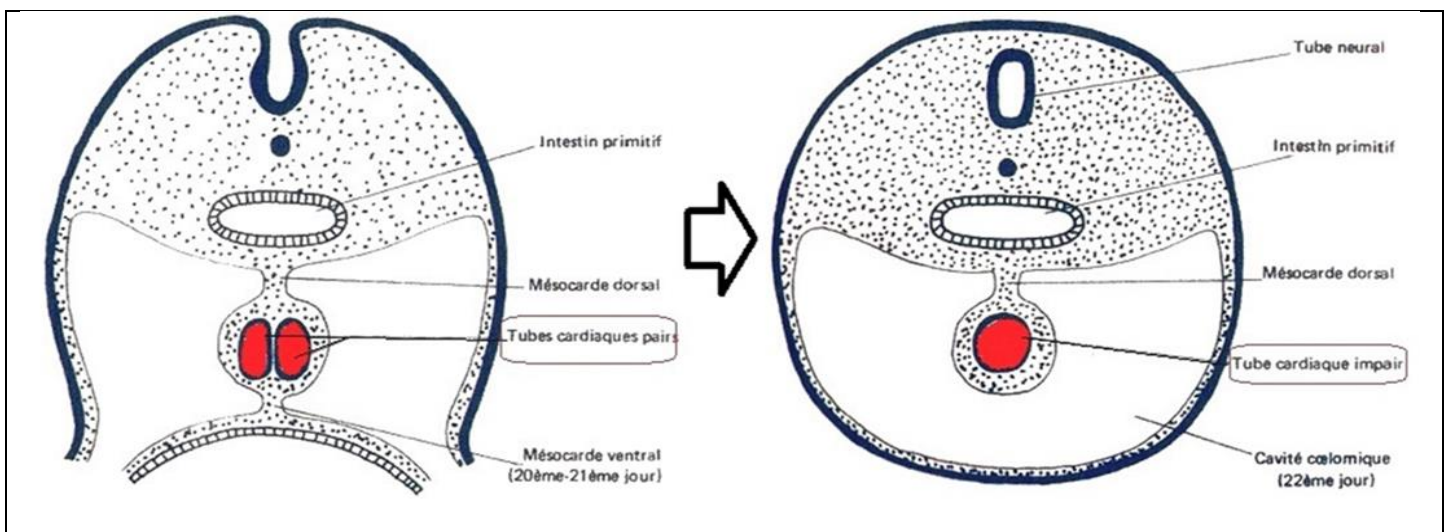


Fig. : Réalisation du tube cardiaque impair.

CONCLUSION :

La 4e semaine du développement embryonnaire marque **le début de l'organogenèse**. L'embryon est désormais **délimité et prend forme**, tandis que toutes les ébauches des différents organes sont constituées. La 4e semaine est une phase très vulnérable du point de vue **tératologique** (à cette période de la vie, l'embryon est exposé au risque de malformations).

Références bibliographiques :

1. Barry Mitchell. AN ILLUSTRATED COLOUR TEXT. second édition. Churchill Livingstone Elsevier. 2009.
2. Collège universitaire et hospitalier des histologistes, embryologistes, cytologistes et cytogénéticiens (CHEC).
3. Gary C. Schoenwolf & al. LARSEN'S HUMAN EMBRYOLOGY - 4E. Churchill Livingstone Elsevier. 2009.
4. Gérard Tachdjian, Sophie Brisset, Anne-Marie Courtot, Damien Schoëvaert, Lucie Tosca. Embryologie et histologie humaines, Elsevier Masson. 2016.
5. TW Sadler, J Langman. Embryologie médicale. Edition Pradel. 2006.