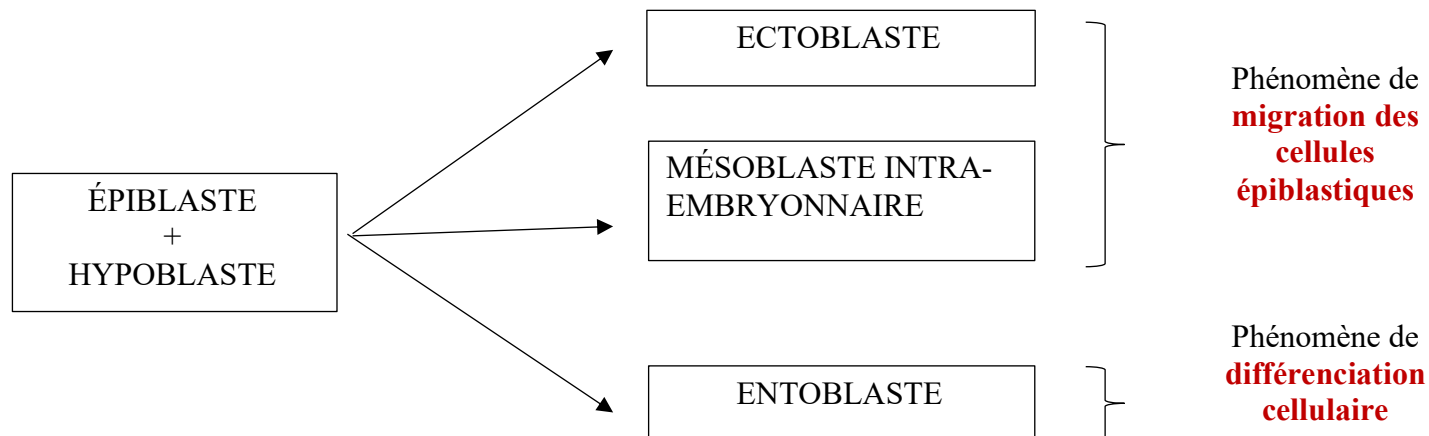




Évolution du mésoblaste

I. INTRODUCTION ET RAPPEL



La gastrulation

C'est un phénomène qui permet la mise en place des **3 feuillets primitifs** de l'embryon à savoir : l'**entoblaste**, le **mésoblaste intra-embryonnaire** et l'**ectoblaste** qui donneront naissance à **l'ensemble des tissus et organes**.

☞ Attention toutefois, **2 régions** du disque embryonnaire restent **didermiques** ! C'est-à-dire **sans** interposition du mésoblaste intra-embryonnaire : il s'agit des **membranes pharyngienne et cloacale** où les feuillets **épiblastique** et **hypoblastique** restent **accolés**.



Point sur l'organogenèse :

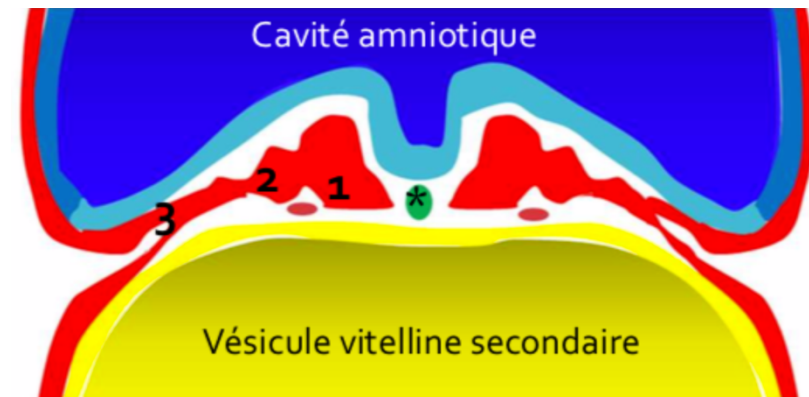
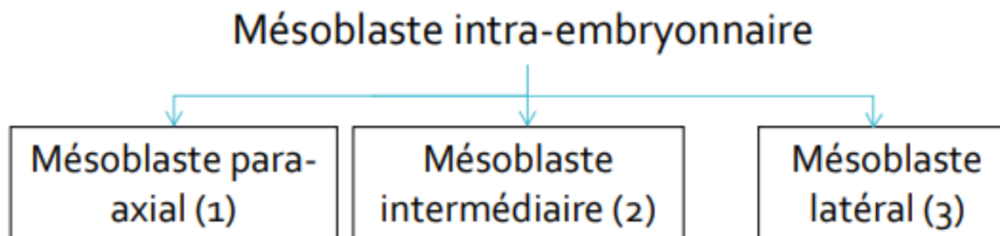
- C'est un *processus de formation des organes et des appareils à partir des constituants cellulaires des feuilletts fondamentaux*.
- Elle a lieu pendant la période **embryonnaire** (après l'étape de la *gastrulation*)
 - ⇒ dès la fin de la 3^{ème} semaine voire le début de la 4^{ème} semaine, et se poursuit jusqu'à la 8^{ème} semaine, (soit à la fin de la période embryonnaire).

Les feuilletts vont se *modifier, se différencier* et donner naissance aux *ébauches des organes et appareil*. Puis, des phénomènes de **croissance** de **remodelage** et de **maturation** des ébauches permettront d'aboutir à un *organe fonctionnel pendant la vie intra-utérine*.

Certains organes déjà fonctionnels chez le fœtus devront ensuite *s'adapter* rapidement à une **autre fonction** au moment de la naissance : c'est le cas de l'*appareil respiratoire* et *cardio-vasculaire*.

I. DIFFÉRENCIATION DU MÉSOBLASTE (J19-J21)

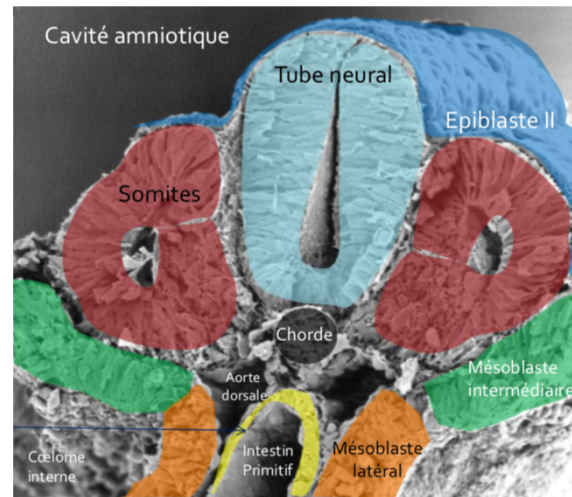
- Réparti dans le disque embryonnaire :
 - De part et d'autre de la **chorde** (*)
 - Entre l'**ectoblaste** et l'**entoblaste**
- **Prolifère** et **se différencie** en 3 cordons *longitudinaux* de chaque côté :





Coupe transversale d'embryon en MEB (microscopie électronique à balayage), et on visualise ses structures les p'tits pots !

- Sa partie **dorsale** est recouvert **d'épiblaste II**.
- L'ectoblaste s'est déjà **différencié** en **neurectoblaste** et **épiblaste II**.
- Le feuillet **ventral** de l'embryon correspond à l'**entoblaste** en partie **internalisé** et formant l'**IP** (= intestin primitif).
- La **chorde**, sous le TN, se forme **avant** celui-ci et c'est elle qui **induit la neurulation**



D'après embryology.med.unsw.edu
Coupe transversale d'embryon en microscopie électronique à balayage,
Stade de carniegie 11, environ 25^{ème} jour / 19 paires de somites

• On peut voir sur cette photographie que le mésoblaste prend des **aspects morphologiques différents** en fonction de sa **localisation par rapport à la chorde** :

- Le **mésoblaste para-axial** creusé d'une cavité
→ il correspond au **somite**
- Le **mésoblaste intermédiaire**
- Le **mésoblaste latéral** plaqué contre le **cœlome interne**.

II. ÉVOLUTION DU MÉSOBLASTE PARA-AXIAL

Les éléments cellulaires du mésoblaste para-axial se répartissent de façon **symétrique** de **chaque côté de la chorde dorsale**, et se segmentent en amas au niveau de **chaque métamère** soulevant l'ectoblaste **autour** de la **zone de fermeture du TN** (observable sur le schéma illustré par deux flèches poussant vers le haut).

Il en résulte la formation :

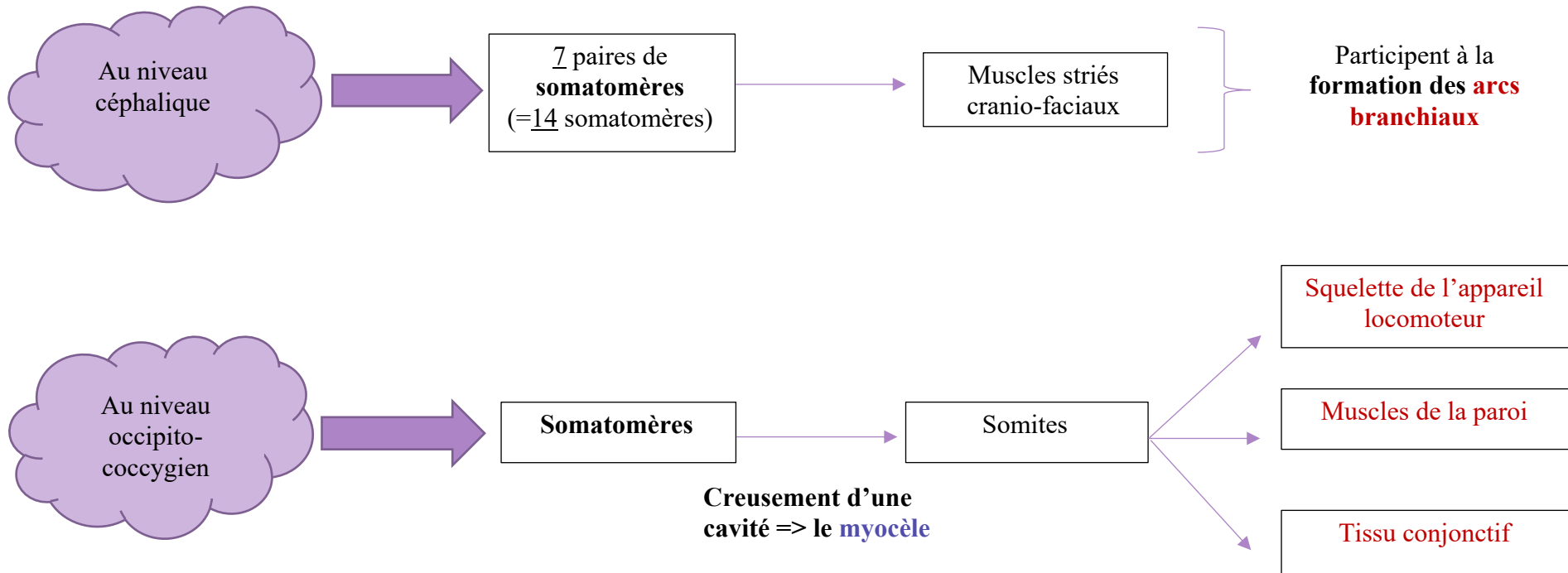
- Des **somatomères** → au niveau **céphalique**
- Des **somites** → au niveau **occipito-coccygien**

En plus de leur localisation ces structures **diffèrent** par la présence d'une **cavité** au niveau des somites
→ Le **myocèle**





A. LES SOMITES ET LA MÉTAMÉRISATION



A partir de la 4^{ème} semaine, l'embryon se segmente en étages superposés ou métamères → c'est la métamérisation. Elle débute dans la région crâniale et progresse vers la région caudale.

Un étage = un métamère = Une paire de somites + ses dérivés + toutes les structures dans le même plan

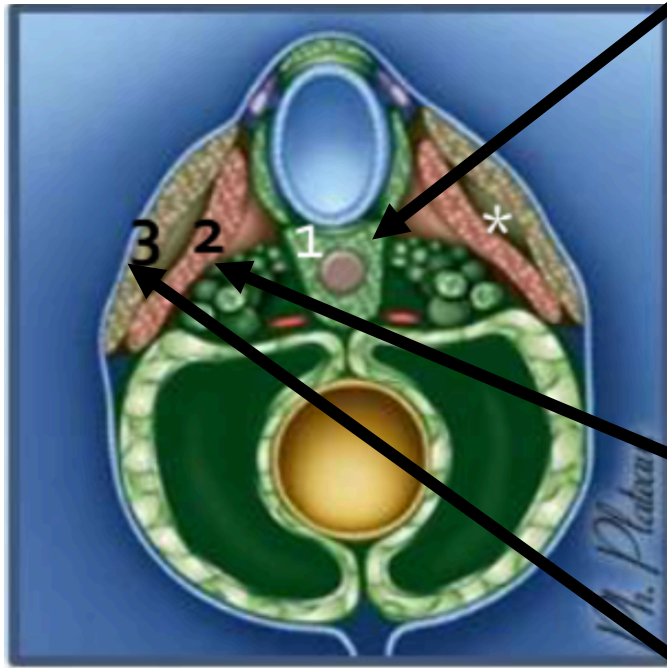
La somitogénèse est un processus :

- **SÉQUENTIEL** : formés les uns après les autres
 - **UNIDIRECTIONNEL** : formation dans un sens cranio-caudal (de l'extrémité crâniale vers l'extrémité caudale) → les + anciens = les + différenciés
 - **SYMÉTRIQUE** : de chaque côté de la corde
- SYNCHRONES** : somites d'un métamère formés en même temps



Par conséquent, les **somites** sont au niveau **occipito-coccygien**. Ce sont des somitomères qui vont se creuser d'une cavité (=le myocèle) pour donner les somites => **ils sont +++ différenciés**.

A partir de la 4^{ème} semaine, après son individualisation **chaque** somite **se différencie** en **plusieurs contingents cellulaires** :

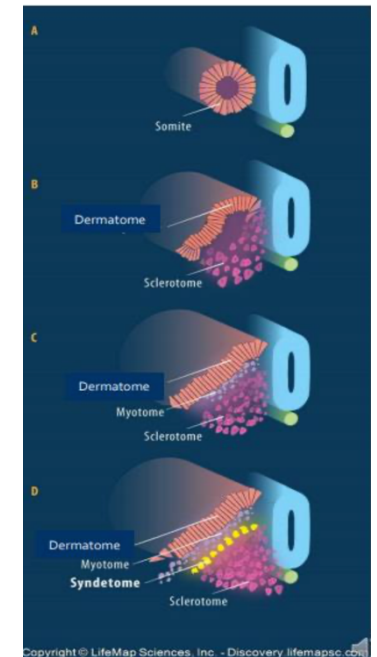


• Le sclérotome (dans la région médio-ventrale) (**1**) :

- Un **tissu conjonctif jeune et polymorphe**
→ participera à la **formation des vertèbres**.
- + Le syndétome
 - appartient au sclérotome
 - territoire récemment identifié
 - **Précurseur des tendons**.

• Le **dermato-myotome**, constitué de **2 zones denses séparées** par le **myocèle (*)** :

- Dans la **zone interne** (2), le **myotome** :
composé de cellules **fusiformes**
- Dans la **zone externe** (3), le **dermatome** :
- situé **sous l'épiblaste II**
- composé de **fibroblastes**
→ Il formera le derme

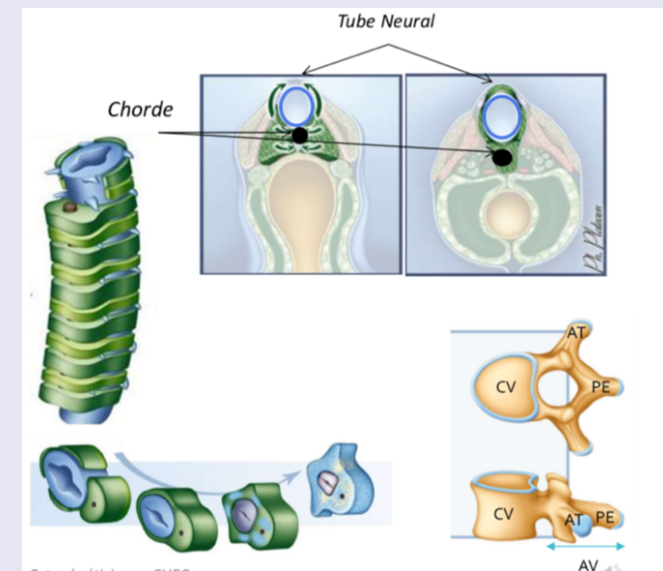




ÉVOLUTION DU SCLÉROTOME

- Situé dans la *région paramédiane*
- formé de *tissu conjonctif jeune*, avec des cellules qui peuvent se différencier en 3 types cellulaires :
 - Des fibroblastes → à l'origine des *ligaments intervertébraux*
 - Des chondroblastes → à l'origine des *disques intervertébraux*
 - Des ostéoblastes → à l'origine des *os des vertèbres*
- les cellules du sclérotome vont migrer :
 - Au niveau de *chaque métamère*
 - Dans la *région axiale*
 - Forment une *colonne mésoblastique dense* centrée sur la *chorde* : constituée de différents *blocs de sclérotomes empilés* les uns sur les autres et séparés par des zones de *mésenchyme peu dense*.
 - *Autour de la *chorde* : elles formeront le *corps vertébral (en avant)*
 - *Autour du tube neural : elles formeront *l'arc vertébral* et le *processus épineux (en arrière)*
 - * Latéralement : elles formeront les *apophyses transverses* et les *côtes*.

→ Ainsi, le *sclérotome* participe à la *formation de la colonne vertébrale et de la cage thoracique*.





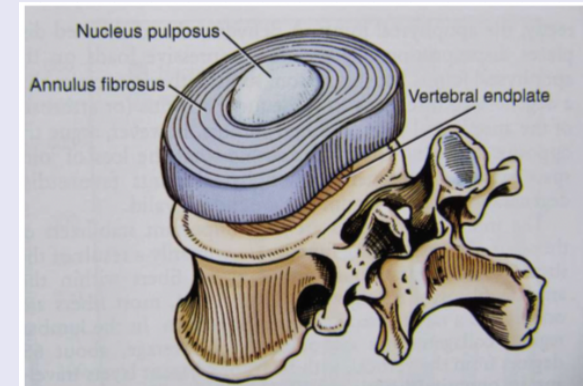
ÉVOLUTION DE LA CHORDE

La chorde (= tissu mésoblastique axial) :

- joue un rôle dans *l'induction des vertèbres* et dans la *détermination des axes de symétrie*
 - *régresse* vers la fin du *2^{ème} mois SAUF* au niveau des *disques intervertébraux*.
- Elle formera ainsi le ***nucléus pulposus***.

♪ Le ***DIV*** (= *véritable amortisseur placé entre 2 vertèbres*) se compose :

- D'une *partie centrale* qui *dérive de la chorde* : le ***nucléus pulposus***.
- D'une *partie périphérique annulaire* qui *dérive du sclérotome* : ***l'annulus fibrosus***.



→ La *chorde* et le *sclérotome* contribuent donc tous deux à la ***formation du DIV***.

ÉVOLUTION DU MYOTOME

- Le ***myotome*** (*myo=> muscle, c'est pas mal à retenir*) est à l'***origine*** du ***tissu musculaire strié squelettique***.
- ***À partir de la 5^{ème} semaine de développement***, les cellules du myotome deviennent des *cellules musculaires souches* appelées les ***myoblastes*** (qui ont un aspect *fusiforme*).



- *Au niveau de chaque métamère*, le myotome s'étire dans le **sens dorso-ventral** et se **différencie** en **2 contingents** :

- 1 contingent dorsal : l'**épimère**, situé **en arrière** des corps vertébraux

→ Il sera à l'**origine** des **muscles axiaux du dos** et **extenseurs du rachis** de la **région thoracique** et **lombaire**.

- 1 contingent ventral : l'**hypomère**, formé de **3 couches concentriques** qui s'étalent dans **toute la paroi ventrale**

→ Il formera les **muscles thoraco-abdominaux et des membres**.

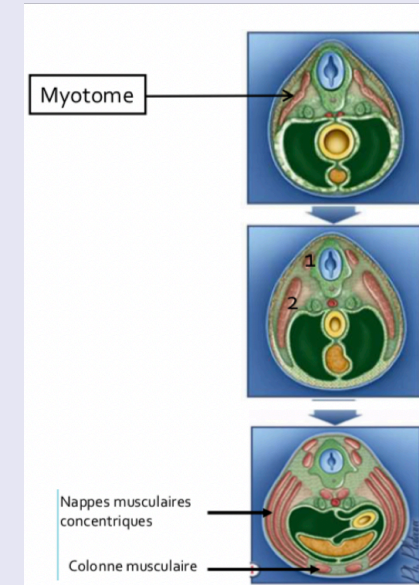
- *Au niveau thoracique*, les **muscles intercostaux** conserveront leur **disposition métamérique**.

- *Au niveau abdominal*, les **myotomes de plusieurs métamères fusionnent** et forment des **nappes musculaires concentriques** et une **colonne musculaire sur la ligne médiane** (schéma ci-dessus).

→ Ils seront à l'**origine** des **muscles transverses** et **grands droits de l'abdomen**.

- *Au niveau cervical*, les **muscles de la face**, du **pharynx** et du **larynx ne proviennent PAS** des **myotomes**.

Ils se constituent à **partir** des **myoblastes contenus dans les arcs branchiaux** (cf. évolution entoblaste).





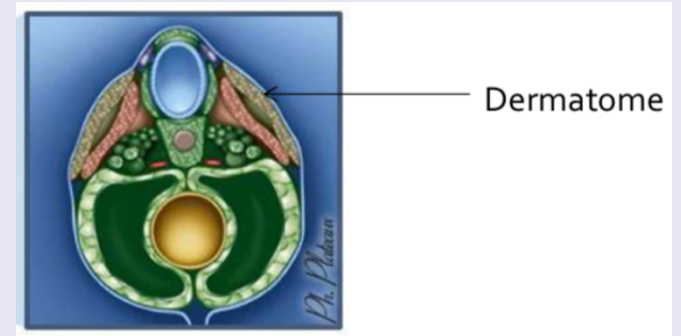
ÉVOLUTION DU DERMATOME

Le dermatome :

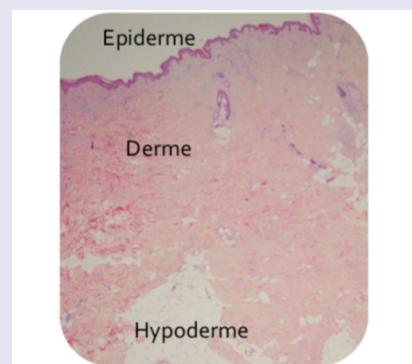
- est situé *dans* la **zone la plus externe**, sous l'épiblaste
- possède des **cellules fibroblastiques**
- Il est à l'**origine** du **tissu conjonctif sous cutané** formant le **derme** et l'**hypoderme**.

☞ La peau est constituée de **3 couches** :

- **La plus superficielle** correspondant à l'**épiderme** → **Dérivant de l'épiblaste II**
 - **La couche moyenne** correspond au **derme**.
 - **La couche profonde** qui correspond à l'**hypoderme**.
- } → **Dérivant du dermatome**



Un p'tit récap !



Peau – coupe histologique, coloration HES

Provient de l'épiblaste secondaire
(= d'origine épiblastique)

Tissu conjonctif dérivant du
dermatome
(=d'origine mésoblastique)

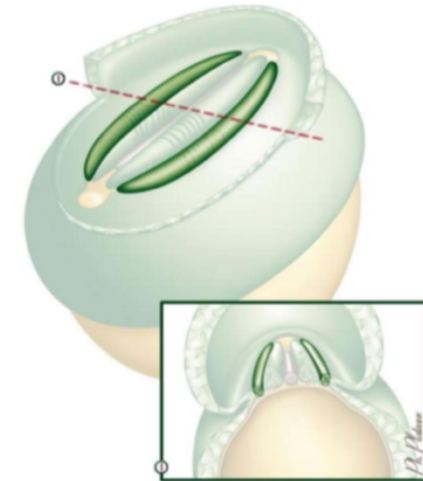


I. ÉVOLUTION DU MÉSOBLASTE INTERMÉDIAIRE

Le *mésoblaste intermédiaire* **se condense** également et forme les cordons néphrogènes de part et d'autre de la *chorde* dans le *même plan horizontal* que les *somites*.

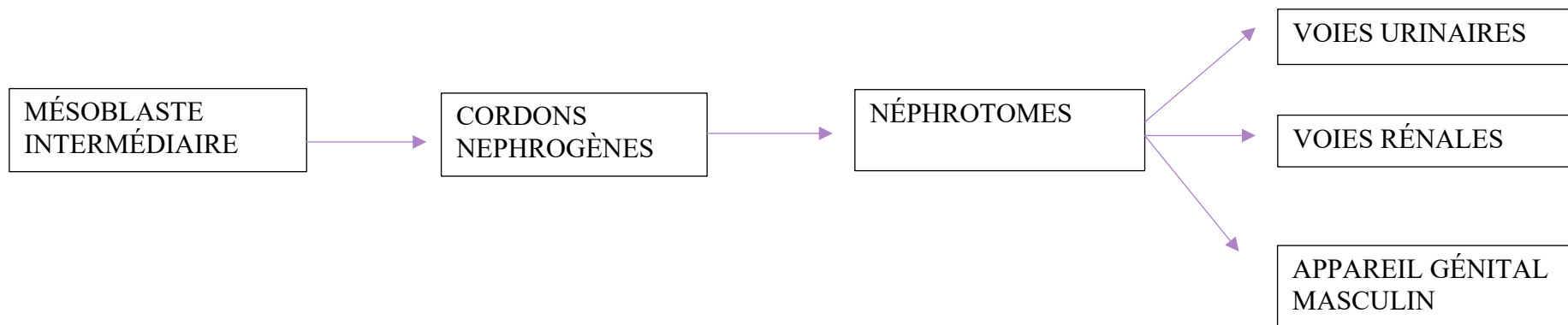
Dans un second temps, les cordons néphrogènes **se segmentent** (du moins en partie) pour former les néphrotomes.

Ils sont à l'*origine* des **voies urinaires** et **rénales** ainsi que de l'**appareil génital masculin**.



<https://embryologie.medecine.parisdescartes.fr>

Le p'tit recap !



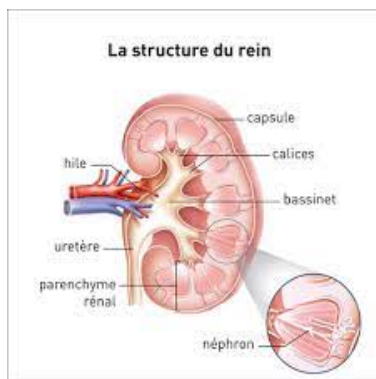


L'APPAREIL URINAIRE

Le **système urinaire** permet **l'équilibre électrolytique et aqueux des liquides corporels**

Il est formé :

Des reins	Des uretères	De la vessie	De l'urètre
Leur principale fonction est d'éliminer les toxines → <u>En filtrant le sang</u> → <u>En excréant l'urine</u>	Leur rôle est de conduire l'urine dans la vessie	C'est un organe de stockage de l'urine	C'est le canal d'évacuation de l'urine

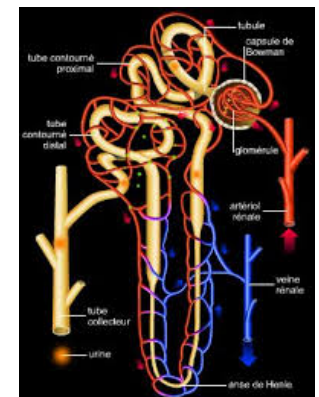


Le néphron :

C'est l'**unité fonctionnelle des reins**.

Il est constitué :

- d'un **glomérule** qui filtre le sang
- d'un **système tubulaire** qui in fine s'abouchera dans les calices (voies excrétrices) pour évacuer l'urine.



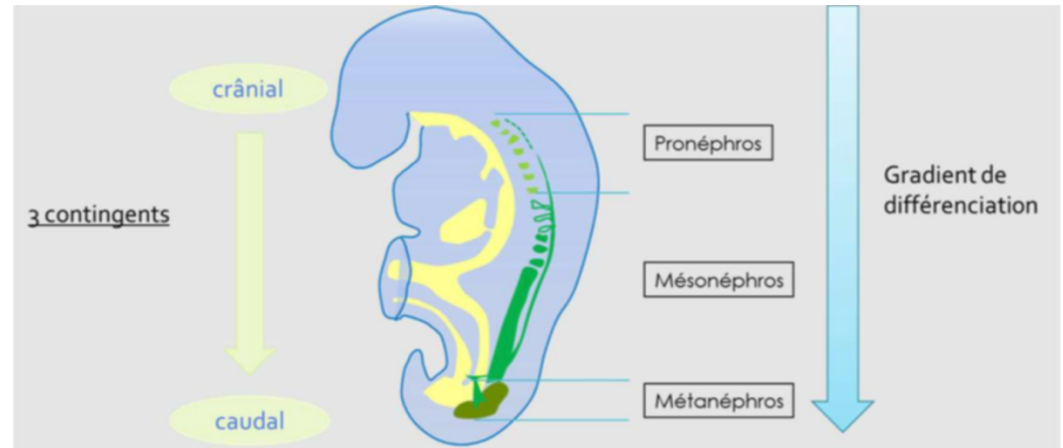


À partir de la 4^{ème} semaine, le mésoblaste intermédiaire **se condense** et forme les cordons néphrogènes.

Ces cordons subissent secondairement une **étape de segmentation** depuis la 2^{ème} paire de somites occipitales jusqu'à la 4^{ème} paire de somites lombaires formant les néphrotomes.

En embryologie humaine, les somites servent souvent de **repère anatomique** pour décrire la **localisation des ébauches des organes**.

Les néphrotomes sont des **amas cellulaires** situés en dehors des somites.



- Les néphrotomes les plus hauts entre la 2^{ème} paire de somites occipitales (O2) et le 5^{ème} paire de somites cervicaux (C5)

→ Ils forment le pronéphros : une structure **transitoire** vouée à disparaître chez l'homme.

- Les néphrotomes suivants de la 6^{ème} paire de somites cervicaux (C6) à la 4^{ème} paire de somites lombaires.

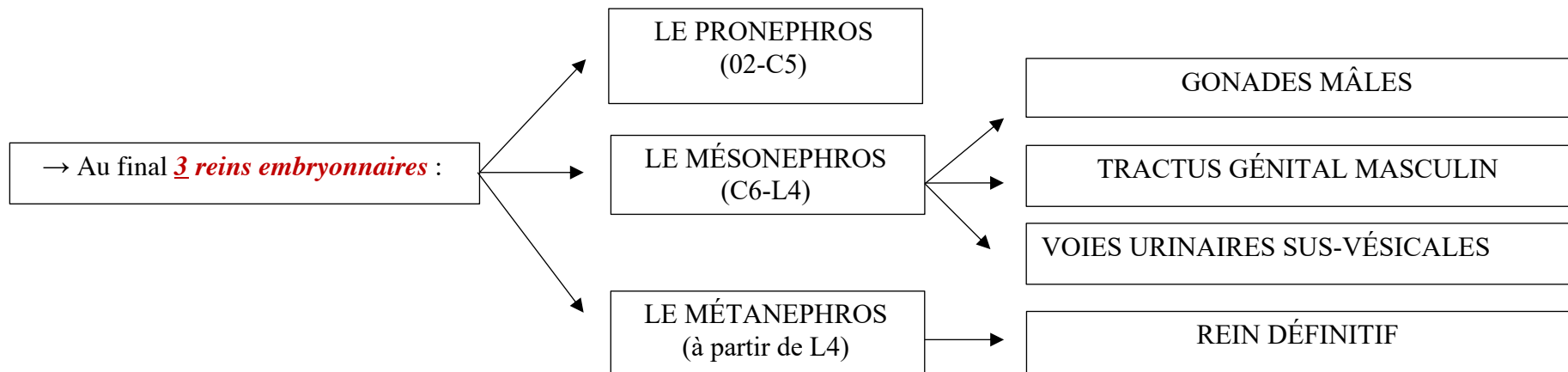
→ Ils forment le mésonéphros qui participe à la formation des **gonades mâles**, du **tractus génital masculin** et des **voies urinaires sus-vésicales**.

- **Contrairement aux précédentes : la région caudale ne se métamérise PAS**

→ Elle forme l'étage métanéphrotique ou métanéphros qui sera l'**ébauche du rein définitif**.



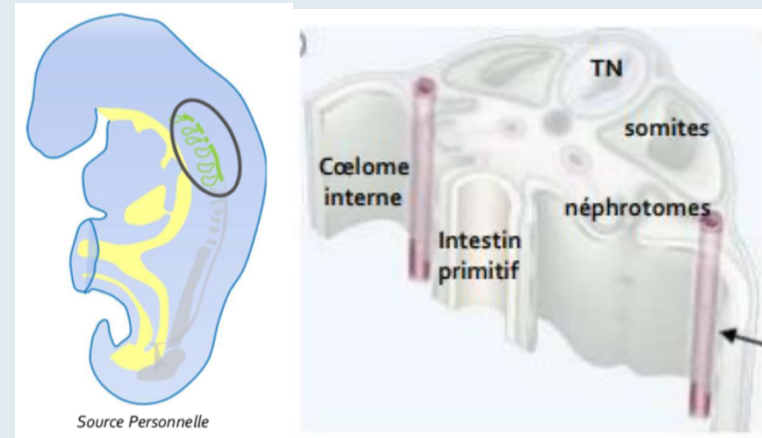
Les néphrotomes ne sont donc observés *qu'au niveau des étages pronéphrotique et mésonephrotique.*



LE PRONEPHROS (02-C5)

- *Au niveau du pronéphros*, les néphrotomes sont creusés d'un *petit tubule rudimentaire* qui vient s'ouvrir dans la *cavité cœlomique*.
- Les *extrémités latérales* des tubules vont **confluer** et former le *canal pronéphrotique*. À cet étage, le **rein n'est pas fonctionnel**.
- Le *pronéphros* va **régresser presque totalement SAUF** au niveau du *canal pronéphrotique*.

Sur cette vue latérale d'embryon, on peut observer le pronéphros dans la partie crâniale formé de néphrotomes creusés d'un petit tubule. Sur le schéma en coupe transversale, on visualise mieux la formation du canal pronéphrotique formé par la confluence des tubules.



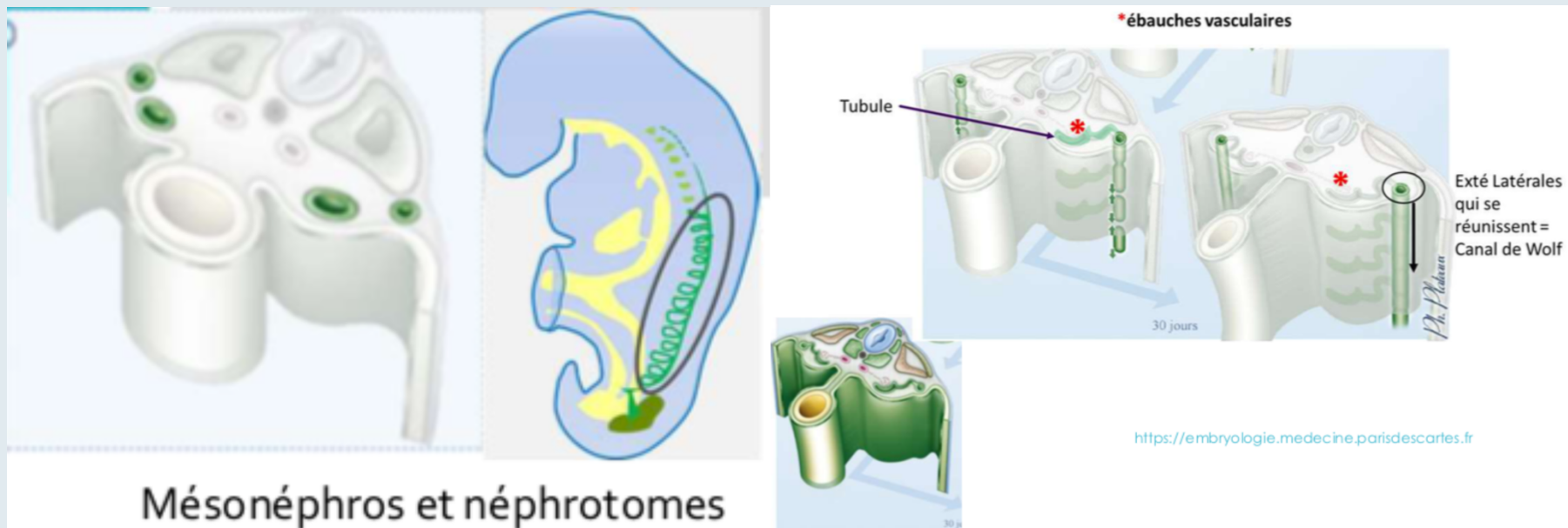
Le **gradient de différenciation**, ici, est **crânio-caudal** donc le *pronéphros* sera **le moins différencié**.



LE MÉSONÉPHROS (C6-L4)

- À l'étage mésonéphrotique, les **néphrotomes** s'allongent pour former un **cordon cellulaire creux** que l'on nomme le **tubule mésonéphrotique**.
- Les **extrémités axiales des tubules** sont **en contact** avec les **ébauches vasculaires** (ce qui permet **transitoirement** la **filtration du sang**) et les **extrémités latérales se rejoignent** pour constituer, **avec le reste du canal pronéphrotique**, un **canal unique** nommé le **canal mésonéphrotique** ou **canal de Wolff**.

👉 Le **mésonéphros** est **transitoirement fonctionnel** au cours de la **vie embryonnaire**. Puis il **régresse** et **laisse persister** le **canal de Wolff**.





LE MÉTANEPHROS (À PARTIR DE L4)

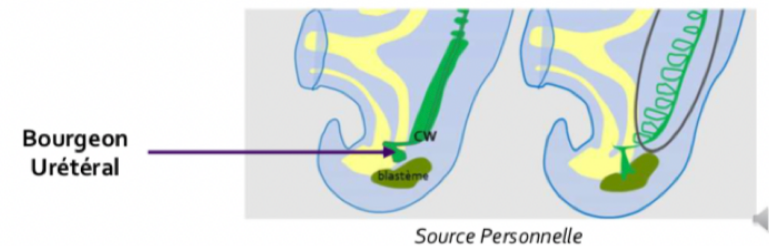
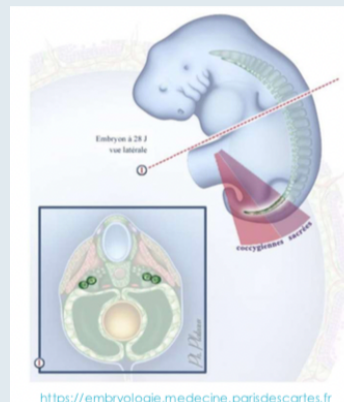
Nous arrivons maintenant à *la partie la plus caudale* du *cordon néphrogène* dans la *région sacrée*.

- Cette partie *ne se métamérise pas* et constitue à la *5^{ème} semaine*, une *masse cellulaire* que l'on nomme le *blastème métanéphrogène* à l'origine du *métanéphros*.
- Le *blastème métanéphrogène* va *évoluer* et *se différencier* pour former l'*ébauche du rein définitif*.
- Cette *différenciation* est *induite* par le *bourgeon urétéral* qui correspond à une *excroissance* de la partie *caudale* du *canal de Wolff*.
- Ce dernier *pénètre* le *blastème métanéphrogène* qui se *densifie* et forme :
 - La *coiffe rénale*
 - Les *sphérules rénales* → à l'origine des *néphrons*.

☞ Le *néphron* est *l'unité fonctionnelle du rein définitif*. On compte environ *1 million de néphrons pour un même rein*.

→ Au final le *rein définitif* est donc formé de l'*association* du *blastème métanéphrogène* et du *bourgeon urétéral*.

Sur le schéma, on peut observer le mésonéphros en formation avec le canal de Wolff. Dans la partie la plus caudale, on peut observer une excroissance : le bourgeon urétéral. Celui-ci va venir progressivement au contact du blastème métanéphrogène et le pénétrer induisant cette différenciation en coiffe rénale et en sphérule rénale.



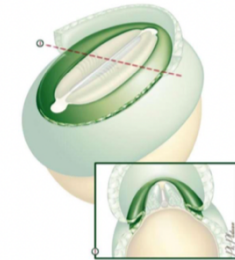
Source Personnelle



IV. ÉVOLUTION DU MÉSOBLASTE LATÉRAL

Le *mésoblaste latéral* ne se segmente *pas* mais *se clive*, dès la fin de la S3, en *deux lames ou feuillet*s qui formeront les *différentes séreuses* de l'organisme délimitant une cavité qui sera à l'*origine*

- De la *cavité pleurale*
- De la *cavité péritonéale*
- De la *cavité péricardique*.



<https://embryologie.medecine.parisdescartes.fr>

👉 Une *séreuse* est une *membrane* formée d'un *mésothélium* reposant sur une *couche de tissus conjonctif*. Elle *recouvre* les *organes* et *tapisse* les *cavités du corps*.

• Le *mésoblaste latéral* *se clive* donc en *2 lames* :

- Une *ventrale* au contact de l'*entoblaste* : la *splanchnopleure intra-embryonnaire* (1), correspondant au *feuillet viscéral*
→ Elle formera, *avec l'entoblaste*, la *paroi du TD*.
- Une lame *dorsale* au contact de l'*épiblaste II* : la *somatopleure intra-embryonnaire* (2), correspondant au *feuillet pariétal*



- → Elle constituera, *avec l'épiblaste II*, les *parois latérales et ventrales* de l'embryon.

• Ces *deux lames* bordent et délimitent une *cavité* que l'on nomme le *cœlome interne* ou *intra-embryonnaire* (3)

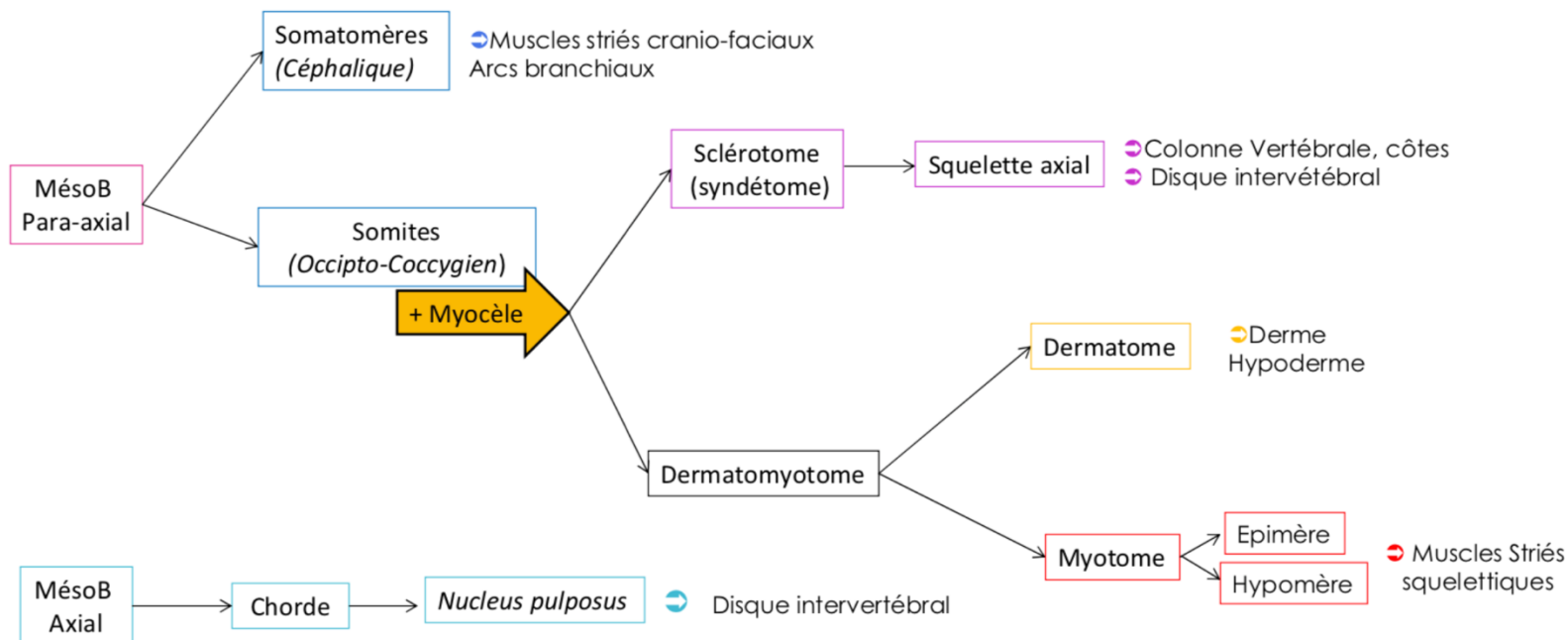
→ Il correspond à un *fragment de cœlome externe* qui a été piégé lors de la *délimitation* de l'embryon.

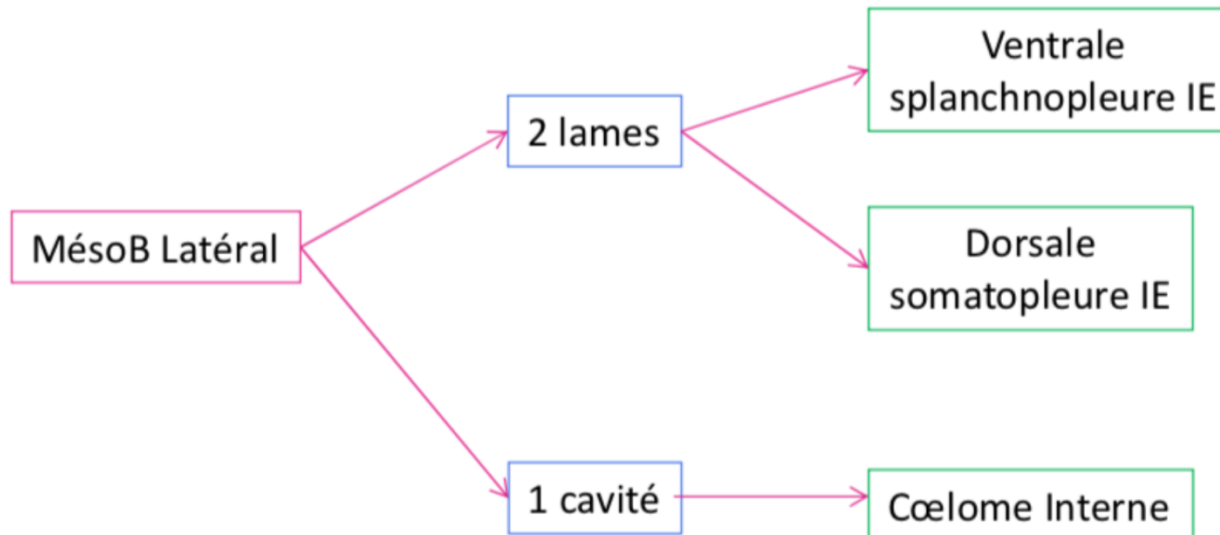
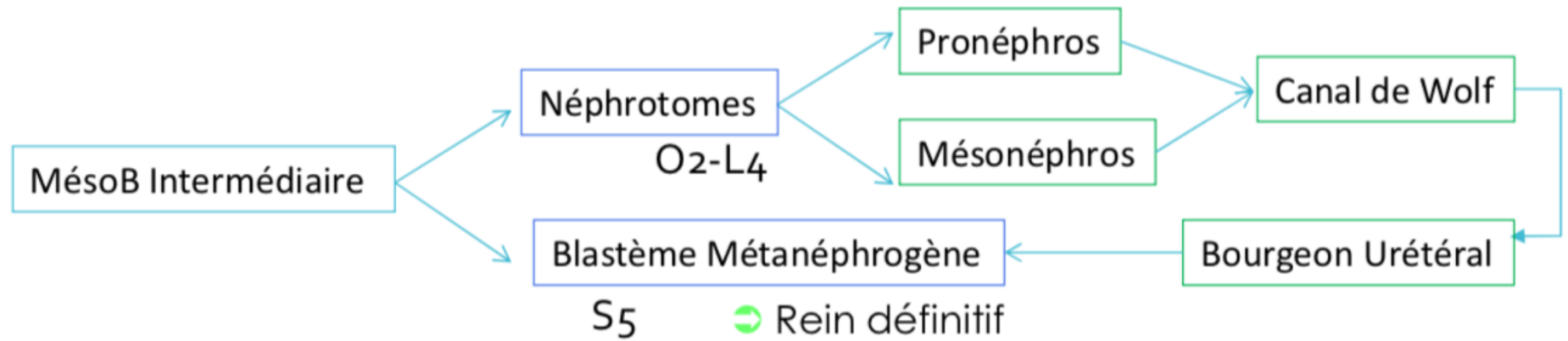


👉 Donc le **mésoblaste latéral** est à l'**origine** de la formation des **séreuses** et des **cavités** du **corps humain** à savoir :

- La **plèvre** et la **cavité pleural**
- Le **péricarde** et la **cavité péricardique**
- Le **péritoine** et la **cavité péritonéale**.

V. LE BIG RÉCAP





➡ Séreuses et cavité



VI. QUESTIONS DE RÉFLEXION

Questions de réflexion : (pas de correction pour ces questions, elles servent à voir si vous avez bien mémorisé votre cours !)

- 1) Pouvez-vous décrire/dessiner un somite ? Quelle est la différence avec les somatomères ?
- 2) Quel est le devenir du dermato-myotome ?
- 3) Est-ce que tous les muscles dérivent du myotome ? Pourquoi ?
- 4) Quel est le devenir du sclérotome ?
- 5) Qu'est-ce que le bourgeon urétéral ? Quelle est son origine ? Quel est son devenir ? 6) Où se situe le blastème métanéphrogène ? Quel est son devenir ?
- 7) Quel est le devenir du mésoblaste latéral ?

QCM d'entraînement :

QCM 1 : Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont exactes ?

- A) Le mésoblaste latéral délimite le coelome externe
- B) Le dermatomyotome participe à la formation des muscles et de la peau
- C) Les néphrotomes sont observés dans les régions méso et métanéphrotique
- D) Les extrémités latérales des tubules mésonéphrotiques fusionnent pour former le canal de Wolff
- E) Les néphrotomes sont l'unité fonctionnelle du rein définitif. On compte plusieurs néphrotomes pour un même rein

QCM 2 : D'après ce schéma, quelles sont les propositions exactes ?

- A) Le bourgeon urétéral se forme à partir de la partie caudale du canal de Wolff
- B) Le blastème métanéphrogène est formé
- C) Le canal mésonéphrotique a régressé
- D) Le bourgeon urétéral a pénétré le blastème métanéphrogène pour former les grands calices

QCM 3 : A propos du mésoblaste latéral, quelles sont les propositions exactes ?

- A) Le mésoblaste latéral se segmente en néphrotome
- B) Il forme la splanchopleure extra-embryonnaire sur sa face ventrale
- C) La lame ventrale s'associe à l'hypoblaste pour former la paroi du tube digestif
- D) Le coelome interne participe à la formation de la cavité péricardique
- E) Il forme la somatopleure intra-embryonnaire sur sa face dorsale

**Correction*****QCM 1 : BD***

Faux : c'est le coelome interne qui est délimité par le mésoblaste latéral

B) Vrai

C) Faux : les néphrotomes sont présents aux étages pronéphrotique et mésonéphrotique ! Le métanéphros ne se segmente pas

D) Vrai

E) Faux : l'unité fonctionnelle du rein est le néphron ! les néphrotomes correspondent à la segmentation des cordons néphrogènes

QCM 2 : AB

A) Vrai

B) Vrai

C) Faux : il n'a pas régressé ! il est encore bien visible

D) Faux : le bourgeon urétéral (petit rond vert) est encore à distance du blastème (en kaki)

QCM 3 : DE

A) Faux : il ne se segmente pas mais se clive en deux lames/feuillettes (ventrale et dorsale) qui vont se rejoindre pour délimiter le coelome interne

B) Faux : il forme la splanchnopleure *intra*-embryonnaire sur sa face ventrale ! La splanchnopleure extra-embryonnaire (ou lame vitelline) correspond au feuillet de MEE tapissant la VVII lors de la S2J

C) Faux : elle s'associe avec l'entoblaste et non pas l'hypoblaste (il a disparu et a été remplacé par l'entoblaste lors de la gastrulation)

D) Vrai

E) Vrai