

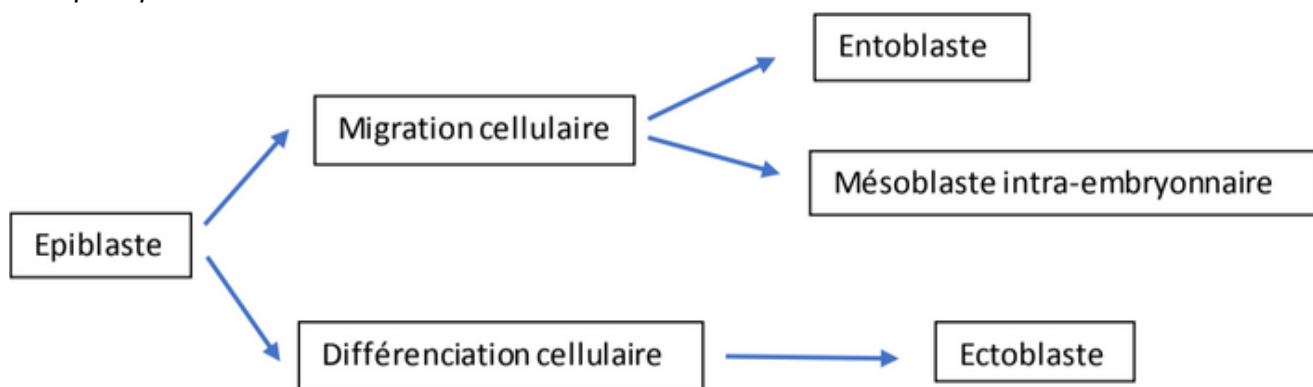
Évolution du mésoblaste

+2 pages de QCMs

I. Introduction et rappel

A. Gastrulation

→ La **3ème semaine de développement**, le phénomène de **gastrulation** permet la mise en place des 3 feuillets primitifs de l'embryon : l'**entoblaste**, le **mésoblaste intra-embryonnaire** et l'**ectoblaste** qui donneront naissance à l'ensemble des tissus et organes (perte de la pluripotence).



⚠ **2 régions** du disque embryonnaire restent **didermiques** (= pas d'interposition du **mésoblaste intra-embryonnaire**). Il s'agit des membranes **pharyngienne** et **cloacale** où les feuillets épiblastique et hypoblastique restent accolés (non ectoblastique et entoblastique)

B. Définition de l'organogénèse

→ L'**organogénèse** se définit comme la période de développement embryonnaire pendant laquelle se constituent **les organes et les appareils** à partir des constituants cellulaires des feuillets fondamentaux.



Elle a lieu pendant **la période embryonnaire** :

⇒ Dès la fin de la 3ème semaine voire le début de la 4ème semaine de dev, et se poursuit jusqu'à la 8ème semaine = fin de la période embryonnaire.

→ L'**organogenèse** se met en place après l'étape de gastrulation, soit **après la formation des 3 feuillets primitifs**.

Les feuillets vont se modifier, se différencier et donner naissance aux ébauches **des organes et appareils**.

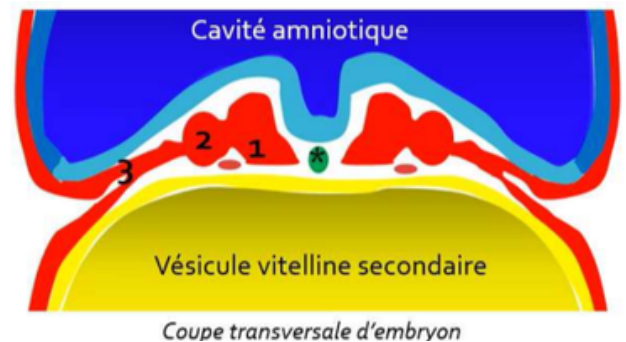
Puis, des phénomènes de croissance, de **remodelage** et de **maturation** des ébauches permettront d'aboutir à un organe fonctionnel pendant la vie intra-utérine.

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**.

C. Différenciation du mésoblaste



- 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 :



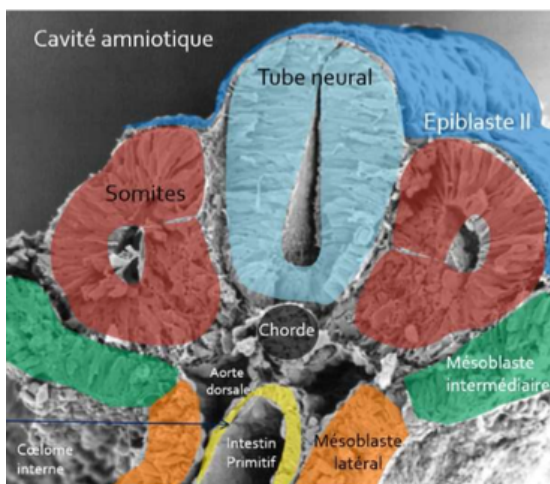
MÉSOLASTE INTRA-EMBRYONNAIRE

Mésoblaste para-axial (1)

Mésoblaste intermédiaire (2)

Mésoblaste latéral (3)

Coupe transversale d'embryon en MEB (microscopie électronique à balayage).



- * L'embryon dans sa **partie dorsale** est recouvert d'**épiblaste secondaire**.
On peut voir que le tube neural est formé, donc l'**ectoblaste** s'est déjà différencié en **neurectoblaste** et **épiblaste secondaire**.
- * Le feuillet **ventral** de l'embryon correspond à l'**entoblaste** en partie internalisé et formant l'intestin primitif.
- * Sous le tube neural on observe une formation cordonale : **la chorde**. Elle se forme avant le tube neural et induit la neurulation.

* Le **mésoblaste intra embryonnaire** 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 aux somites
- Le **mésoblaste intermédiaire**
- Le **mésoblaste latéral** plaqué contre le coelome 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).

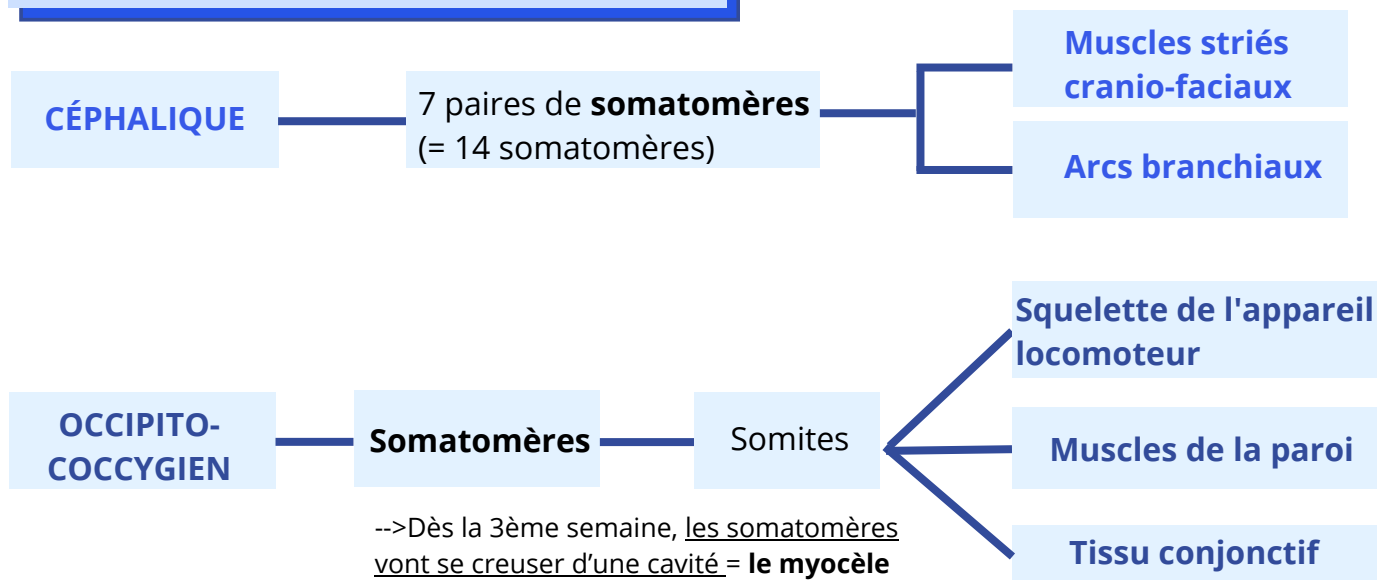


Il en résulte la formation :

- Des **somatomères** → en partie 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

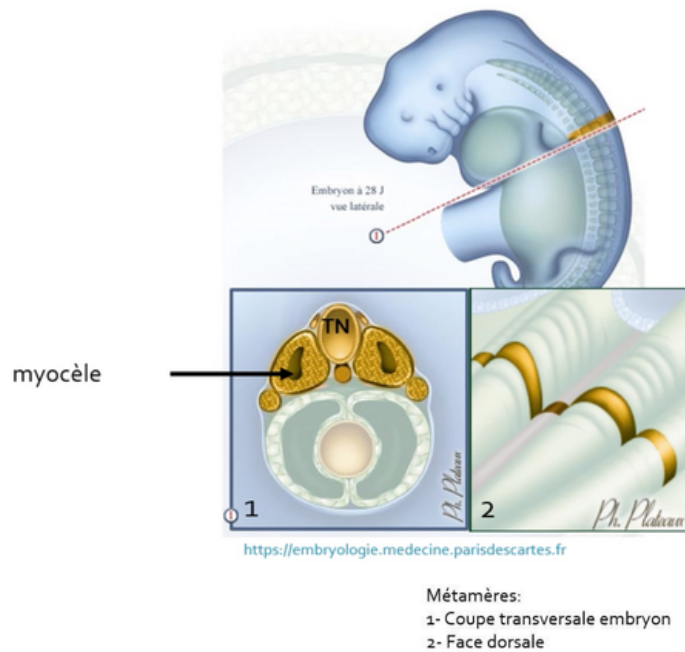


→ A partir de la **4ème semaine**, l'embryon se segmente en étages superposés ou métamères

- C'est la **métamérisation**.

Ce phénomène de **métamérisation** se poursuit et va également concerner les structures voisines des somites situées dans le même plan transversal.

i La **métamérisation** débute dans la **région crâniale** et progresse vers la **région caudale**.



Si l'on observe cette illustration qui représente un coupe transversale d'embryon, on reconnaît :

Au centre :

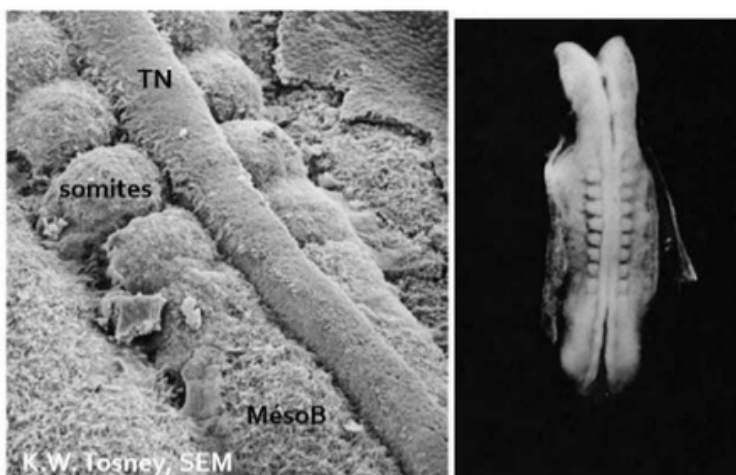
- le tube neural (TN)
- La corde en dessous.
- Le mésoblaste para-axial de part et d'autre
- Le mésoblaste intermédiaire.

L'ensemble de ces structures, situé dans un même plan transversal, **correspond au métamère**.

1 étage = 1 métamère = 1 paire de somites + ses dérivés + les autres structures situées dans même plan transversal

La **somitogénèse**, est un processus qui est : (à retenir +++)

- **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** puisqu'il survient de part et d'autre du tube neural et de la corde.
- **synchrone** puisque les somites d'un même étage se forment en même temps.

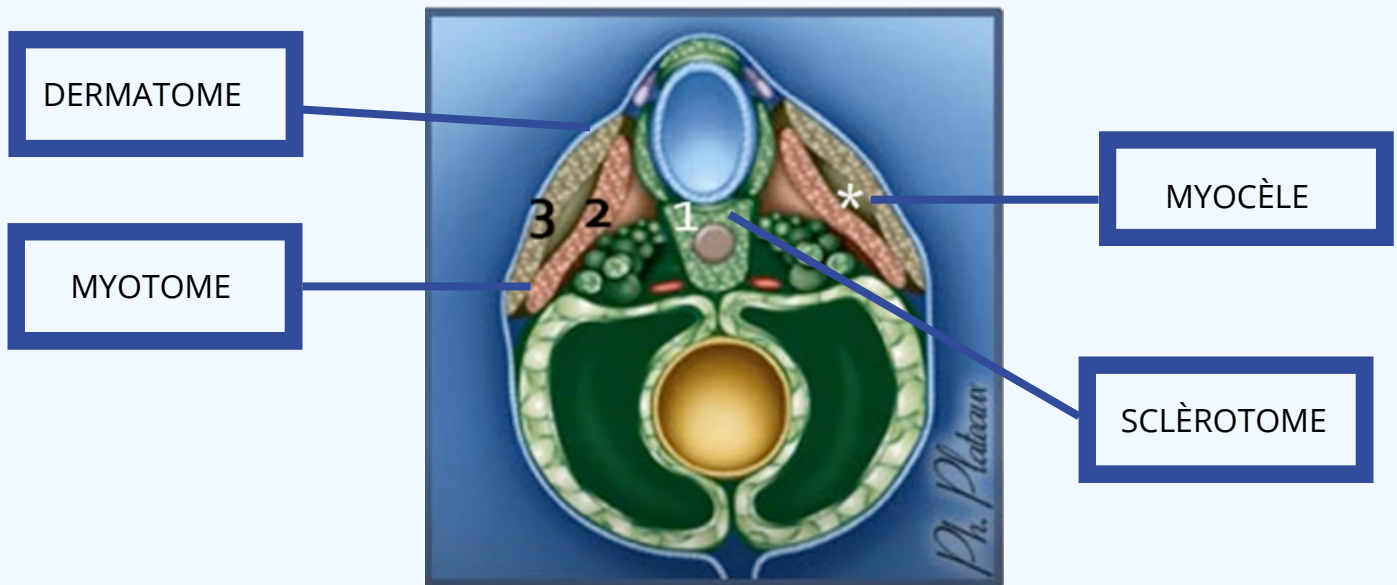


Sur cette observation d'embryon de poulet en MEB, vous pouvez voir à gauche, sur la face dorsale de l'embryon, les somites en formation de part et d'autre du tube neural et le mésoblaste dans la partie inférieure qui n'est pas encore segmenté (rappel d'abord métamérisation en cranial).

À droite, on observe la face dorsale de l'embryon, avec la formation des somites et le TN qui est encore ouvert à ses deux extrémités.

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**

→ Au cours de la **4ème semaine**, et rapidement après son individualisation, **chaque somite** se **différencie** en **plusieurs contingents cellulaires** :



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

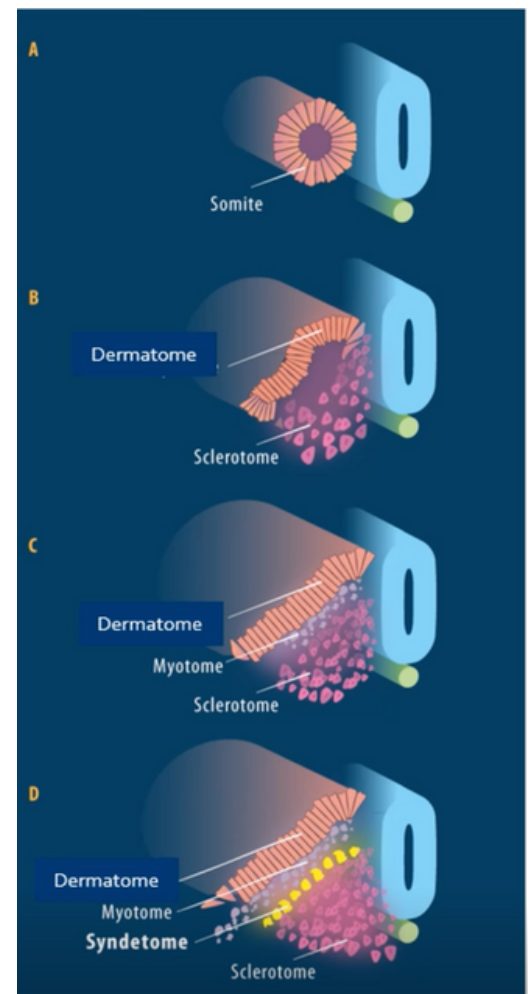
- un **tissu conjonctif jeune** et **polymorphe**
- participe à la **formation des vertèbres**

- + **Le syndétome**

- appartient au **sclérotome**
- territoire récemment identifié
- > **Précurseur des tendons**

- Le **dermato-myotome** constitué de deux zones denses, séparées par le **myocèle(*)** (dans la région dorsale)

- 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**
- > Formera **le derme**

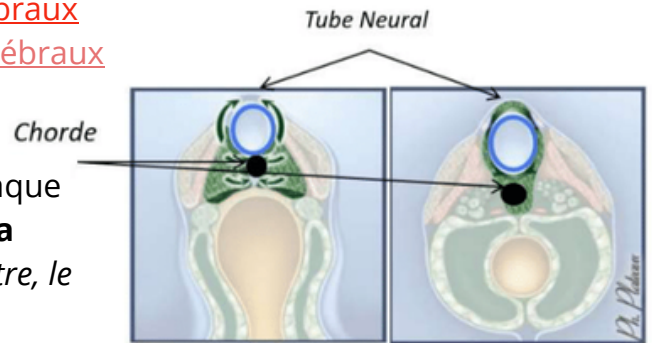


B. L'évolution du sclérotome

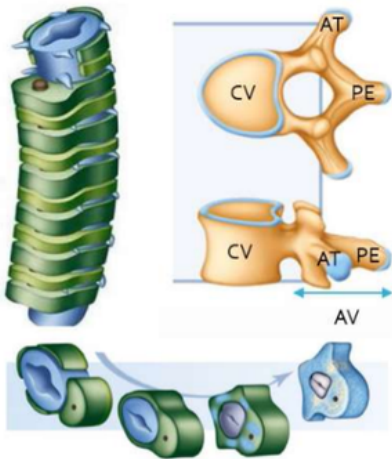
→ Le **sclérotome**, situé dans la région paramédiane, est formé d'un **TC jeune** dont les cellules ont la possibilité de se différencier ultérieurement en **3 types cellulaires**. Il contient :

- * 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 de l'embryon entourant la **chorde** et le **tube neural**. On observe sur le schéma ci-contre, le **mésoblaste para-axial** qui vient entourer le tube neural et la chorde selon l'axe des flèches représentées sur le schéma.



→ En fin de 4ème semaine, le **sclérotome** est une **colonne mésoblastique dense centrée** sur la chorde. Elle est constituée de différents blocs de sclérotome empilés les uns sur les autres, un par métamère. Ces différents blocs sont séparés par des zones de **mésenchyme peu denses**.



Les cellules migrent :

- * Autour de la **chorde** : elles formeront le **corps vertébral** (CV) en avant
- * Autour du **tube neural** : formant **l'arc vertébral** (AV) et le **processus épineux** (PE) en arrière
- * Latéralement : elles formeront les **apophyses transverses** (AT) et les **côtes**

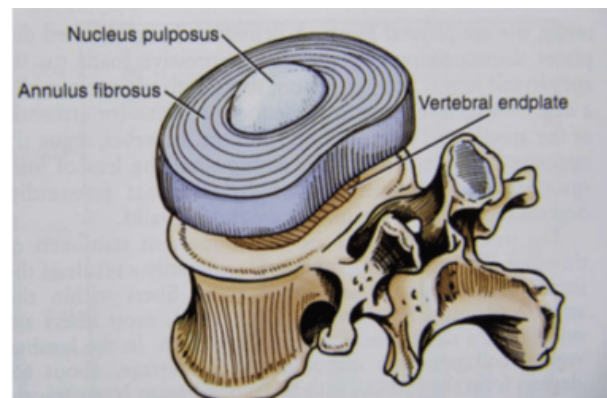
--> Ainsi le **sclérotome** participe à la **formation de la colonne vertébrale et de la cage thoracique**.

C. 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 2ème mois SAUF** au **niveau des disques intervertébraux**

--> Elle formera ainsi le **nucléus pulposus**



Au final, 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**

D. Évolution du myotome

- Le **myotome** (myo=> muscle) est à l'origine du **tissu musculaire strié squelettique**
- À partir de la **5ème semaine de développement**, les cellules du **myotome** deviennent des cellules musculaire souches appelées **les myoblastes** prenant un aspect fusiforme

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

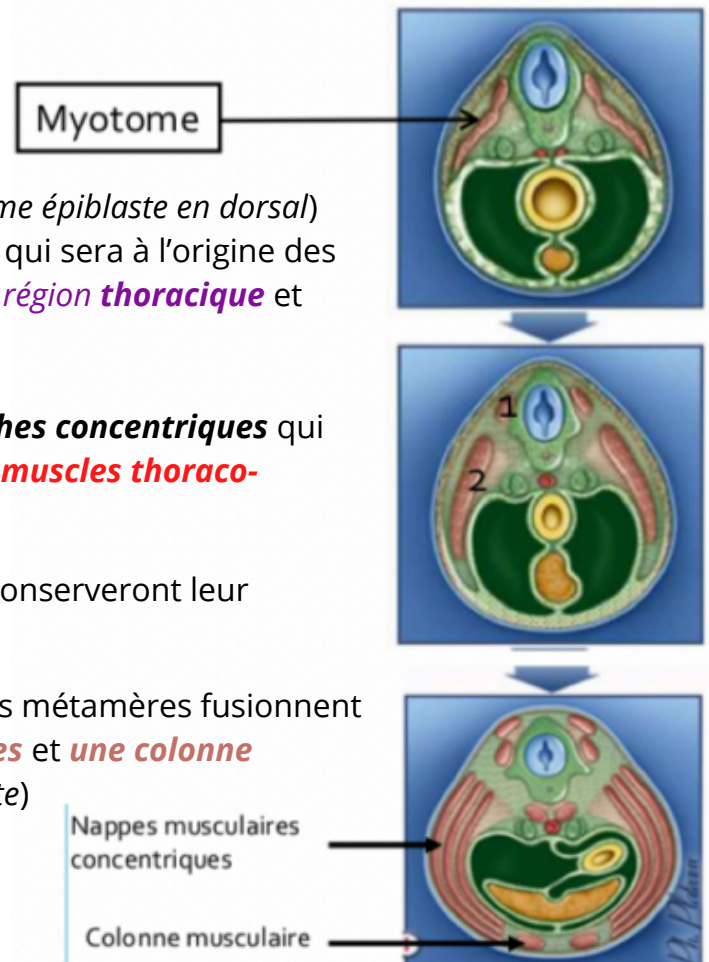
L'**épimère** (1) =**contingent dorsal** (pensez à "épi" comme épiblaste en dorsal) qui vient se placer en **arrière des corps vertébraux** et qui sera à l'origine des **muscles axiaux du dos** et **extenseurs du rachis** de la **région thoracique** et **lombaire**.

L'**hypomère** (2) =**contingent ventral** formé de **3 couches concentriques** qui s'étalent dans toute la **paroi ventrale** pour former les **muscles thoraco-abdominaux** et **des membres**.

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

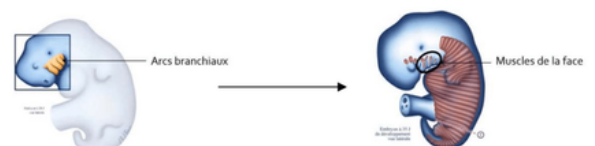
Au niveau abdominal, les **myotomes** de plusieurs métamères fusionnent et forment des **nappes musculaires concentriques** et **une colonne musculaire** sur la ligne médiane (cf : image à droite)

Les **myotomes** seront donc à l'**origine des muscles transverses et grands droits de l'abdomen**.



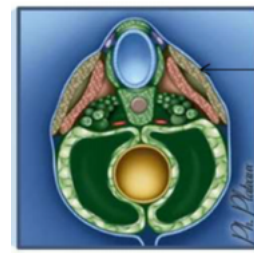
Au niveau cervical, les muscles de la **face**, du **pharynx** et du **larynx** ne proviennent **pas** des **myotomes**.

--> Ils se constituent à partir des **myoblastes contenus dans les arcs branchiaux**



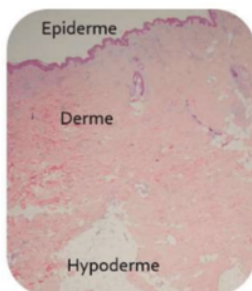
E. Évolution du dermatome

- Le **dermatome** :
- est situé dans la zone la plus externe, sous **l'épiblaste II** et à son contact
 - possède des cellules **fibroblastiques**



Dermatome

Il est à l'origine du tissu conjonctif sous cutané formant le derme et l'hypoderme.



Peau – coupe histologique, coloration HES

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

- * La plus superficielle correspondant à l'**épiderme** (épiblaste II)
- * La couche moyenne correspond au **derme**
- * La couche profonde qui correspond à l'**hypoderme**

(derme et hypoderme dérivant du dermatome)

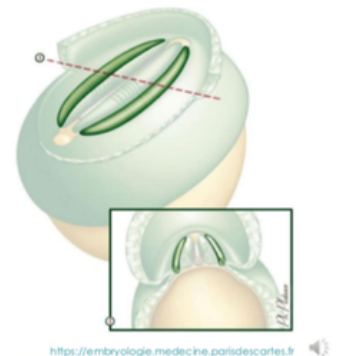
III. Évolution du mésoblaste intermédiaire

(Cette partie ++++)

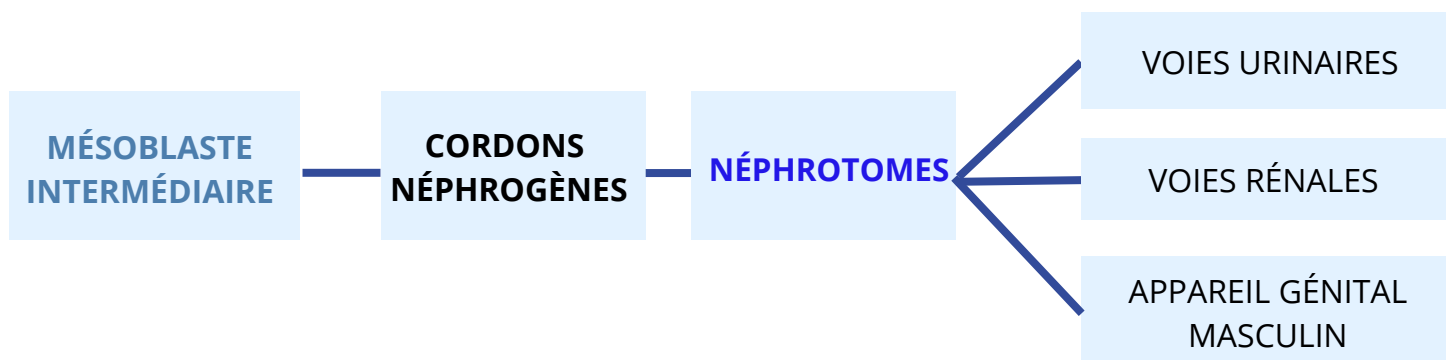
- Le **mésoblaste intermédiaire** se condense également et forme les **cordons néphrogènes** de part et d'autre de **la chorde** dans le même plan horizontal que les somites.

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

--> Les **néphrotomes** sont à l'origine des voies **urinaires** et **rénales** ainsi que de l'**appareil génital masculin**.



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

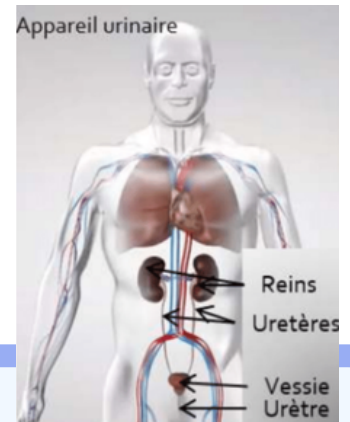


1) Introduction à l'appareil urinaire

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

Il est formé :

- * Des **reins** : **éliminer les toxines** en filtrant le sang et en excrétant l'urine
- * Des **uretères** : le rôle est de **conduire l'urine dans la vessie**
- * De la **vessie** : **organe de stockage de l'urine**
- * De l'**urètre** : **le canal d'évacuation de l'urine**

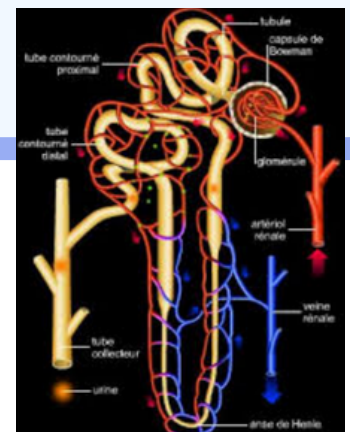


Le néphron :

=l'unité fonctionnelle des reins

Il est constitué :

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



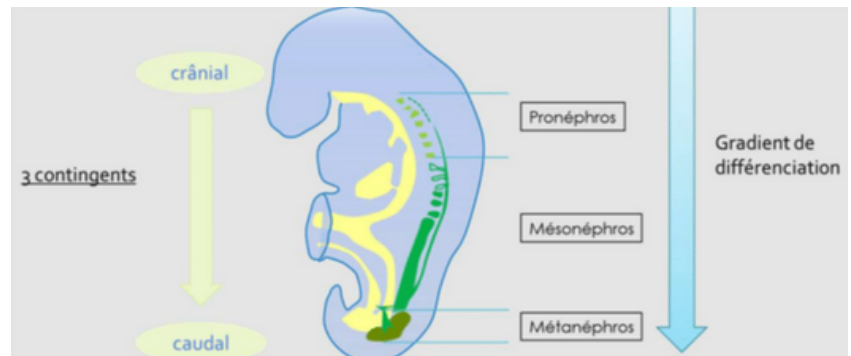
À partir de la **4ème semaine**, le **mésoblaste intermédiaire** se condense et forme les cordons néphrogènes.

Ces cordons subissent secondairement une **étape de segmentation** depuis la deuxième paire de somites occipitaux jusqu'à la 4ème paire de somites lombaires (O2 à L4) 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 2ème paire de **somites occipitaux (O2)** et la 5ème paire de **somites cervicaux (C5)**

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



Les **néphrotomes** suivants, entre le 6ème somite cervical au 4ème somite lombaire (=C6 à L4)

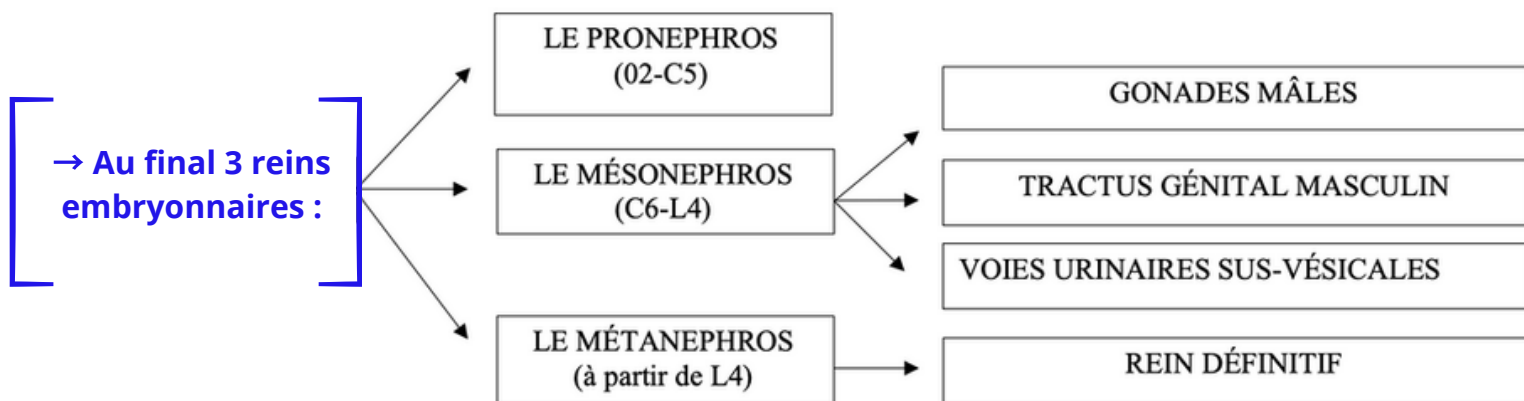
→ forment le **mésonéphros** qui participe à la formation des gonades mâles, du tractus génital masculin et des voies urinaires sus-vésicales.

Contrairement aux précédentes, la région caudale ne **se métamérise pas+++**

→ 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 mésonéphrotique+++** (piège qcm)

Si l'on regarde le schéma, vous pouvez observer les **3 reins embryonnaires** (=le pronéphros, le mésonéphros et le métanéphros) disposés en étages superposés selon un gradient de différenciation **crânio-caudal**



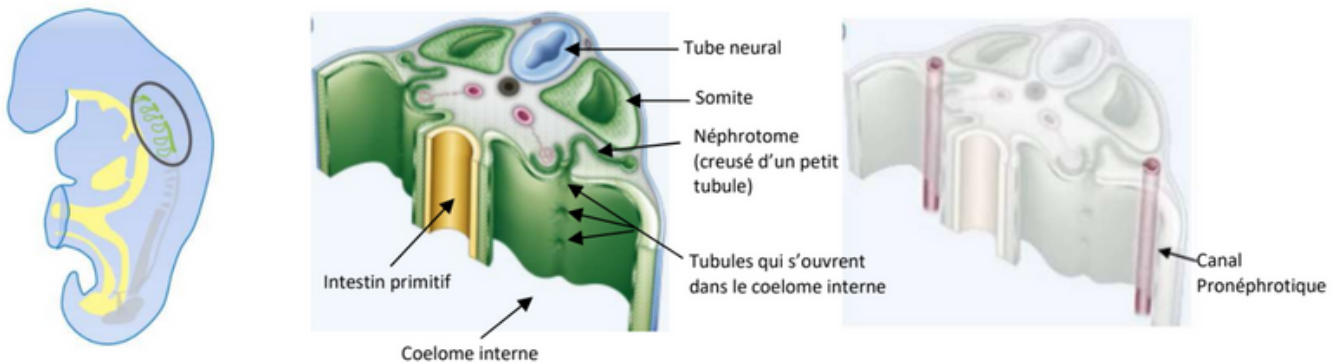
2) Le pronéphros (O2-C5)

→ Au niveau du **pronéphros**, entre **O2** et **C5**, les **néphrotomes** sont creusés d'un petit tubule rudimentaire qui vient s'ouvrir dans la **cavité coelomique**.

Les **extrémités latérales des tubules** vont confluer et former le **canal pronéphrotique** (voir schéma en dessous)

Au niveau de cet étage, **le rein n'est pas encore fonctionnel**++

Le **pronéphros** va régresser presque totalement **sauf au niveau du canal pronéphrotique**



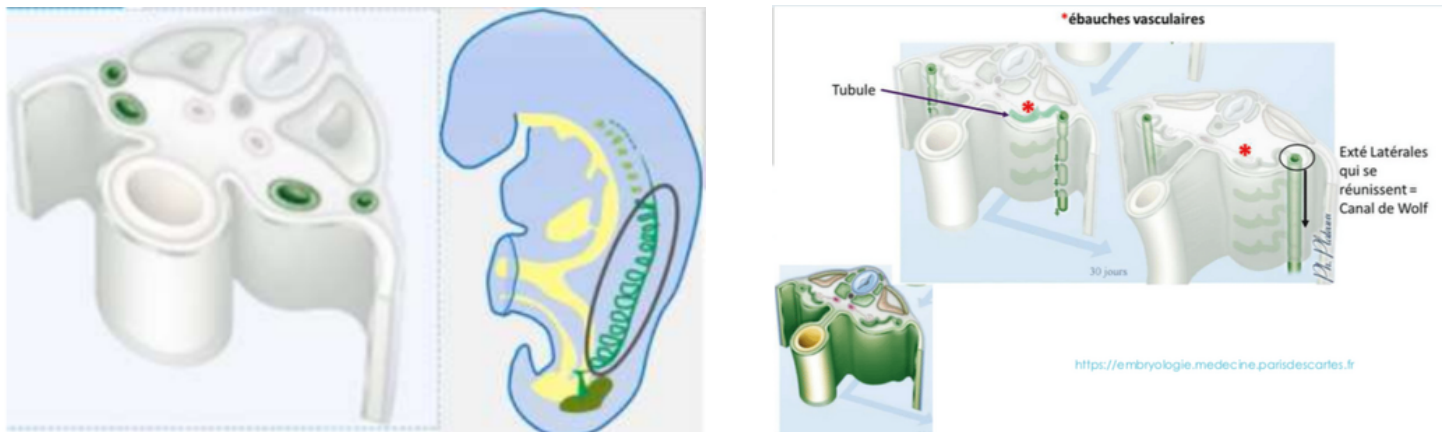
Sur cette vue latérale d'embryon, on peut observer le pronéphros dans la partie crâniale formé de néphrotomes creusés d'un petit tubule.

Sur le schéma en coupe transversale, on peut mieux visualiser de part et d'autre, la formation du canal pronéphrotique formée par la confluence des tubules

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

3) Le mésonéphros (C6-L4)

→ À l'étage **mésonephrotique**, les **néphrotomes** s'allongent pour former un cordon cellulaire creux que l'on nomme le **tubule mésonéphrotique**.



Sur ces schémas, on peut voir que les néphrotomes se sont allongés et creusés en tubules

- Les extrémités **axiales** des tubules sont en contact avec **les ébauches vasculaires**, ce qui permettra transitoirement la filtration du sang.
- Les extrémités **latérales** se rejoignent et fusionnent 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 en laissant persister le **canal de Wolff** +++

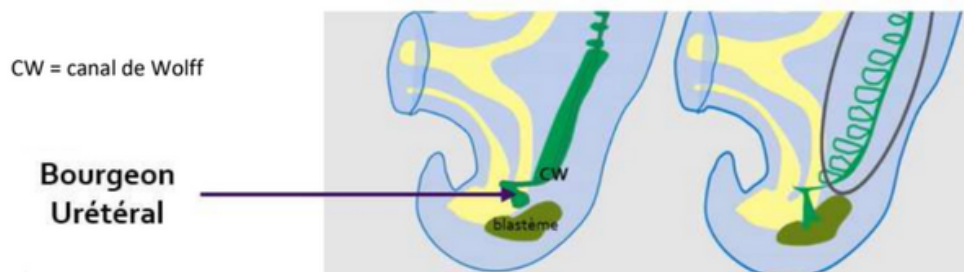
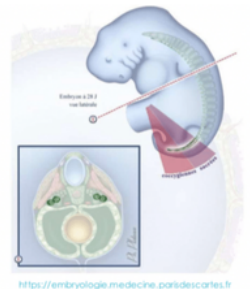
4) Le métanéphros (à partir de L5)

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 5ème semaine une masse cellulaire indivise 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**.



Le **bourgeon urétéral** pénètre le **blastème métanéphrogène** qui se densifie et forme :

- la **coiffe rénale**
- les **sphérules rénales** qui seront à l'origine des **néphrons**

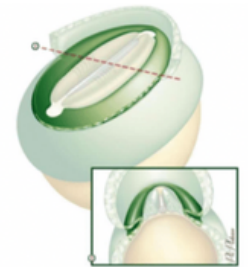
Le **néphron** est l'**unité fonctionnelle** du **rein définitif**. On compte environ 1 million de néphrons pour un même rein. Au final le **rein définitif** est donc formé de l'association du **blastème métanéphrogène** et du **bourgeon urétéral**.

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.

IV. Évolution du mésoblaste latéral

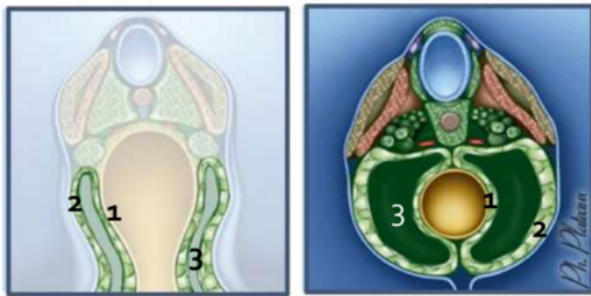
Le **mésoblaste latéral** ne se **segmente pas** mais se **clive**, dès la fin de la **S3**, en **deux lames** ou **feuillet**s qui formeront les différentes séreuses de l'organisme délimitant une cavité qui seront à l'origine :

- 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**.



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 pénètre induisant cette différenciation en coiffe rénale et en sphérule rénale (qui donneront les néphrons).

Le **mésoblaste latéral** se clive donc en **deux lames** :

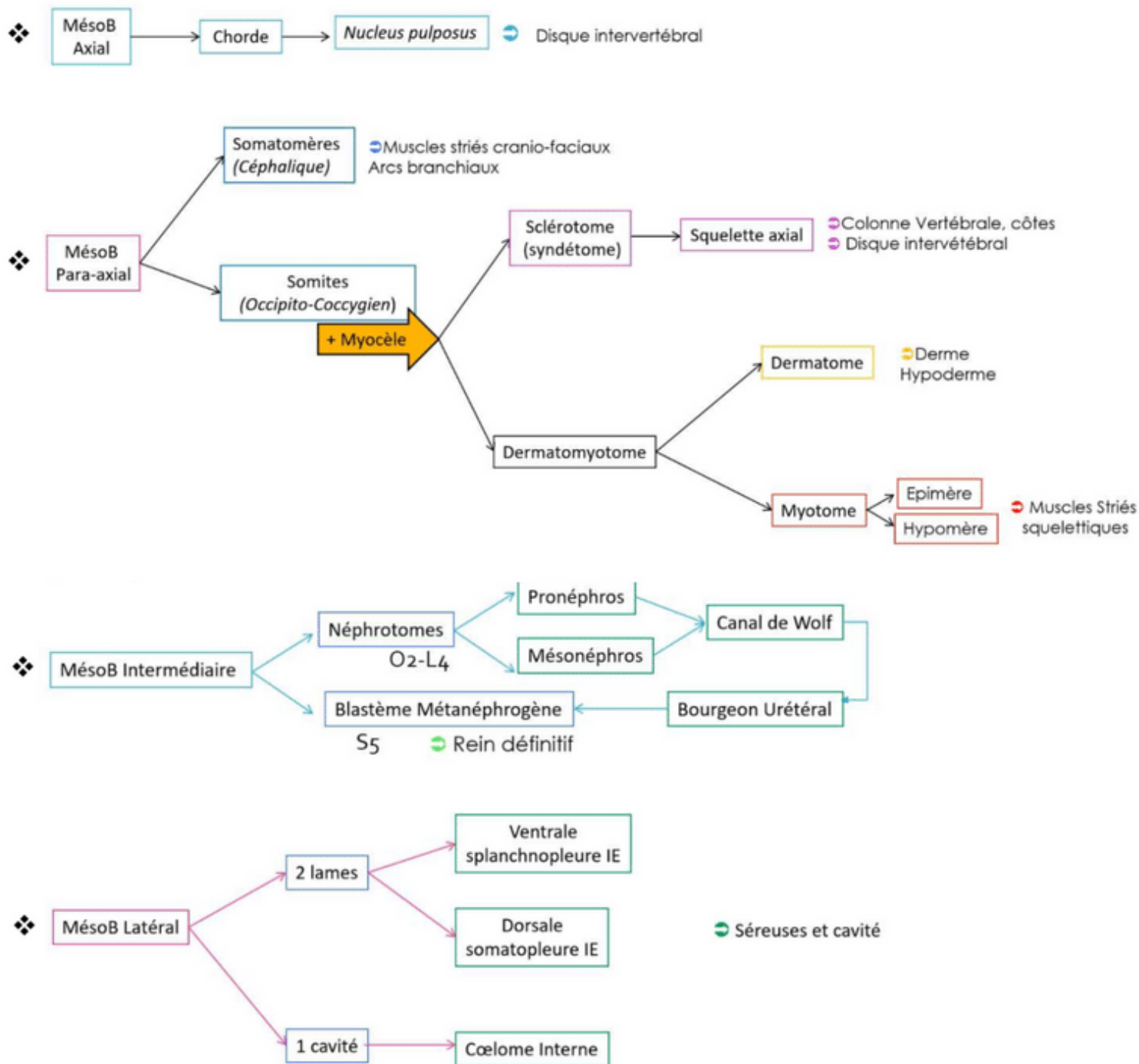
- Une lame **ventrale** au contact de l'**entoblaste** : la **splanchnopleure intra-embryonnaire** (1), correspondant au feuillet **viscéral** et qui formera, avec l'entoblaste, la paroi du tube digestif
- Une lame **dorsale** au contact de l'**épiblaste 2** : la **somatopleure intra-embryonnaire** (2), qui forme le feuillet **pariétal** et qui constituera, avec l'épiblaste 2, 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) qui correspond à un fragment de cœlome externe qui a été piégé lors de la délimitation de l'embryon.

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 pleurale**
- Le **péricarde** et la **cavité péricardique**
- Le **péritoine** et la **cavité péritonéale**

V. Conclusion



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 dermatomyotome ?
- 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 postérieure 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 splanchnopleure 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

- A) 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) (je vous conseille d'aller voir le schéma en couleur dans la vidéo pour vous repérer)

QCM 3 : DE

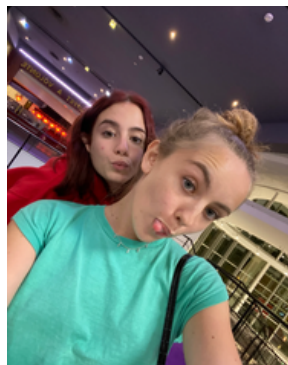
- A) Faux : il ne se segmente pas mais se clive en deux lames/feuillet (ventrale et dorsale) qui vont se rejoindre pour délimiter le coelome interne
- B) Faux : il forme la splanchnopleure intra-embryonnaire sur sa face ventrale ! La splanchnopleure extra-embryonnaire (ou lame vitelline) correspond au feuillet de MEE tapissant la VVII lors de la S2 J
- 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

Place aux dédis hihii :

- déjà dédi à vous d'avoir fini cette fiche car c'est pas un cours facile et il y a beaucoup de détails à retenir, je sais qu'on peut vite se confondre (*n'hésitez pas à me donner des retours sur cette fiche*)
- dédi à moi d'avoir fini cette fiche le jour de mon anniv à la BU (*j'aurais pas cru dire ça*)
- encore une dédi à mes géniteurs qui me soutiennent dans tous ce que j'entreprends (*malgré mes choix hasardeux*)
- dédi à ce début de deuxième année, vraiment je vous jure que tout le travail que vous entreprenez en vaut la peine, sachez le
- dédi à Nina qui en Roumanie s'épanouit en faisant ce qu'elle aime, tu nous manques
- dédi à tous mes amis hors méd' like Rose, Nina, Tao .. qui comprennent jamais grand chose à ma vie mais suivent toujours mes belles aventures
- dédi à mes LAS1/2 adorés : Emma, Manon, Bidoli, Baptiste, Valentine, Meyose, continuez de vous battre, vous allez réussir
- place à cette dernière dédi aussi énorme que l'importance de l'amitié que j'ai avec ce petit bout de femme, tu me rends la vie meilleure depuis que tu es à mes côtés, merci de ne jamais me laisser



Carlapuce



Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite

