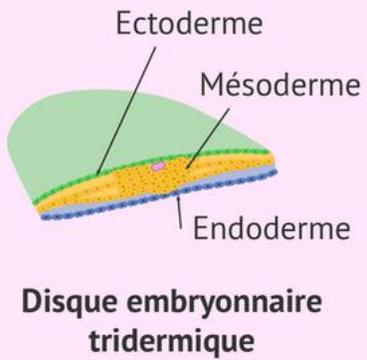




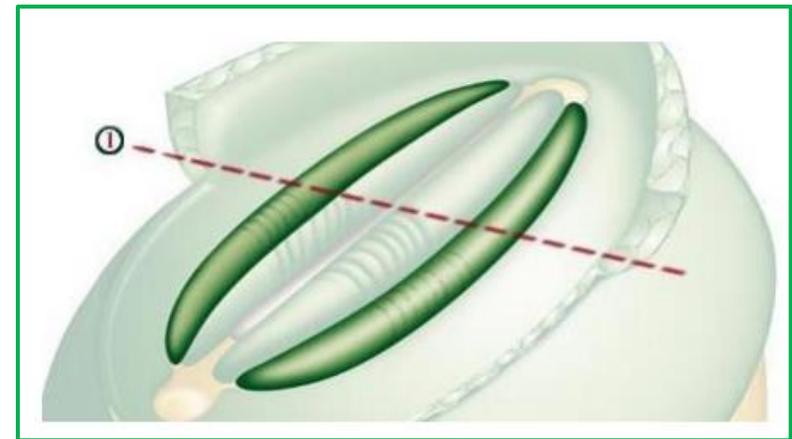
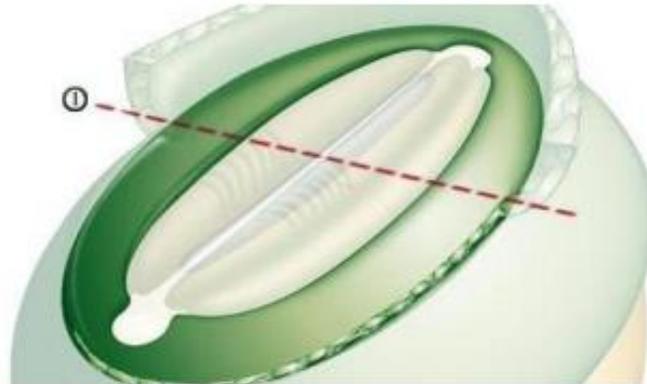
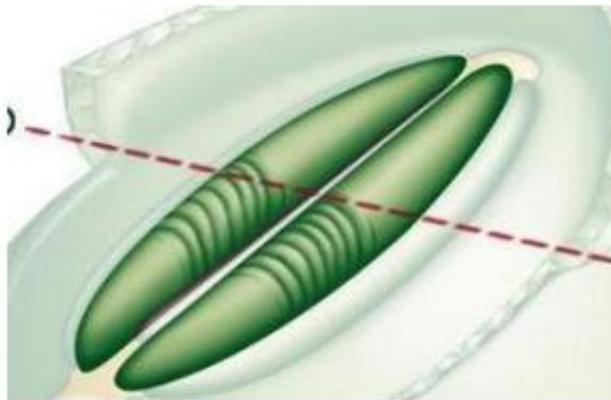
EMBRYOLOGIE DU SYSTÈME URINAIRE

Laurène MATUSZEWSKI
CHR METZ-THIONVILLE



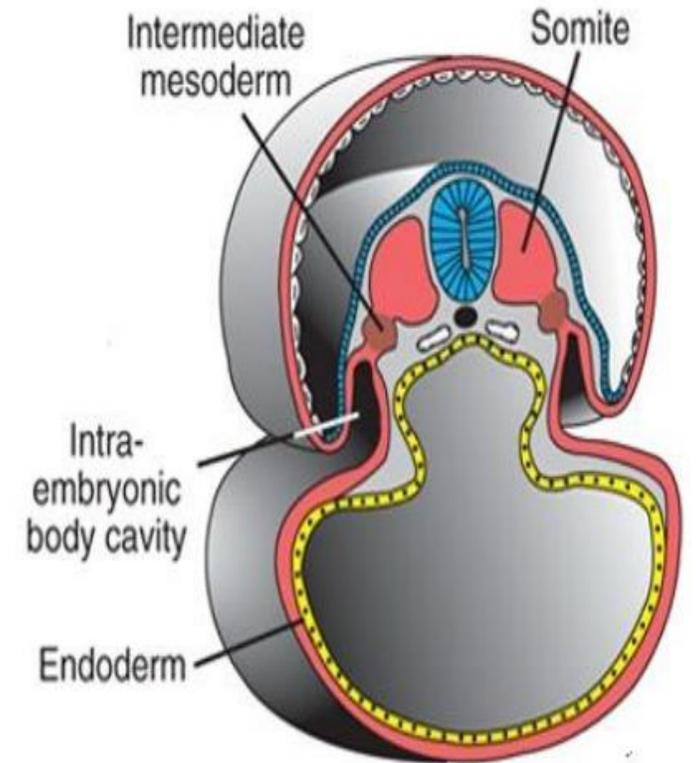
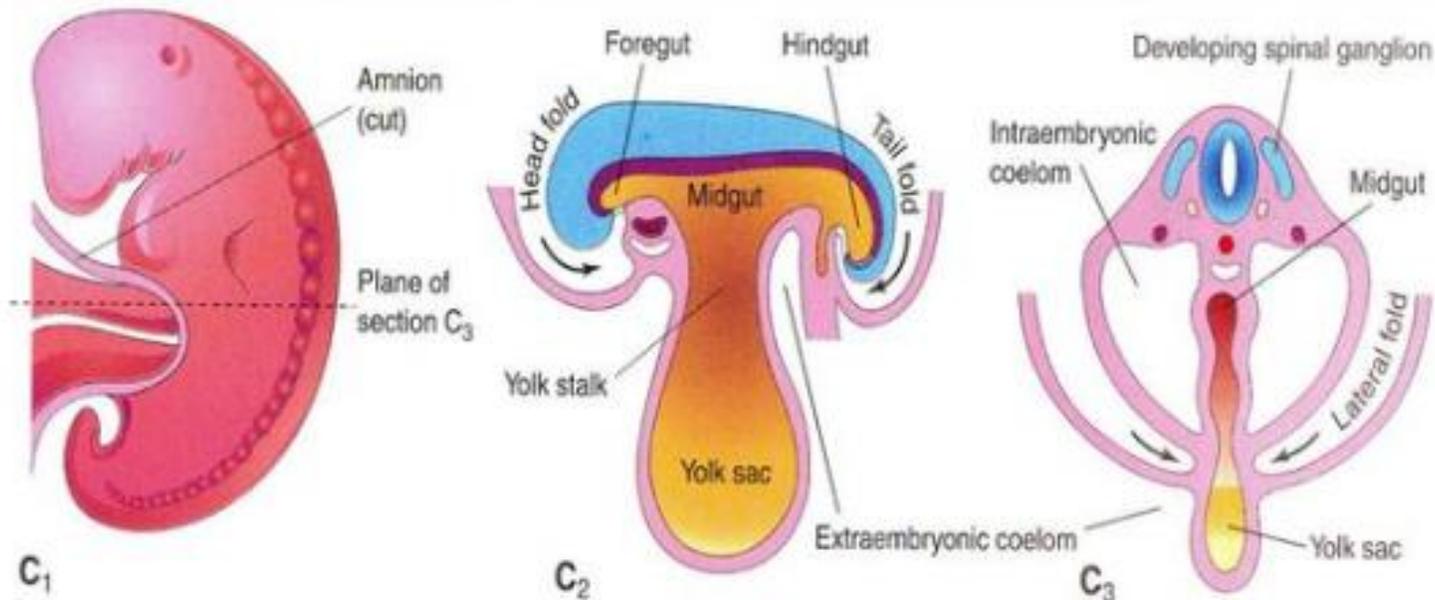
S3: mésoderme intermédiaire

- Le mésoderme intra-embryonnaire se différencie en 3 parties: le mésoderme para-axial, le **mésoderme intermédiaire** et le mésoderme des lames latérales.
- Le mésoderme intermédiaire donne naissance aux **structures néphritiques embryonnaires**, à une partie des glandes surrénales, aux gonades et au système des conduits génitaux.



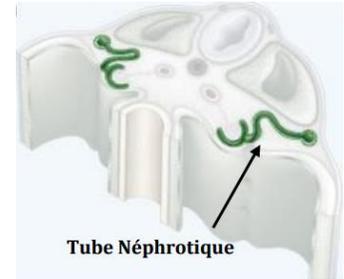
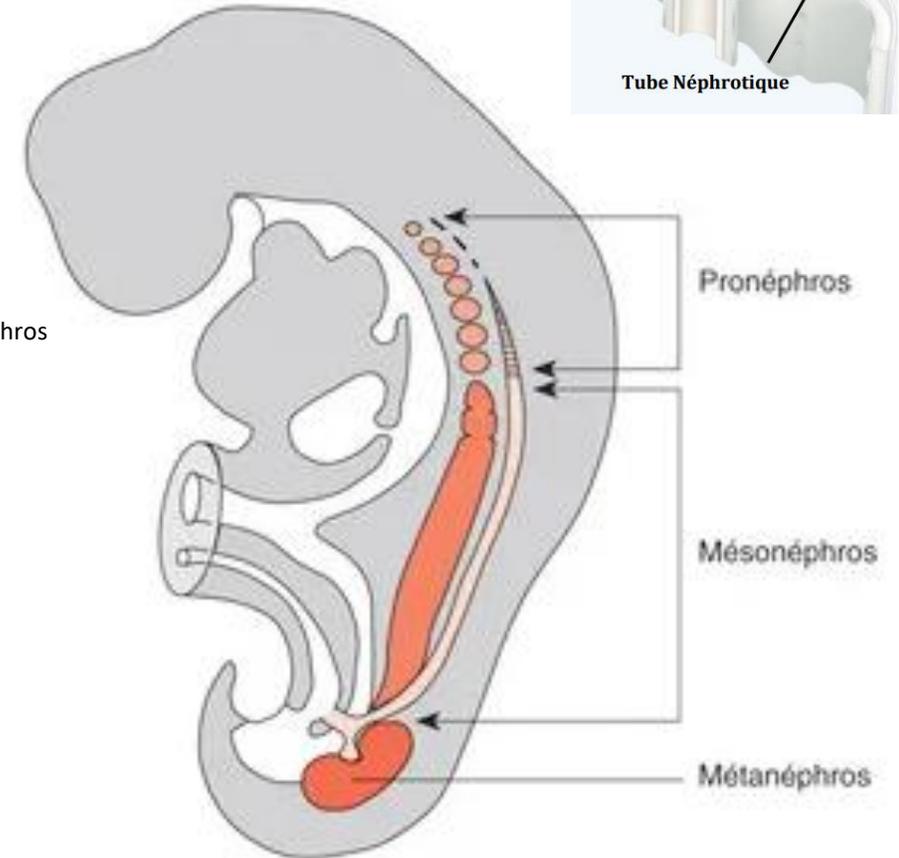
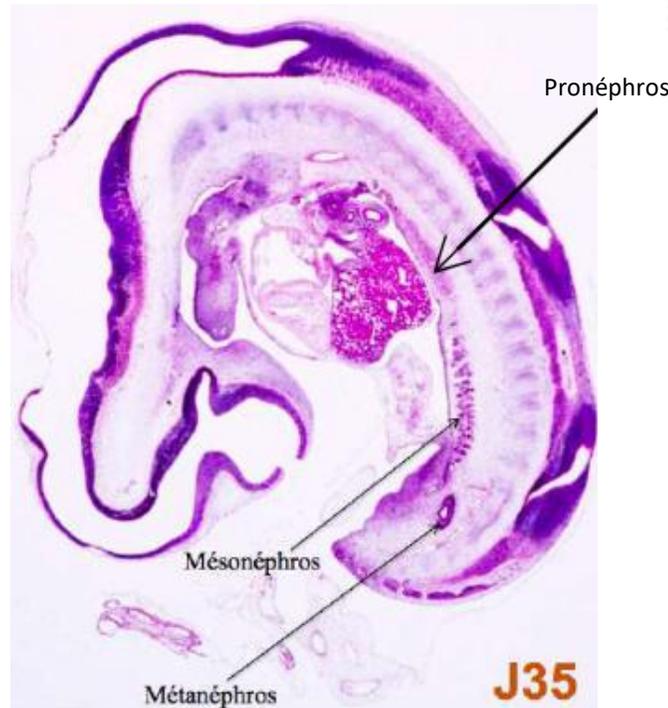
S3-S4: soulèvement de l'embryon

- Plissement longitudinal et transversal.
- Le disque embryonnaire tridermique aplati se transforme en un cylindre tridermique allongé.

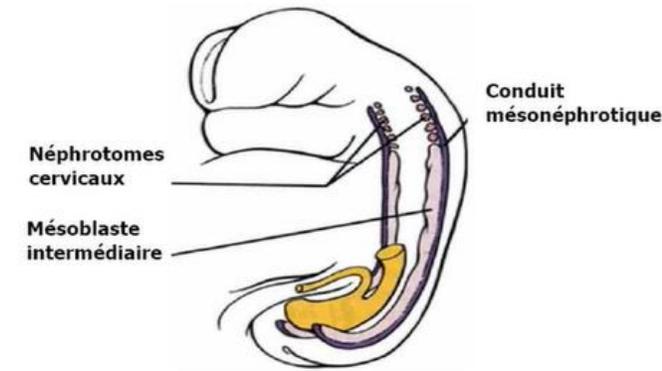


3 structures néphritiques

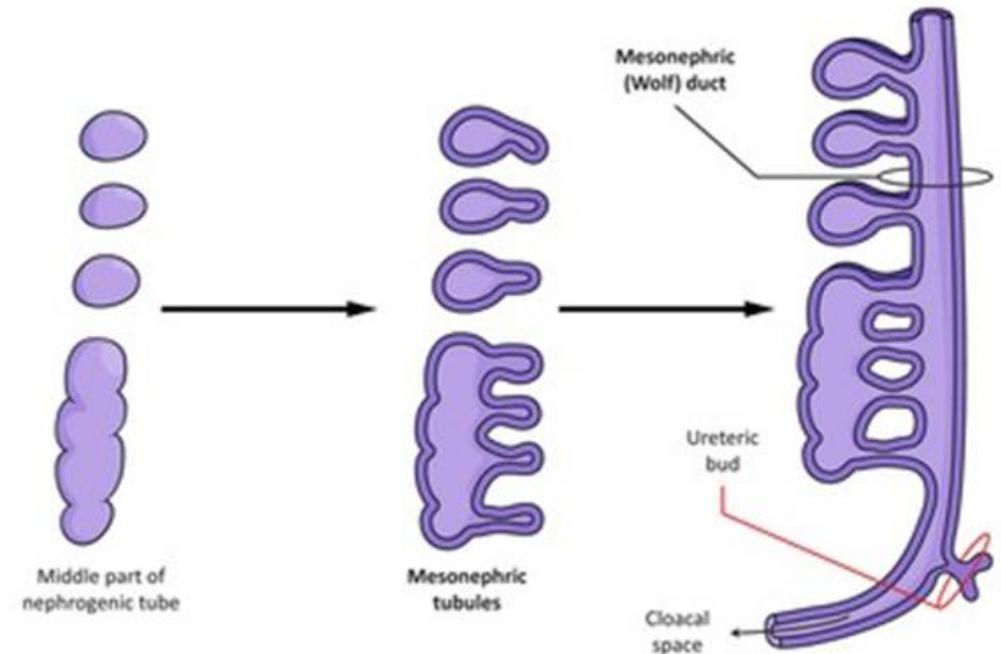
- Cordon néphrogène
- S3-S8: 3 groupes de structures néphritiques se forment à partir du mésoderme intermédiaire et se succèdent dans le sens cranio-caudal:
 - **Pronéphros (rein primitif),**
 - **Mésonéphros,**
 - **Métanéphros (rein définitif).**



Formation du pronéphros et du conduit mésonéphrotique

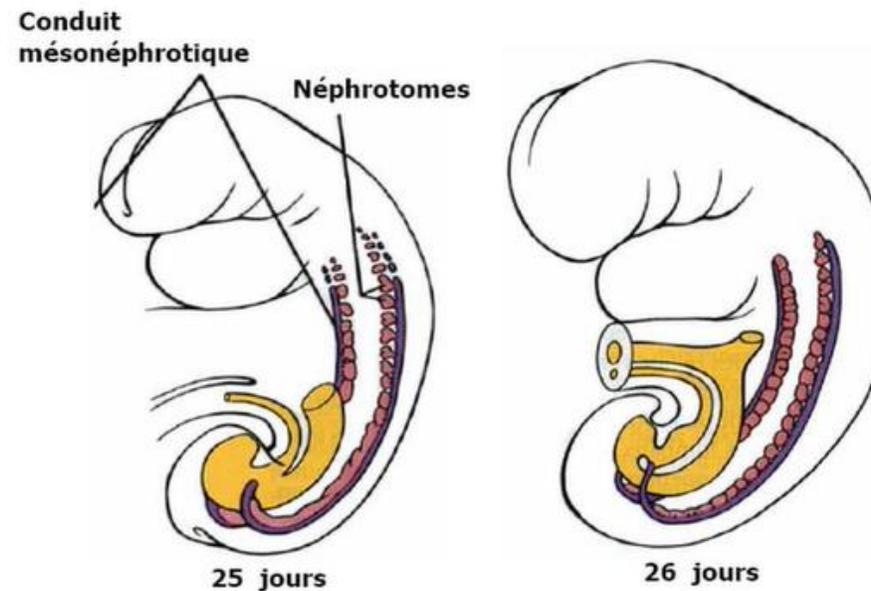


- S3-S4: condensation du MI ventro-médial en une série de bourgeons épithéiaux= **pronéphros**
- Début S4: C5 à C7, apparait un petit conduit résultant de l'épithélialisation d'une partie du mésoderme= **conduit mésonéphrotique (= canal de Wolff)**
- Accroissement en direction caudale.
- Structure transitoire, non fonctionnelle

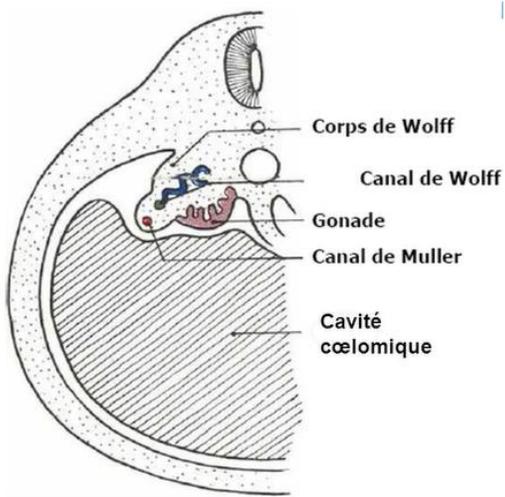


Mésonéphros

- Les conduits mésonéphrotiques induisent la formation de **bourgeons mésonéphrotiques** aux dépens du mésenchyme dérivé du MI plus caudal, initiant de ce fait la formation du **mésonéphros**.

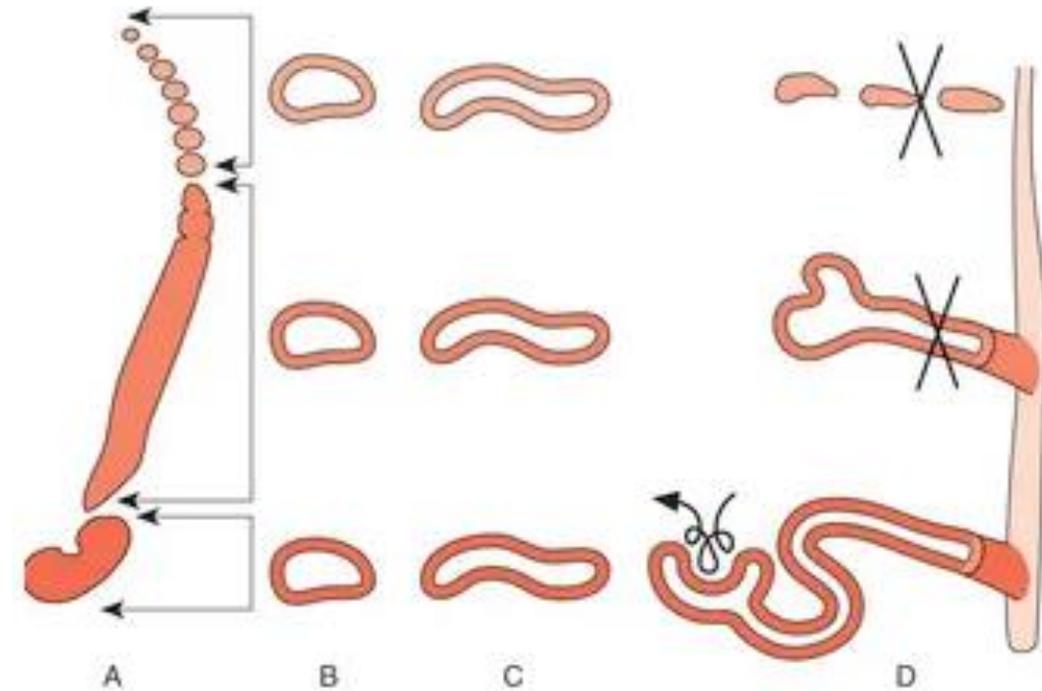


- Les conduits wolffiens se dirigent vers les parois ventro-latérales du cloaque, avec lesquelles ils **fusionnent à J26**.



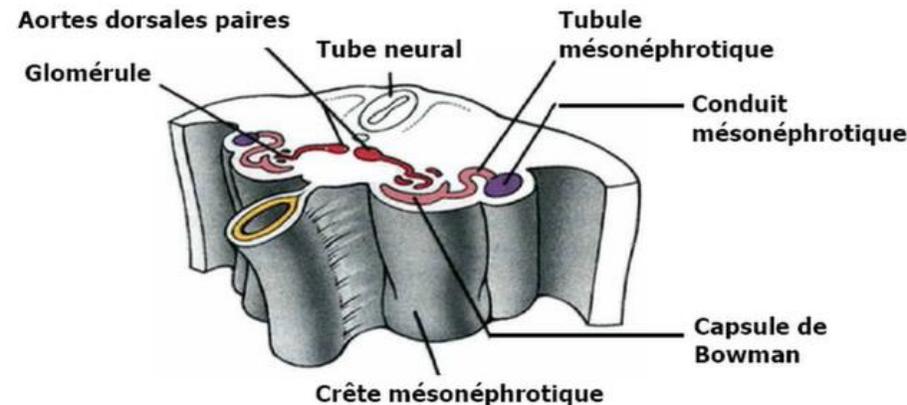
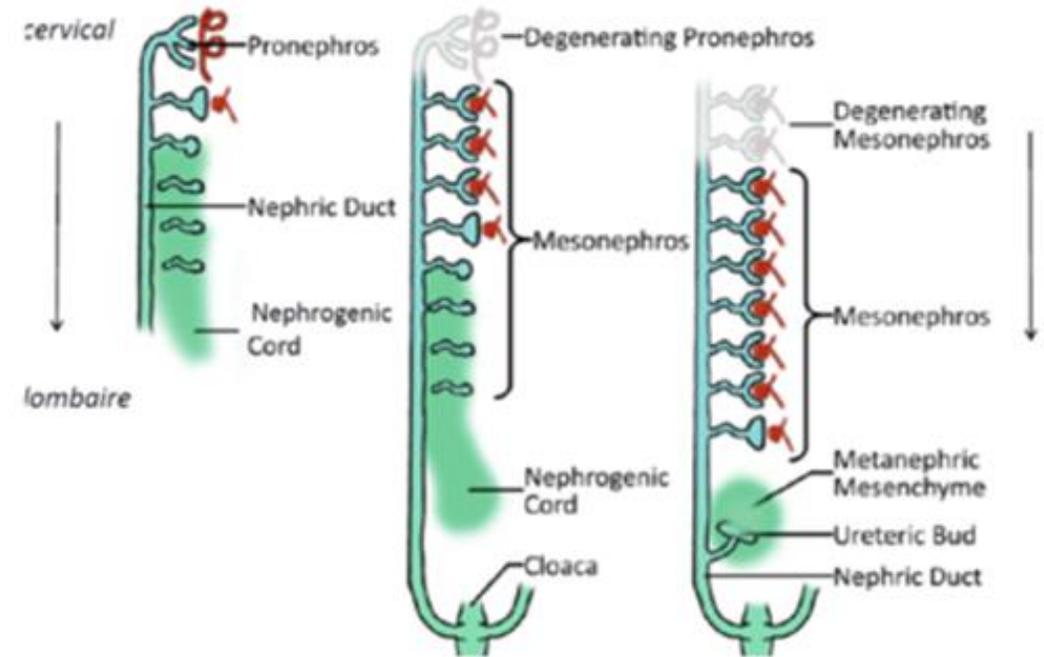
Tubule mésonéphrotique

- S4: les **tubules mésonéphrotiques** commencent à se développer au sein des bourgeons mésonéphrotiques adjacents au conduit mésonéphrotique.
- **Unités néphritiques fonctionnelles** entre S6 et S10 (produisent de petites quantités d'urines).
- Après S10, elles cessent de fonctionner.
- Elles régressent chez les embryons féminins.
- Chez les embryons masculins, elles donneront naissance aux conduits efférents du testicule.



Développement du mésonéphros

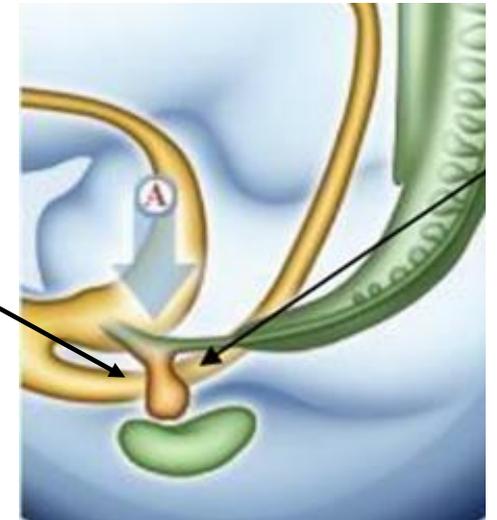
- **Fin S5:** régression massive de la région crâniale du mésonéphros.
- L'extrémité médiale du tubule présente la forme d'une cupule sacculaire appelée **capsule de Bowman**, qui se moule autour d'un nœud de capillaires appelé **glomérule** pour former un **corpuscule rénal**.



Développement du métanéphros

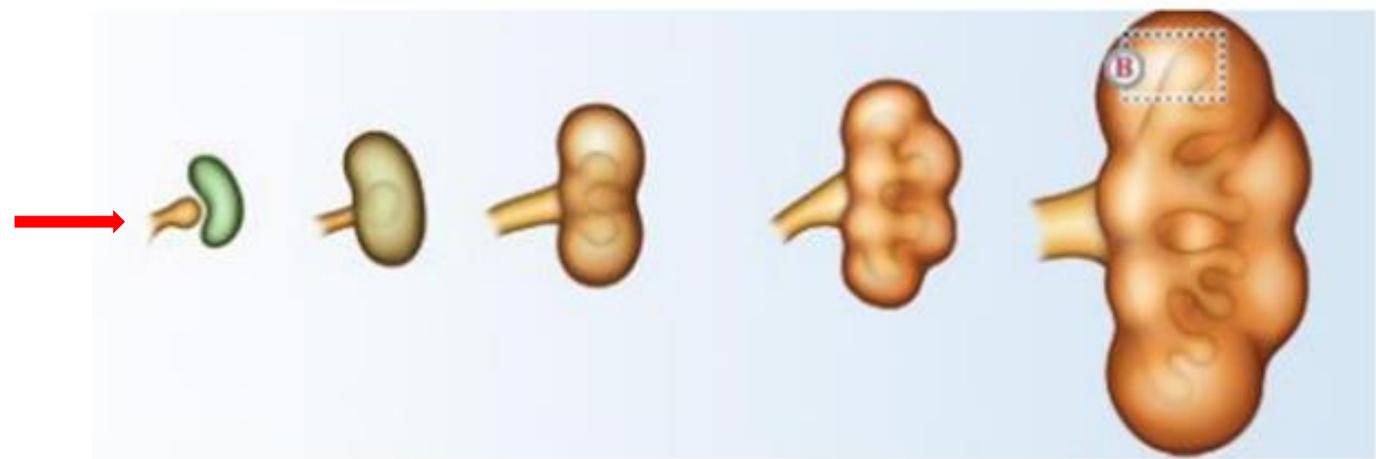
- **Les reins définitifs** comprennent 2 composantes: la **portion sécrétrice** et la **portion excrétrice** (origines différentes au sein du mésoderme intermédiaire)
- La formation du métanéphros commence par l'induction et la formation d'une paire de nouvelles structures, les **bourgeons urétéraux**.

Néphrotome (ou mésoderme intermédiaire)	Bourgeon urétéral
Capsule de Bowman Tubule contourné proximal Anse de Henlé Tubule contourné distal	Uretère Bassinnet Calices majeurs et mineurs Conduits collecteurs

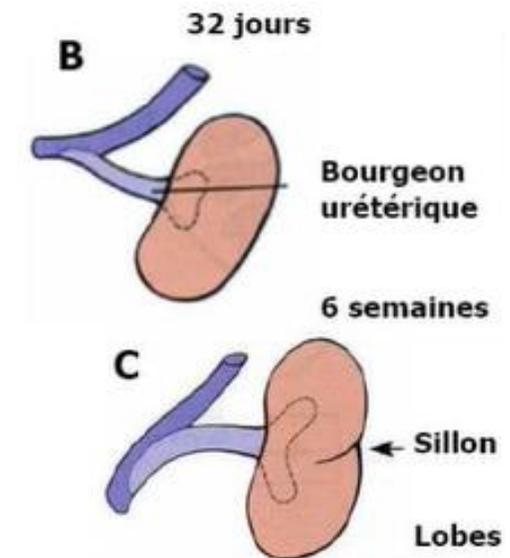


- Le développement du métanéphros implique une conversion mésenchymo-épithéliale, la formation et l'allongement de tubes épithéliaux, la ramification de ces tubes, une angiogénèse, ainsi que la spécification et la différenciation de nombreux types cellulaires spécialisés.

Développement du métanéphros



- Les **bourgeons urétéraux** sont des excroissances émanant de la partie distale de chacun des conduits mésonéphrotiques (J28).
- J32: chaque bourgeon urétérique pénètre dans une portion du mésoderme intermédiaire sacral appelée **mésenchyme métanéphrotique**, et commence à se bifurquer.
- A mesure que le bourgeon urétérique se ramifie, chaque nouvelle **extrémité urétérique** en voie d'accroissement est recouverte par un agrégat en forme de coiffe de tissu mésenchymateux qualifié de **mésenchyme de la coiffe**.
- **Fin S16**: 14-16 lobes se sont formés, apparence lobulée du métanéphros

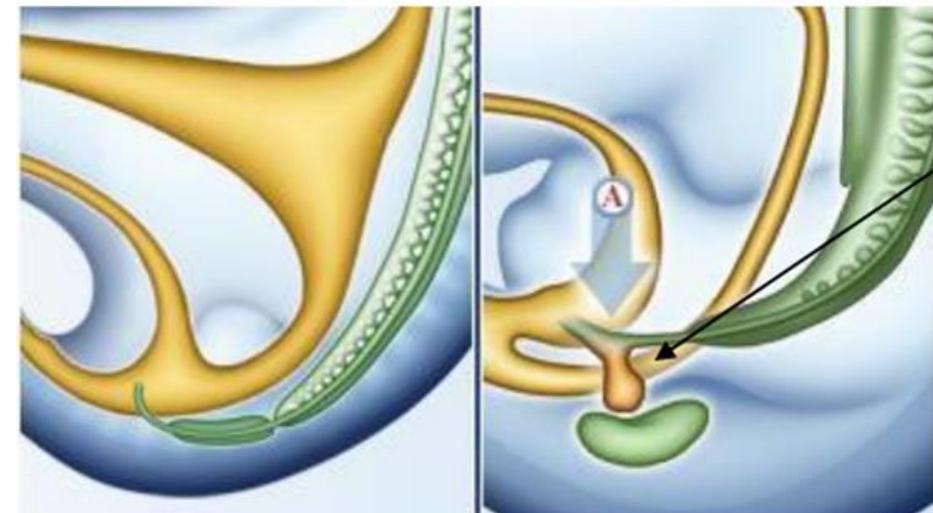
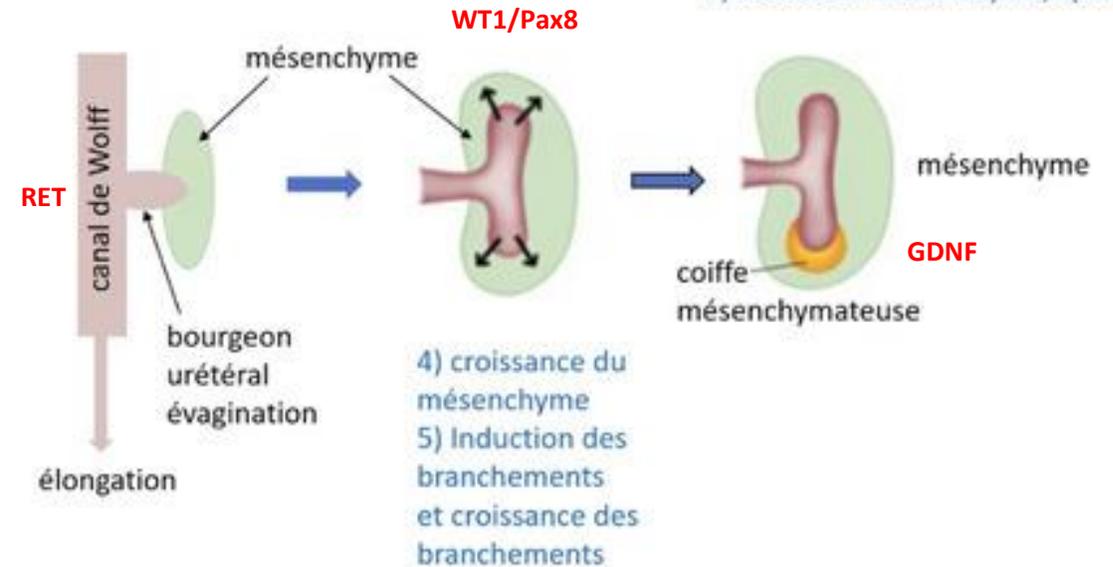


Signaux inducteurs

- La différenciation des néphrons métanéphrotiques dépend de **signaux inducteurs** entre le BU et le mésenchyme de la coiffe.
- Des facteurs exprimés dans le mésoderme métanéphrotique contrôlent l'induction et la ramification du BU.
- Inversement, des **signaux inducteurs réciproques** émanant du mésenchyme de la coiffe contrôlent la ramification et la croissance des extrémités des branches de bifurcation des bourgeons urétériques.

- 1) Elongation du canal de Wolff
- 2) spécification du mésenchyme
- 3) évagination d'un bourgeon

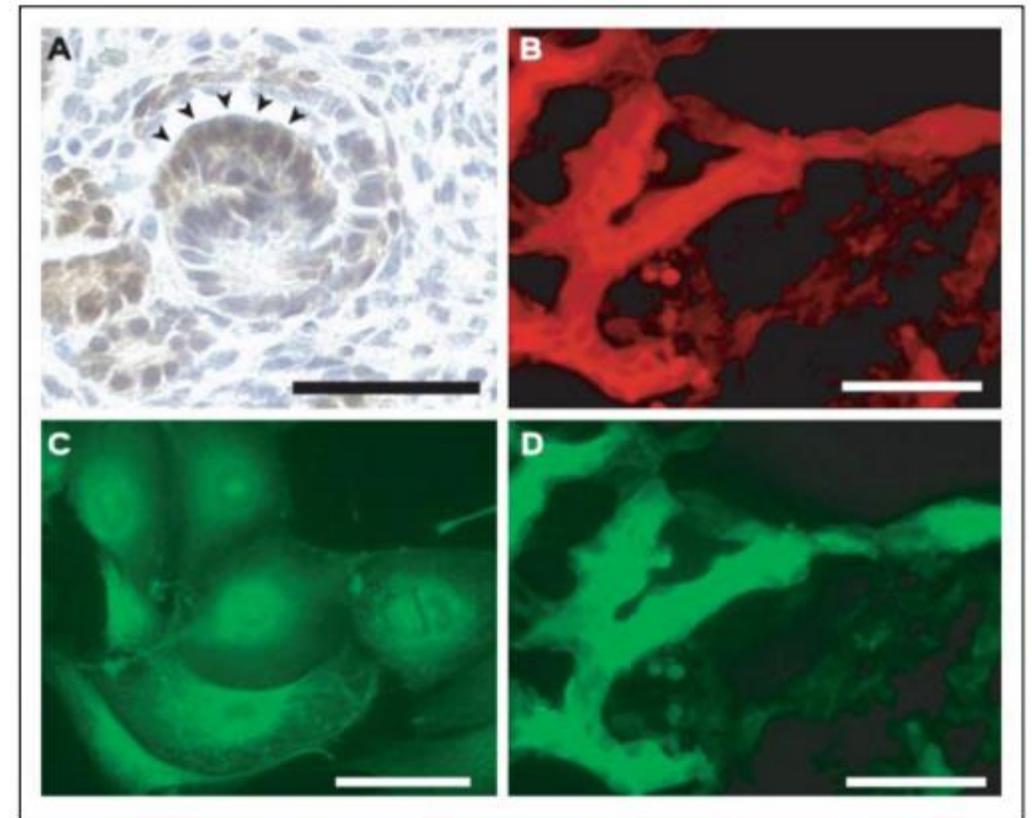
- 6) induction et condensation du mésenchyme à l'apex des bourgeonnements
- 7) transition mésenchyme/épithélium

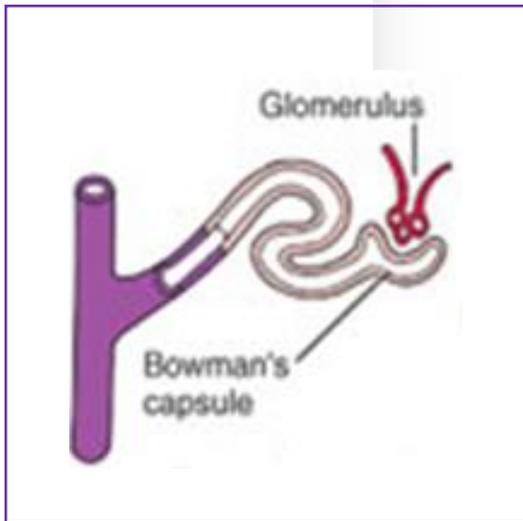
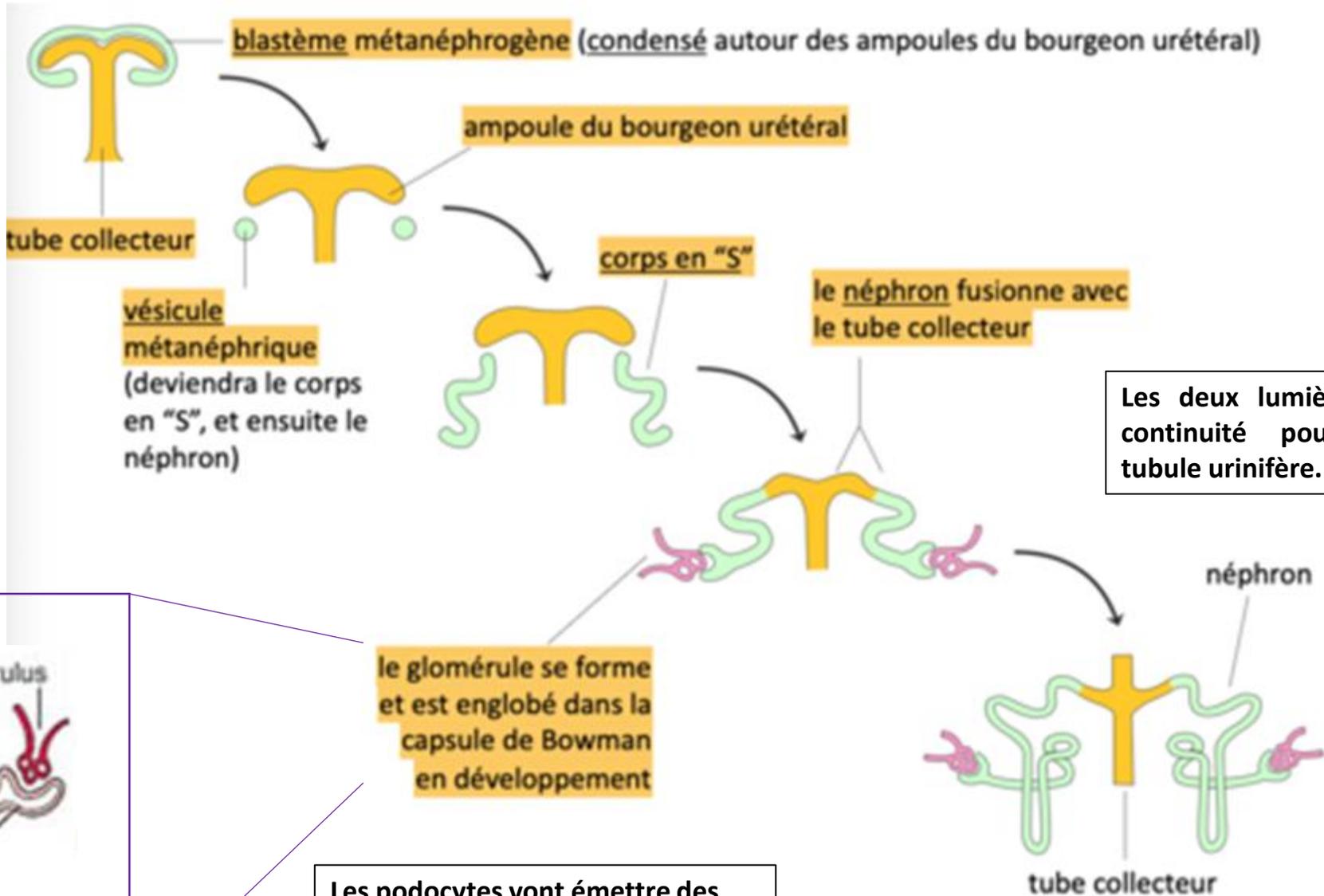


Expression de Pax 2

- Pax2 est impliqué dans le développement embryonnaire.
- Les souris mutées Pax2 $-/-$ présentent entre autres des anomalies du développement oculaire/rénal
- Au niveau rénal, Pax2 intervient:
 - Dans l'élongation et l'évagination du BU
 - Dans l'induction du métanéphros
 - Dans l'arborescence du BU (apoptose)

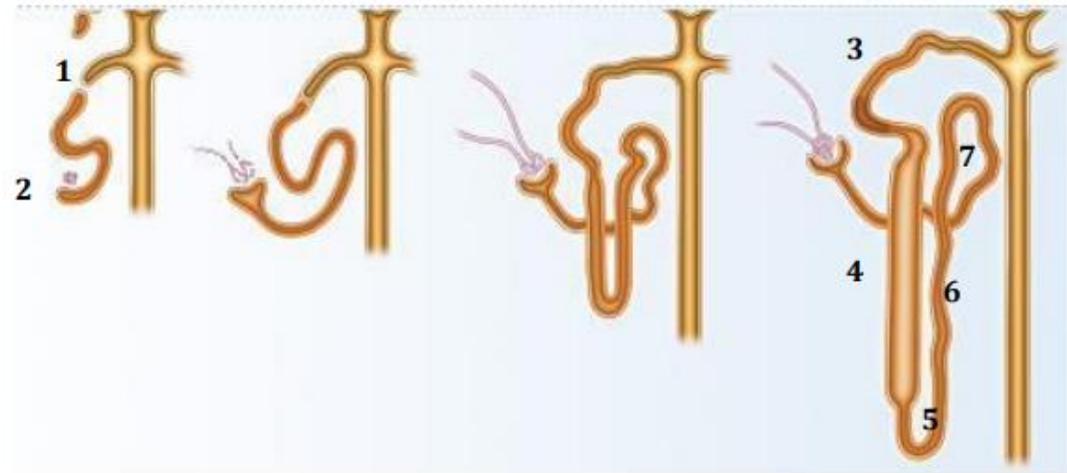
La protéine PAX2 est identifiée par immunohistochimie dans la portion distale des corps en S des reins d'embryons de souris (têtes de flèches)





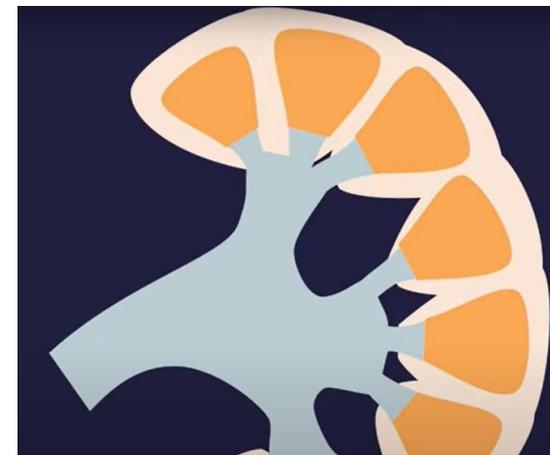
Les podocytes vont émettre des facteurs qui vont attirer les éléments vasculaires issues de l'aorte.

- Le tubule urinifère en cours d'allongement forme les autres constituants du néphron: TCP, les branches ascendantes et descendantes de l'anse de Henlé et le TCD.

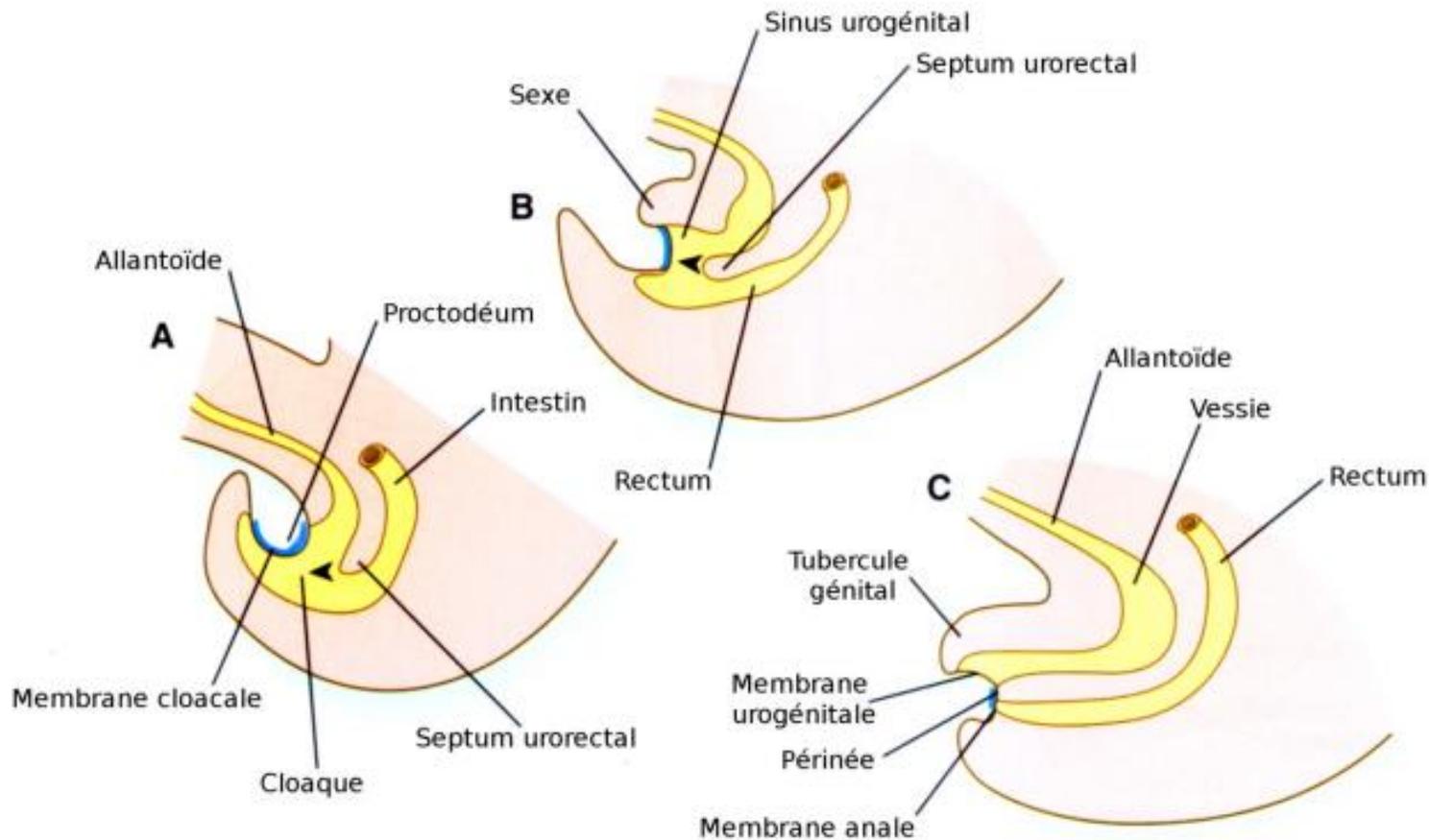


1. Extrémité craniale de la vésicule en contact avec l'extrémité d'une branche adjacente. 2. Extrémité caudale de la vésicule. 3. Tube Contourné Distal. 4. Tube Droit Distal. 5. Anse de Henlé. 6. Tube Droit Proximal. 7. Tube Contourné Proximal.

- Dans le rein arrivé à maturité, les urines s'écoulent dans un **système collecteur** qui comprend les tubules collecteurs, les calices mineurs et majeurs, le bassinet et l'uretère.
- **Série de bifurcations successives (jusqu'au 13^e ordre).**
- **Phénomène d'intussusception**: les branches préalablement formées entre en coalescence.
- S7: formation des calices mineurs (tubules formés du 1^{er} au 4^e ordre).
- Le BU continue de se diviser jusque S32 (1 M de tubules collecteurs).



Sinus urogénital



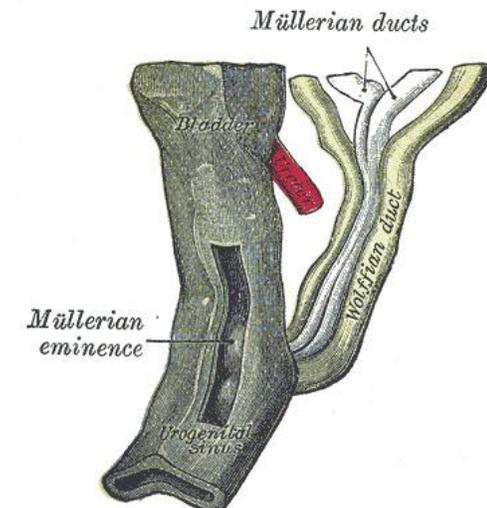
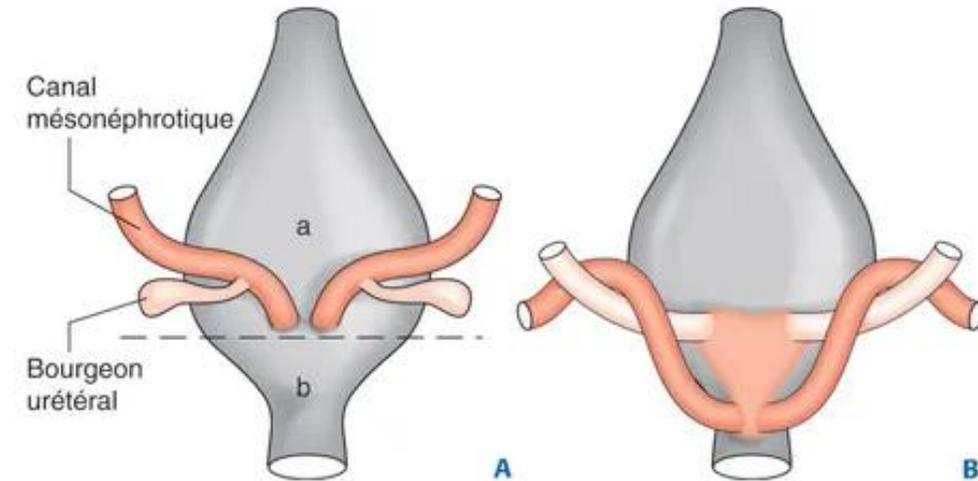
Dérive de l'intestin postérieur (1/3 distal du côlon transverse, côlons descendant et sigmoïde, 2/3 supérieurs du canal ano-rectal).

Au-dessus de la membrane cloacale, le tube intestinal primitif forme une dilatation nommée cloaque.

S8: le septum uro-rectal divise le cloaque en un sinus urogénital ventral, et un canal ano-rectal dorsal.

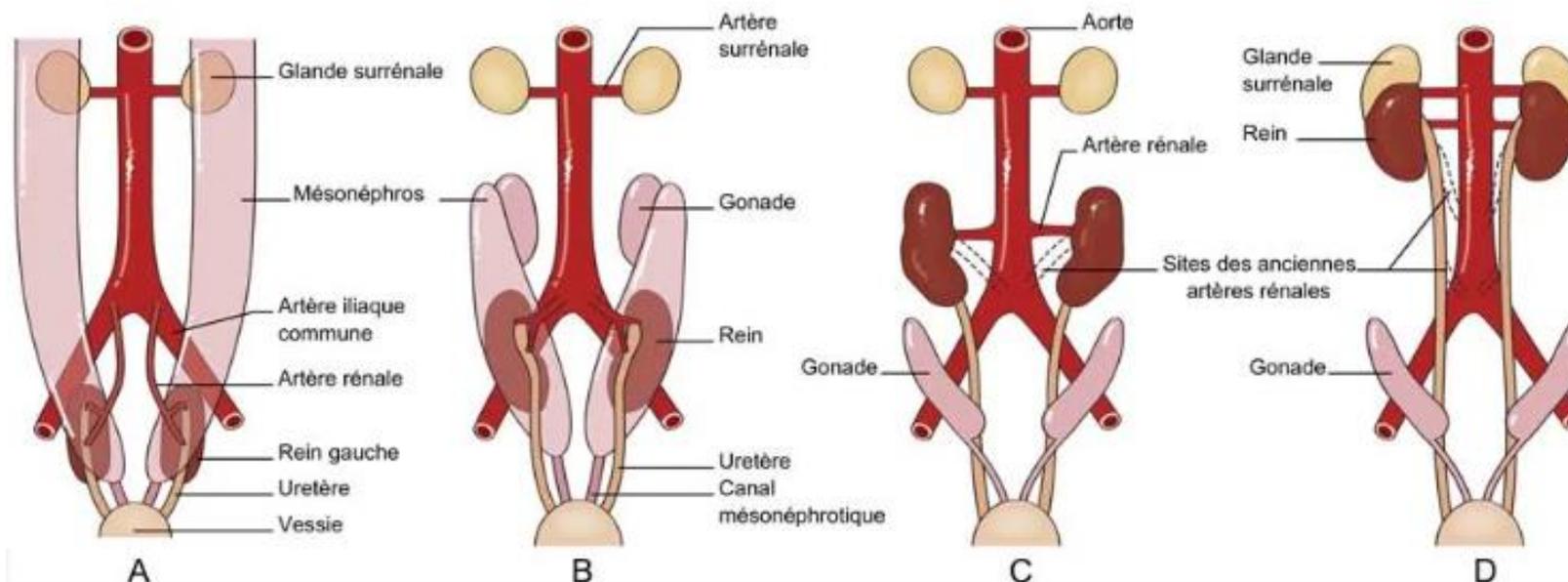
Incorporation des conduits mésonéphrotiques

- Les portions distales des conduits mésonéphrotiques ainsi que des conduits urétériques **s'incorporent dans la paroi postérieure de la vessie présomptive.**
- Les conduits mésonéphrotiques s'évasent pour s'accroître, s'aplanir et se confondre avec la paroi vésicale.
- Ce processus incorpore les uretères dans la partie supérieure de la paroi vésicale alors qu'il déporte caudalement les abouchements des conduits mésonéphrotiques jusqu'à ce qu'ils s'ouvrent dans l'urètre pelvien.
- Cette zone triangulaire ainsi formée constitue le **trigone vésical**



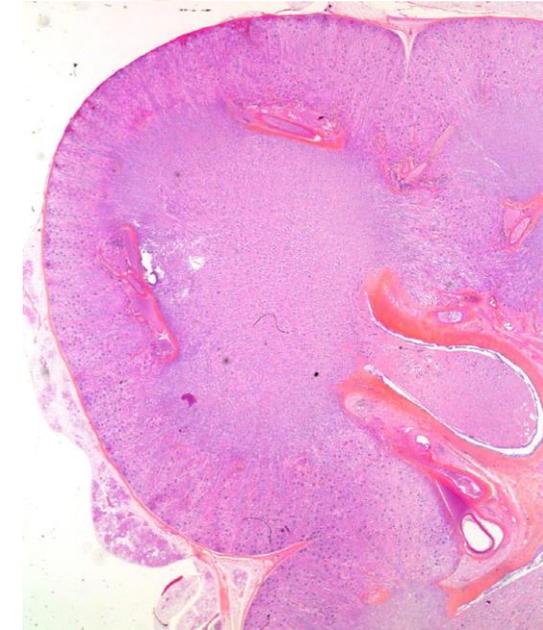
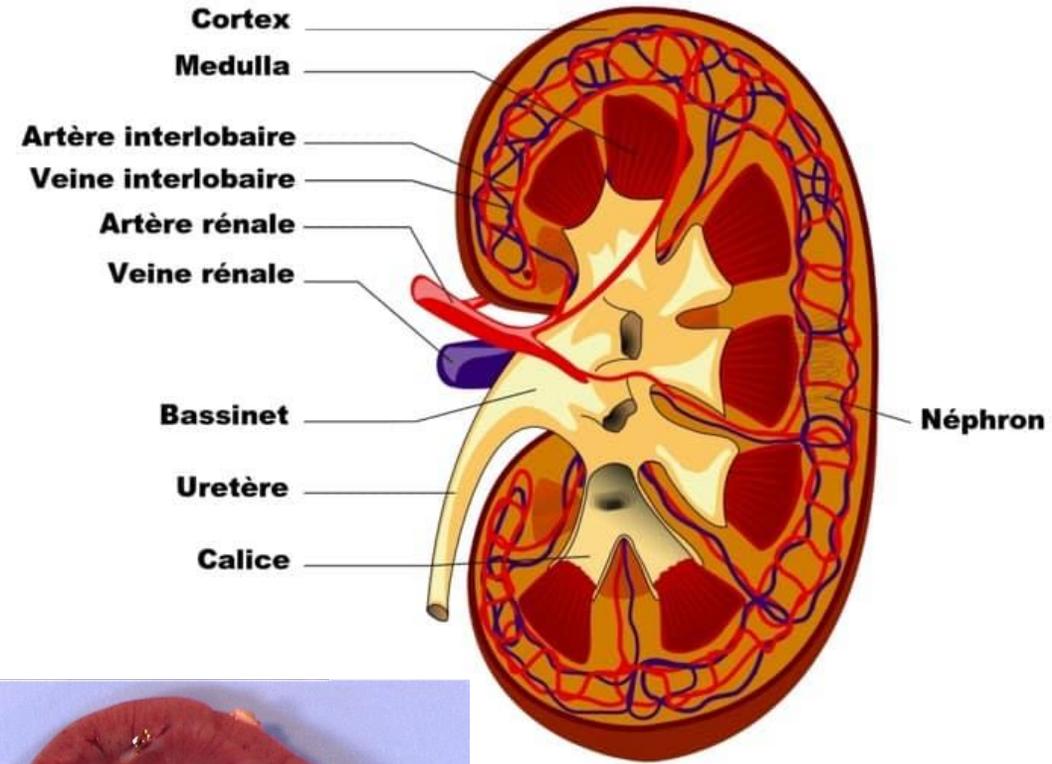
Migration/rotation du rein

- S6-S10
- Mécanisme : mal connu
 - Croissance différentielle au niveau des régions lombaire et sacrée
 - Vascularisation successive par séries d'artères provenant de l'artère dorsale
- Rotation 90°



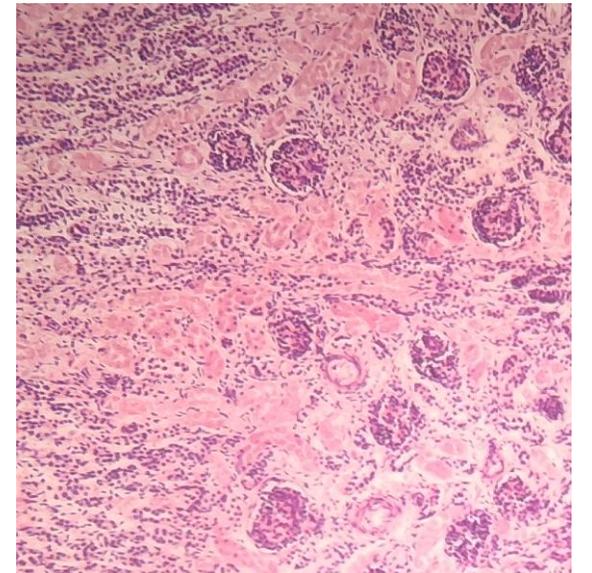
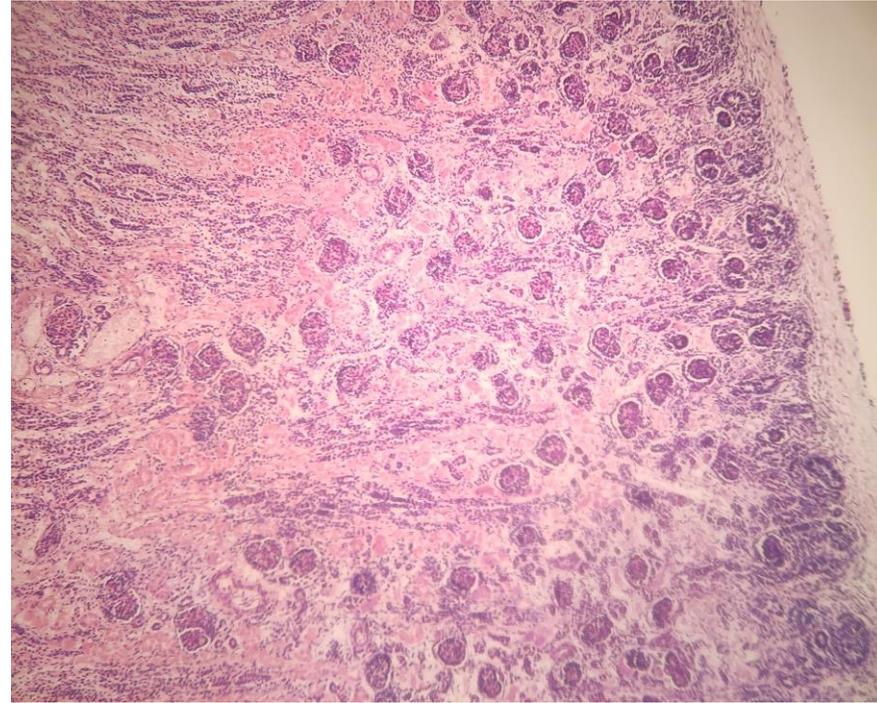
Anatomie

- Le rein humain est **plurilobé** (10 à 18 lobes).
- Chaque lobe comporte une **zone de cortex** qui entoure la **médulla**.
- Les **pyramides médullaires** sont séparées par des zones de cortex appelées **colonnes de Bertin**.
- La **papille** correspond à la partie apicale des pyramides et se draine dans les **calices**.

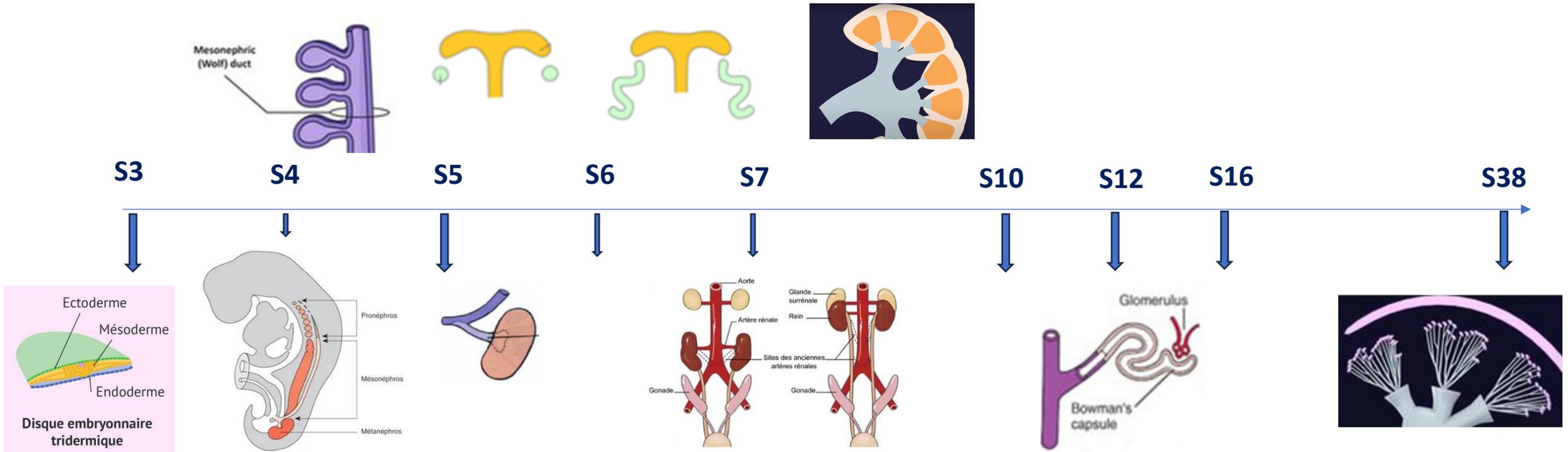


Microscopie

- Cortex: glomérules (flocule, capsule de Bowman), TCP, TCD.
- Médulla: tubules de l'anse de Henlé.
- Le nombre de glomérules va augmenter avec l'âge gestationnel.
- Un rein à terme comporte 9 à 10 rangs de glomérules matures (compte glomérulaire).



Conclusion



- Les anomalies de l'arbre urinaire représentent les malformations congénitales les plus fréquentes.
- Importance de comprendre la néphrogénèse.
- Le développement du système urinaire est un processus long qui se prolonge quasiment jusqu'à terme.
- Influence de nombreux gènes (WT1, Pax2, Ret, GDNF, Wnt4...).

Merci pour votre attention

