



UNIVERSITÉ  
BORDEAUX  
SEGALÉN

Licence Biologie - UE Biologie animale

---

# *Les appareils excréteurs des Métazoaires*

Étienne Roux

*Adaptation cardiovasculaire à l'ischémie INSERM U 1034  
UFR des Sciences de la Vie Université Bordeaux Segalen*

*contact: [etienne.roux@u-bordeaux2.fr](mailto:etienne.roux@u-bordeaux2.fr)*

*support de cours :*

*plateforme pédagogique l'UFR des sciences de la Vie  
[e-fisio.net](http://e-fisio.net)*

*plan du cours et descriptif de compétences (format pdf)  
diaporama du cours (format ppt)*

I. rôle des systèmes excréteurs

II. les types d'excrétion

III. animaux sans appareil excréteur

IV. les appareils excréteurs non spécialisés

# rôle des systèmes excréteurs

---

- ◆ maintien des concentrations en solutés dans l'organisme
  - ◆ maintien du volume d'eau dans l'organisme
  - ◆ osmorégulation
  - ◆ élimination des produits terminaux du métabolisme
    - carbone →  $\text{CO}_2$  = élimination par organe respiratoire
    - azote → élimination par des systèmes excréteurs
  - ◆ élimination des substances étrangères ou du produit de leur métabolisme
- nécessité d'un rendement variable des structures excrétrices

## II. les types d'excrétion

---

*principe général de l'excrétion*

ultrafiltration

transport actif

*animaux ammoniotéliques*

*animaux uricotéliques*

*animaux uréotéliques*

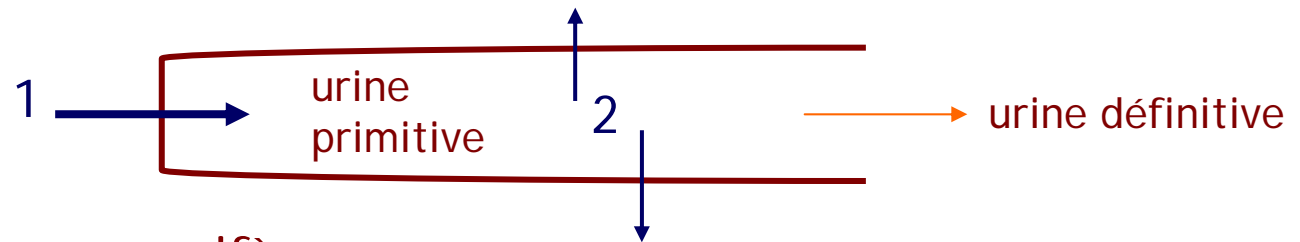
## ultrafiltration

ultrafiltration : passage passif et non spécifique d'eau et de solutés du milieu intérieur

filtration / réabsorption :

1. ultrafiltration

2. absorption active et sélective de solutés (et d'eau) de l'appareil excréteur vers le milieu intérieur



exemple : rein des mammifères

intérêt :

élimination non sélective de toute substance étrangère, même nouvelle

inconvénient :

nécessité de système de réabsorption active de la majeure partie de l'eau et des solutés ultrafiltrés

## ultrafiltration

mise en évidence : ultrafiltration d'inuline

inuline : polysaccharide végétal de faible poids moléculaire (5000 Da)

- non produite par l'organisme
- non métabolisée par l'organisme
- passe la barrière de filtration
- jamais excrétée manière active
- jamais réabsorbée de manière active  
(aucun mécanisme de transport actif connu)

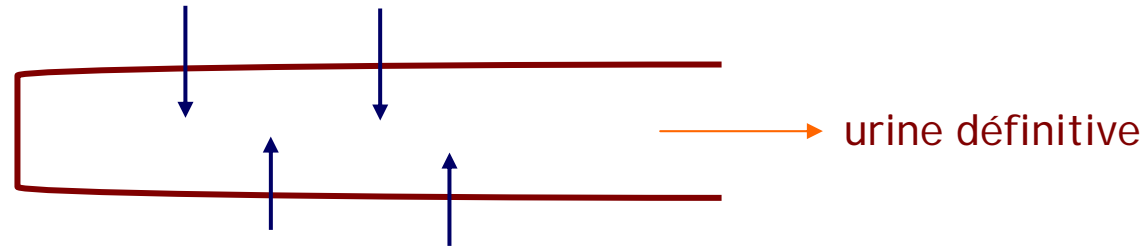
injection d'inuline dans le corps :

si présence d'inuline dans l'urine : → ultrafiltration

toute l'inuline présente dans l'urine définitive est le résultat d'une filtration

## transport actif

transport actif : passage actif et sélectif de solutés du milieu intérieur



exemple : tubes de Malpighi des Insectes

intérêt :

élimination sélective des substances indésirables

inconvénient :

pas de possibilités d'élimination de substances nouvelles (pour lesquelles il n'existent pas de système actif d'élimination)

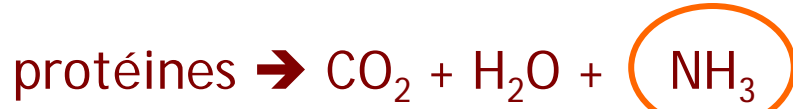
métabolisme des aliments

glucides →  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

lipides →  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$



## métabolisme des aliments



acides nucléiques

purines

acide urique

allantoïne

acide allantoïque

urée

$\text{NH}_3$

pyrimidines

acides aminés

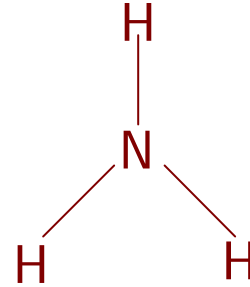
$\text{NH}_3$

urée

acide urique

## animaux ammonotéliques

élimination d'ammoniac  $\text{NH}_3$



soluble, petite taille : diffuse vite

→ peut être éliminé par diffusion à travers toute surface en contact avec l'eau, sans appareil excréteur

très toxique pour l'organisme, même à faible concentration

animaux ammoniotéliques

Invertébrés aquatiques  
poissons Téléostéens  
Crocodiles  
larves d'Amphibiens

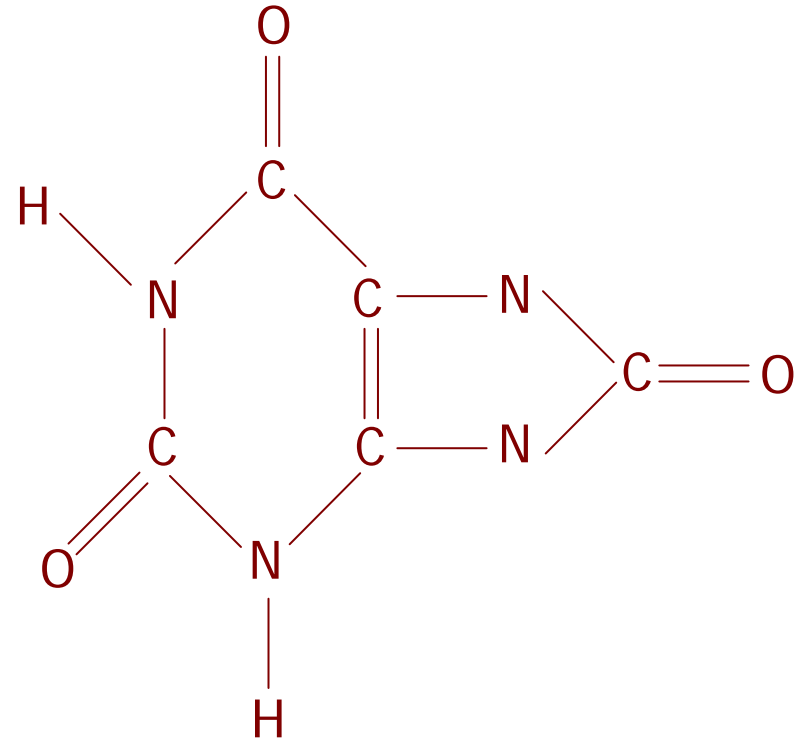
exemple : Cyprinidés : carpe (Téléostéens)

élimination d'azote par les branchies 6 à 10 fois plus que par  
les reins  
(90 % ammoniac, 10 % urée)

dépend du milieu de vie aquatique, plus que des liens phylétiques

animaux uricotéliques

élimination d'acide urique  $C_5H_4O_3N_4$



peu soluble dans l'eau (solubilité : 6 mg.L<sup>-1</sup>)

peu toxique pour l'organisme

## animaux uricotéliques

prédominant chez :

Insectes

Gastéropodes aériens

Serpents aériens

Reptiles

Oiseaux

(+ Crocodiles, Tortue)

peu soluble dans l'eau

→ précipite en milieu concentré : n'intervient plus dans l'osmose

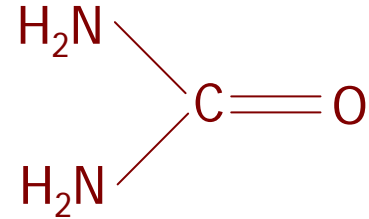
→ nécessite très peu d'eau pour son élimination

→ parfois stocké sans élimination (tissu adipeux) : certains Insectes

dépend du milieu de vie aérien, plus que des liens phylétiques

animaux uréotéliques

élimination d'urée  $\text{CH}_4\text{N}_2$



très soluble dans l'eau

moyennement toxique pour l'organisme

## animaux uréotéliques

Sélaciens

Coelacanthe

Tortues

Mammifères

Amphibiens adultes

(+ Téléostéens)

très soluble dans l'eau

→ intervient dans l'osmose : Sélaciens, Coelacanthe, Grenouille  
mangeuse de crabes

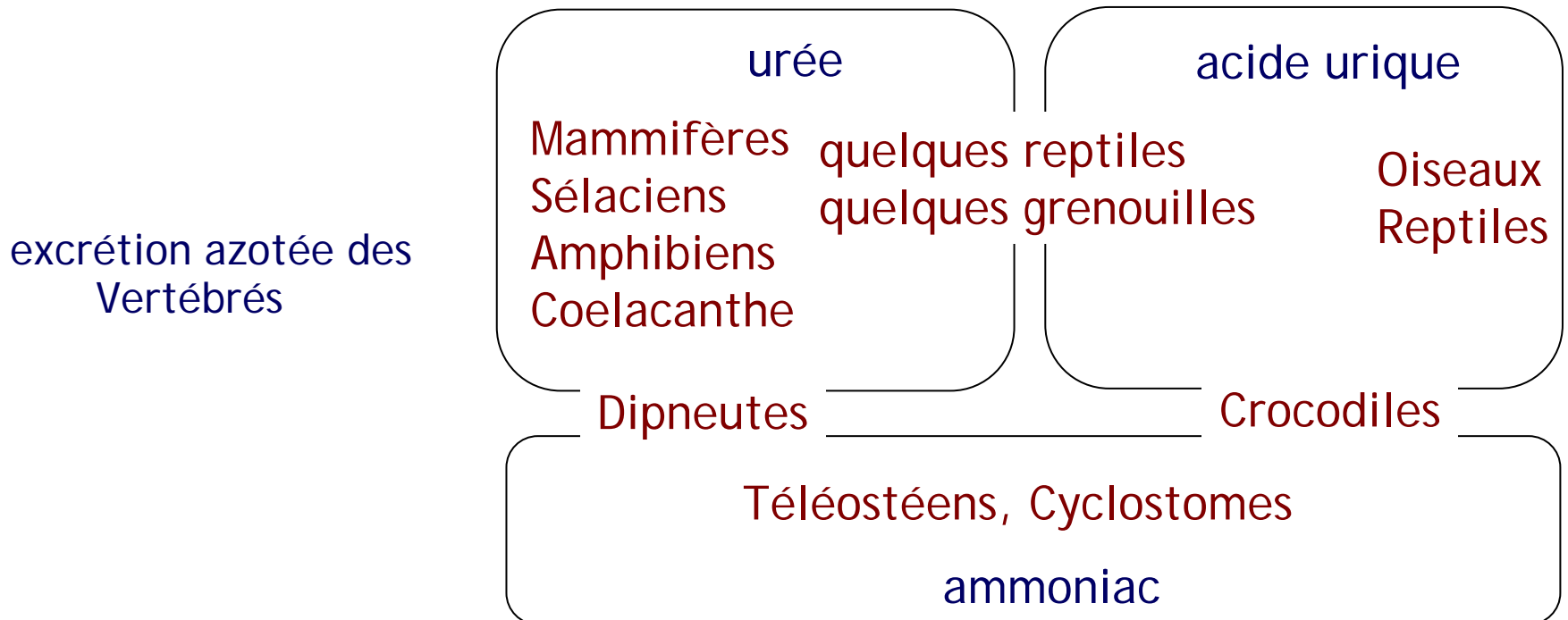
dépend du milieu de vie, plus que des liens phylétiques

ammonotéliques, uréotéliques, uricotéliques:  
dépend plus du mode de vie que des liens phylétiques

peut varier au cours de la vie chez le même individu :

Amphibiens : larve : ammoniac; adultes : urée

Dipneustes : vie aquatique : respiration branchiale, ammoniac  
vie aérienne : respiration pulmonée, urée





appareils non spécialisés : élimination de différents types de solutés sous forme d'urine (au sens large)

exemples :

organes néphridiens

tube Malpighi des Insectes

rein des Vertébrés

structures spécialisées : élimination d'un type de soluté

exemples : élimination de NaCl

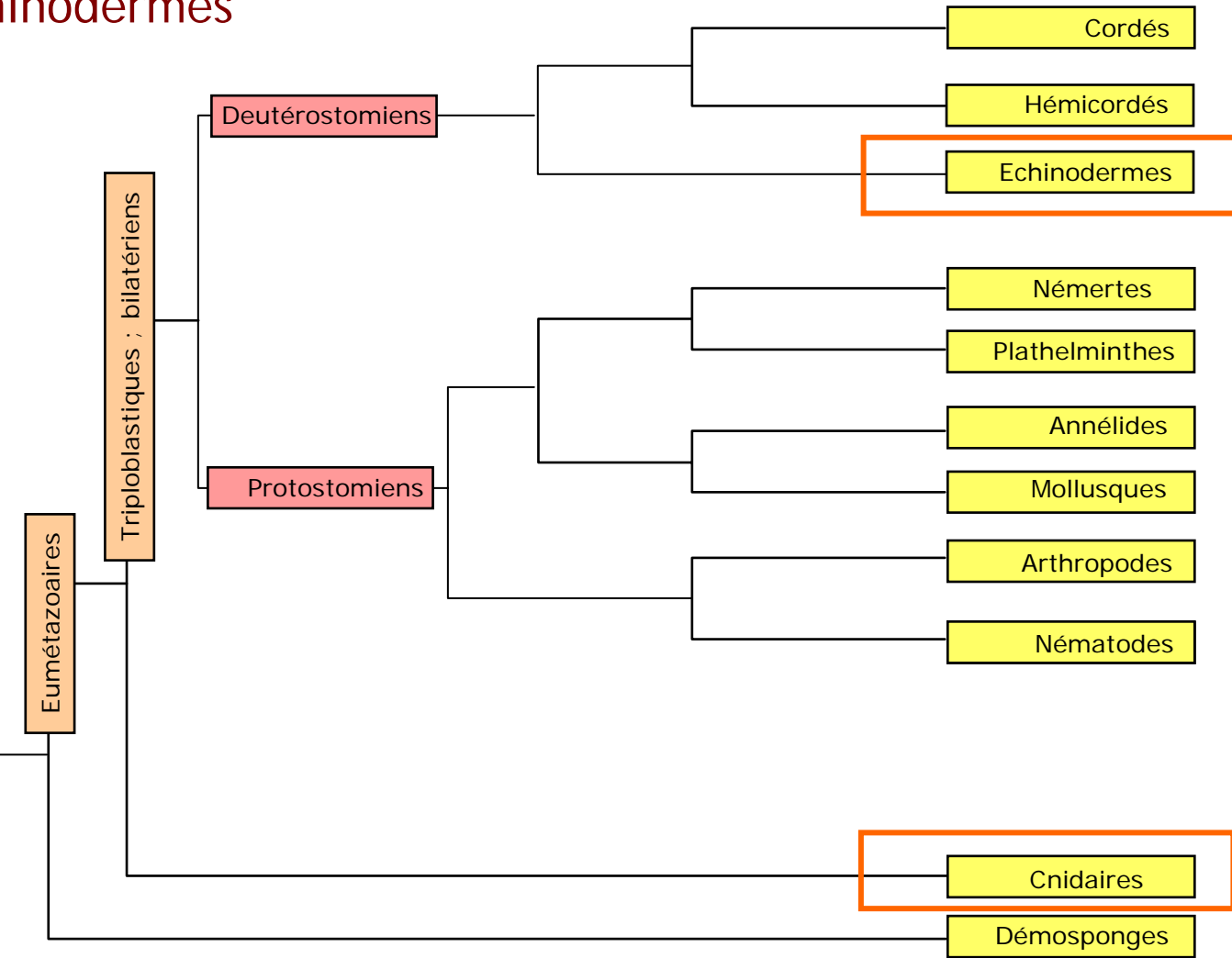
cellules à chlorures des branchies des Téléostéens

glande à sel des Oiseaux

# animaux sans appareil excréteur identifié

Cnidaires et Échinodermes

élimination par diffusion



pas de lien phylétique

# appareils excréteurs non spécialisés

---

## l'unité fonctionnelle

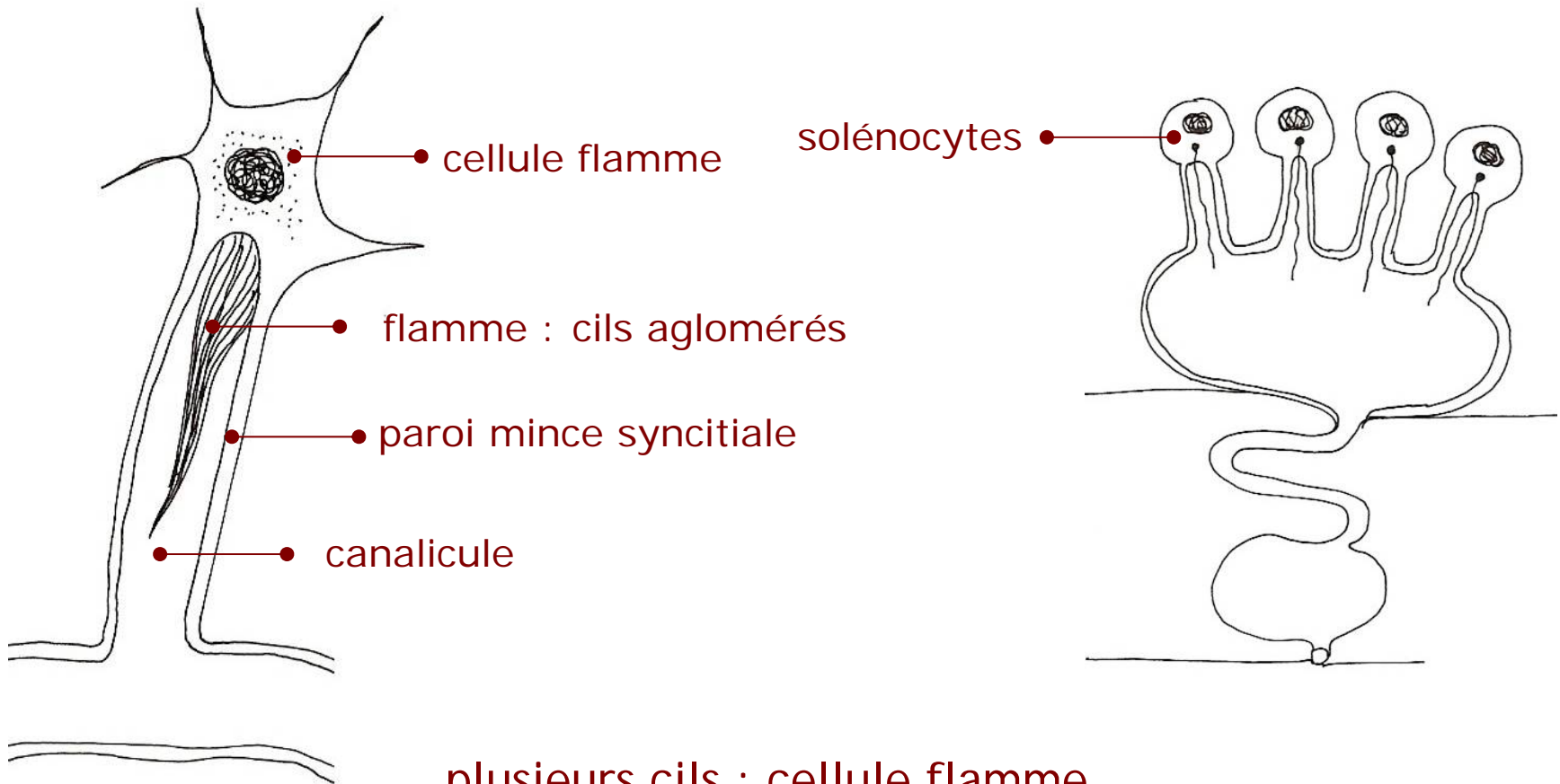
- la protonéphridie
- la métanéphridie
- le néphron
- le tube de Malpighi

## l'organisation de l'appareil excréteur

- appareils avec protonéphridies
- appareil sans protonéphridie
- appareil avec métanéphridies métamérisées
- appareil dérivé de métanéphridies : organe de Bojanus
- tubes de Malpighi des Insectes
- le système rénal des Vertébrés
  - formation*
  - pronéphros*
  - mésonephros. opisthonephros*
  - métanéphros*

## la protonéphridie

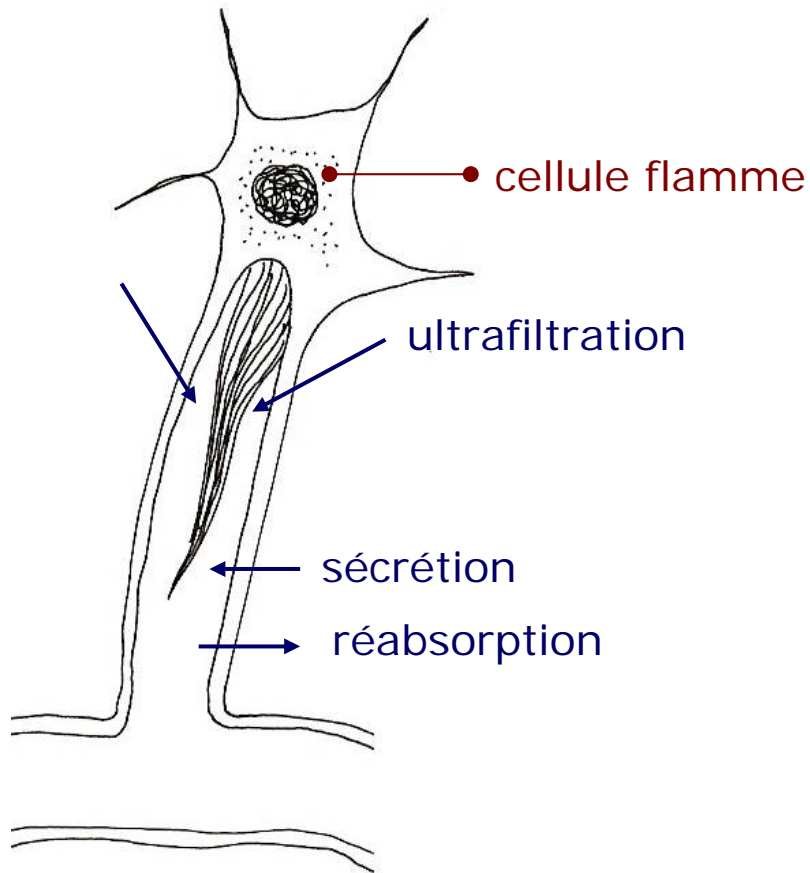
organe excréteur terminé en cul-de-sac



plusieurs cils : cellule flamme  
un seul cil : solénocyte

## la protonéphridie

organe excréteur terminé en cul-de-sac



fonctionnement : difficile à étudier

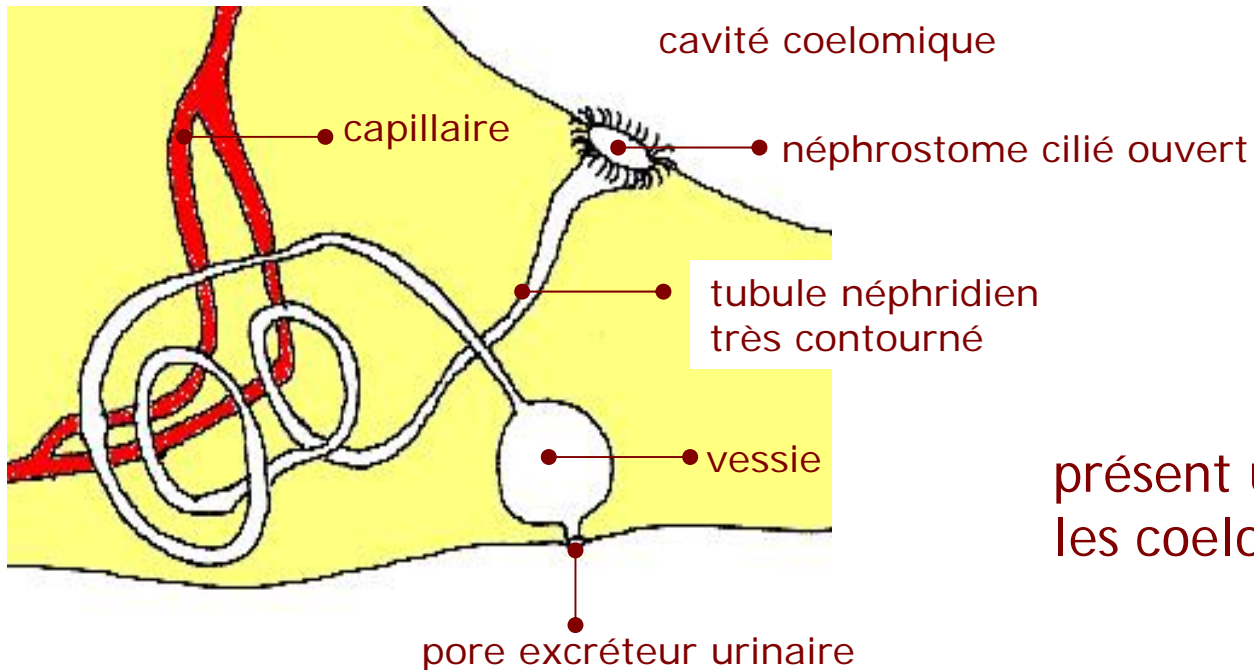
battements des cils : dépression  
→ ultrafiltration par dépression

présente surtout chez :  
Métazoaires dépourvus de cavité  
coélomique

certaines larves de Protostomiens  
coelomates

## la métanéphridie

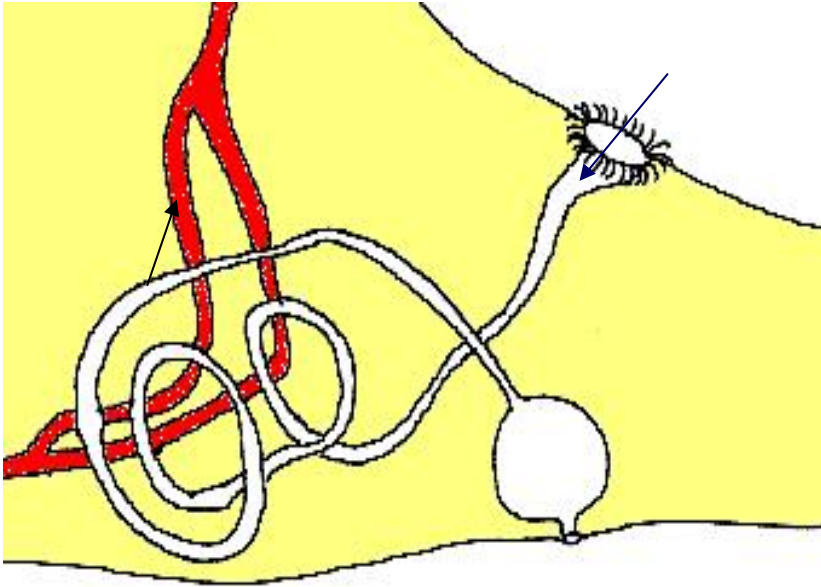
organe excréteur ouvert aux deux extrémités, non ramifié



présent uniquement chez les coelomates

## la métanéphridie

organe excréteur ouvert aux deux extrémités, non ramifié



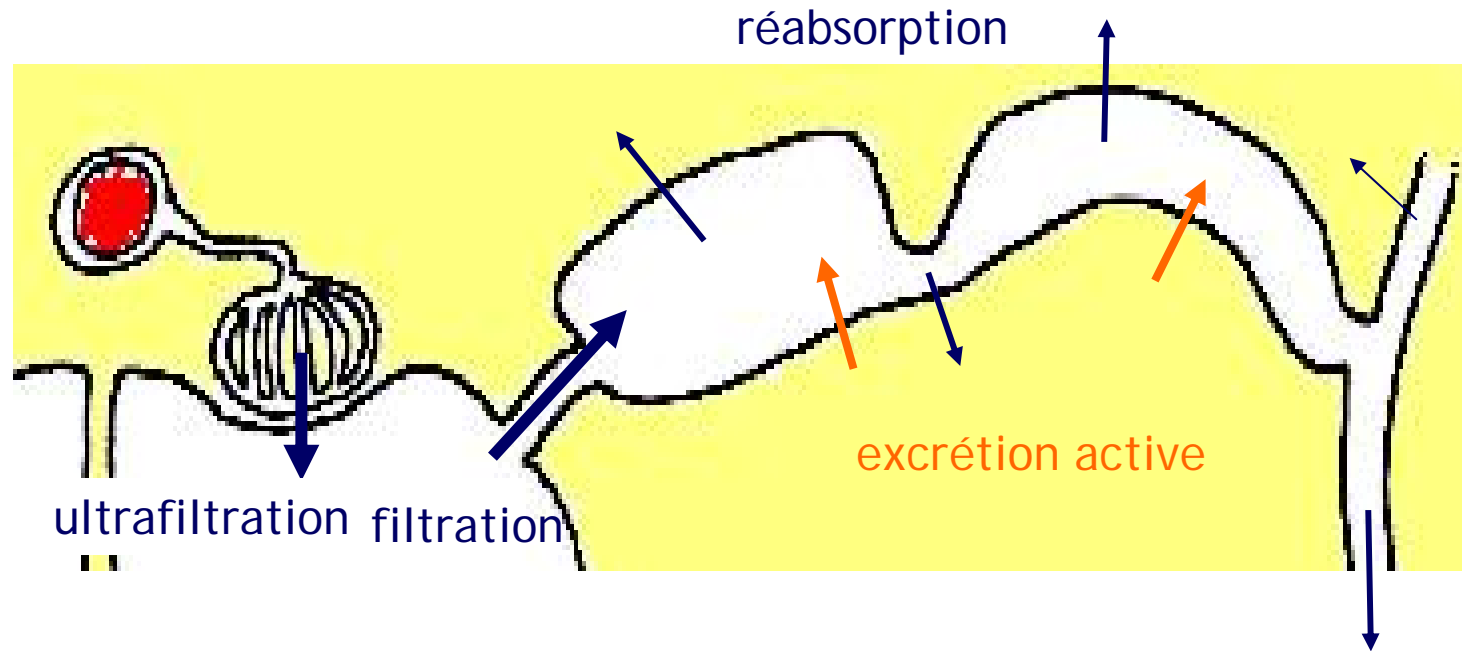
fonctionnement :  
filtration / réabsorption

filtration du liquide présent  
dans la cavité colomique

réabsorption d'ions dans la  
partie distale : urine diluée  
(régulation osmotique)

## le néphron

schéma d'un néphron ouvert



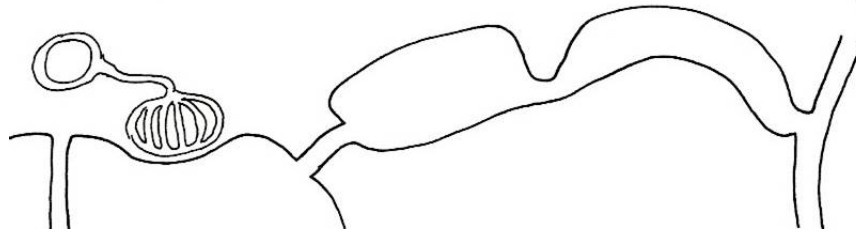


# appareils excréteurs

# l'unité fonctionnelle

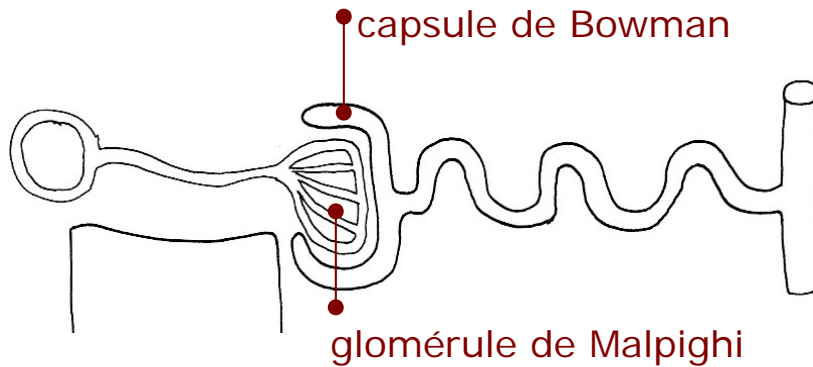
## le néphron

## les différents types de néphrons



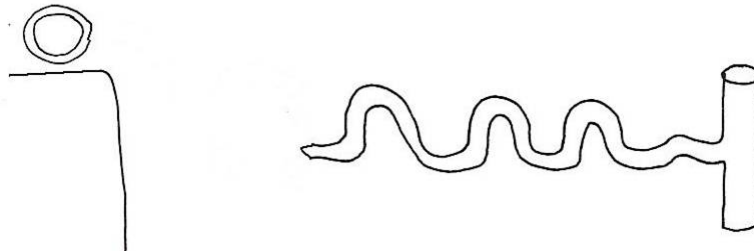
**néphron ouvert**

filtration / réabsorption



**néphron fermé**

filtration / réabsorption



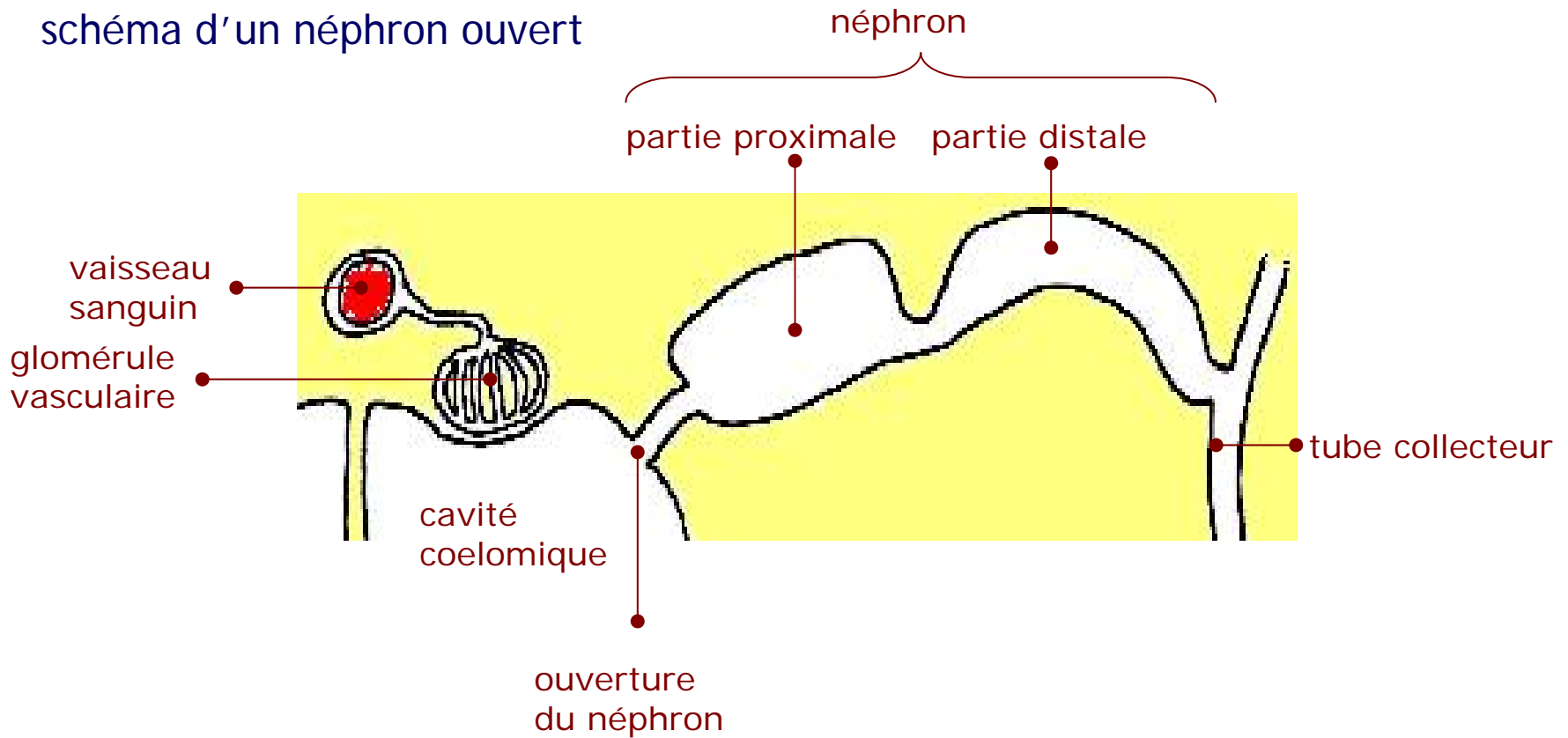
**néphron agglomérulé**

excrétion active

## le néphron

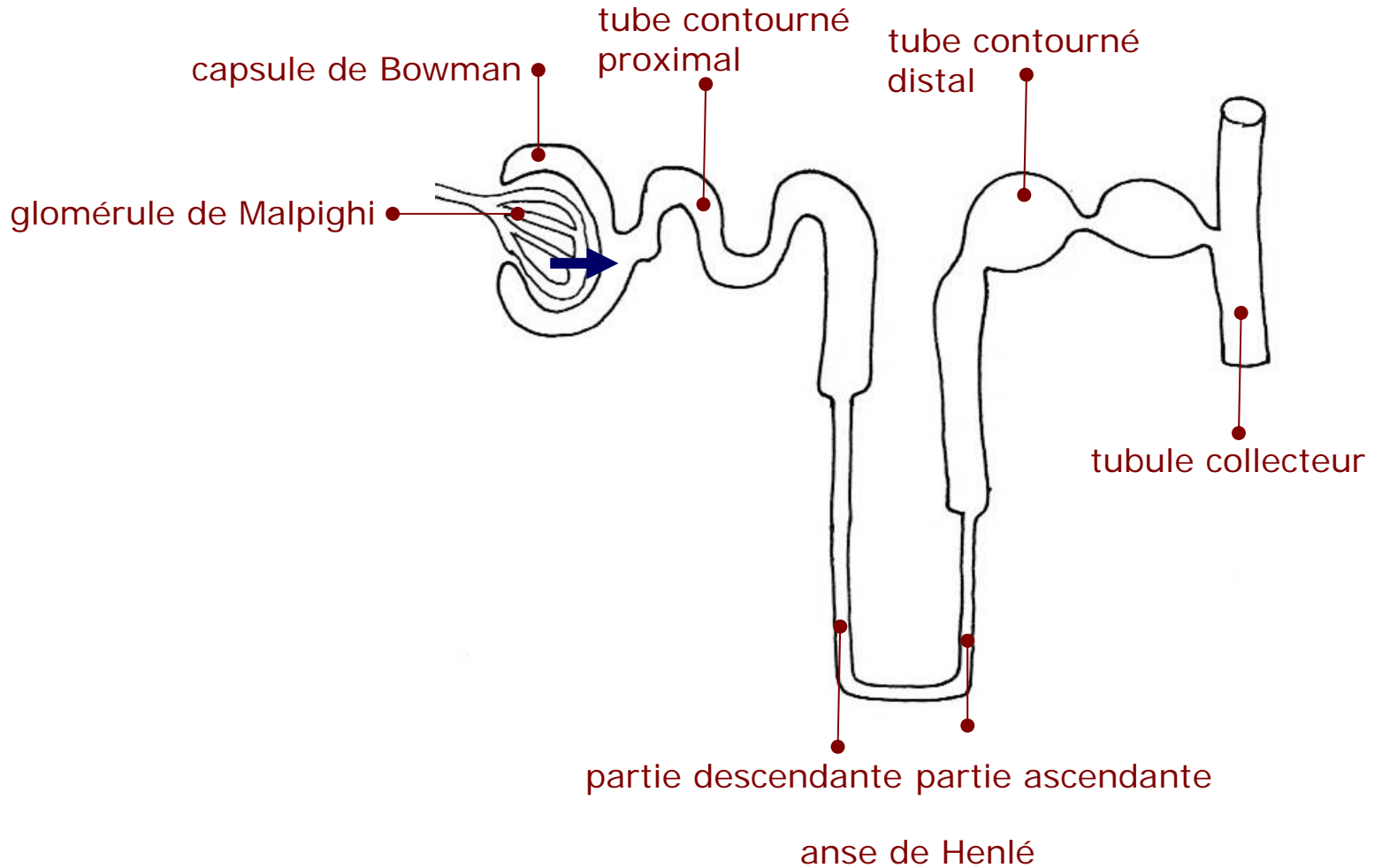
fonctionnement :  
filtration par pression positive  
/ réabsorption

schéma d'un néphron ouvert



## le néphron

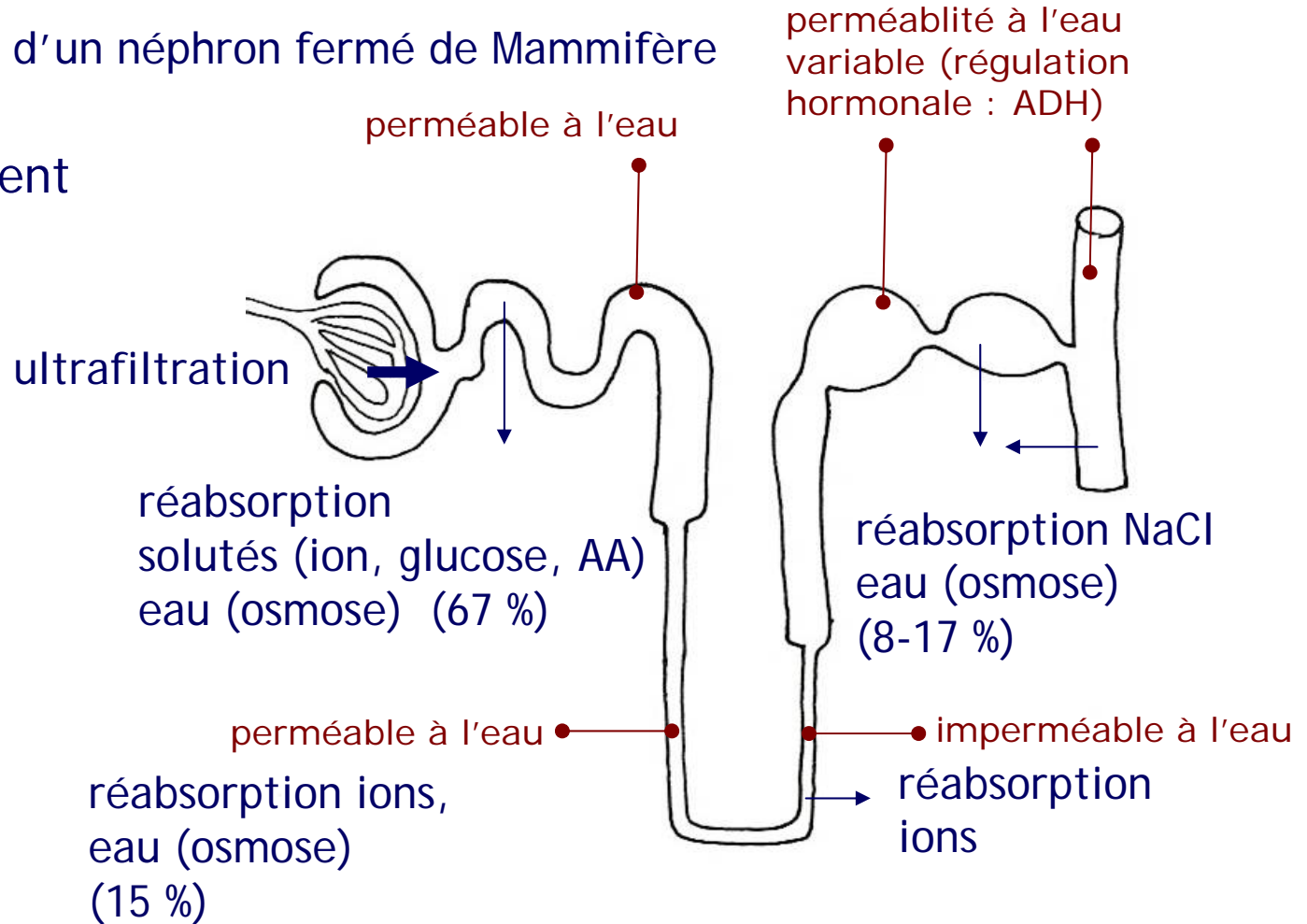
schéma d'un néphron fermé de Mammifère



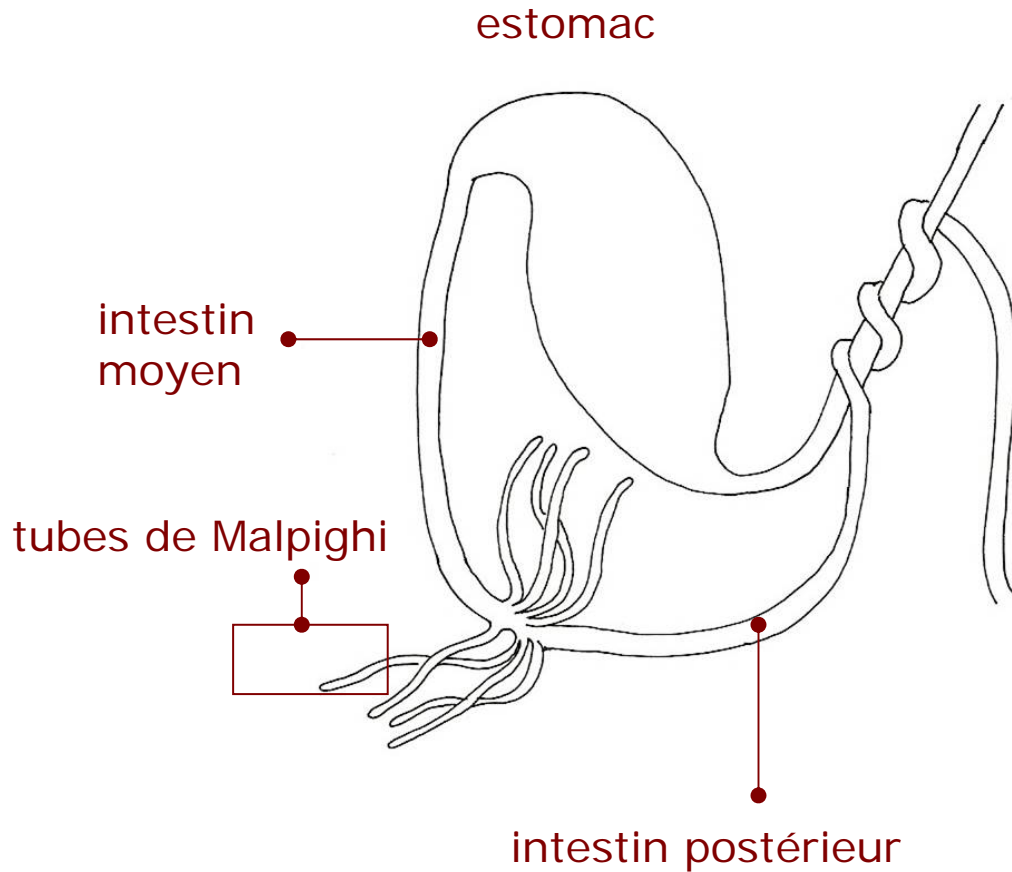
## le néphron

fonctionnement d'un néphron fermé de Mammifère

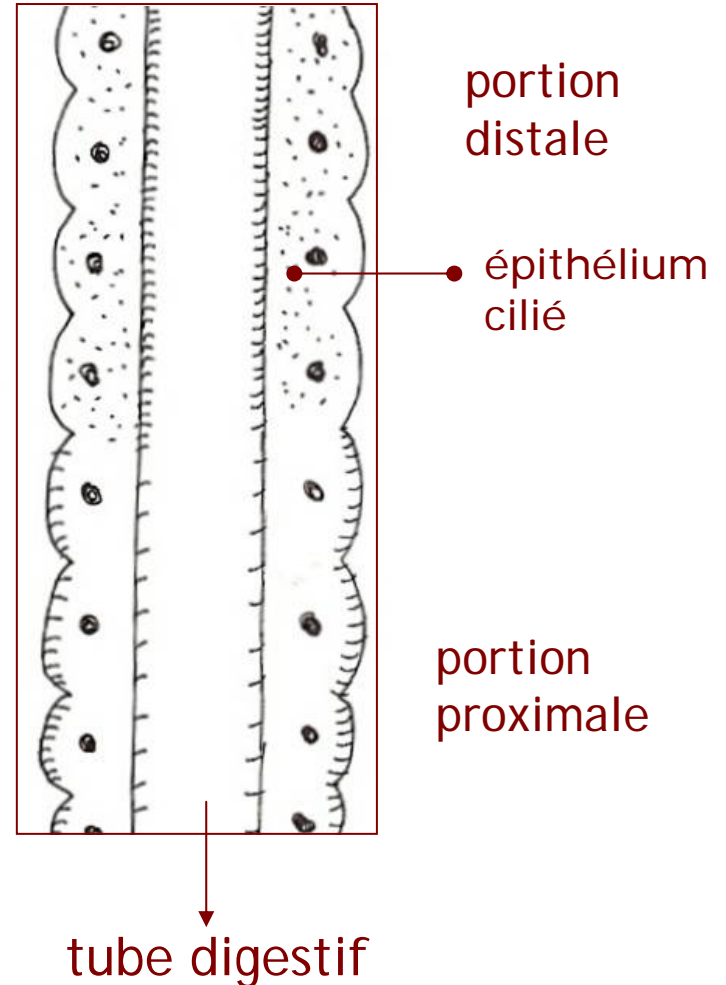
fonctionnement



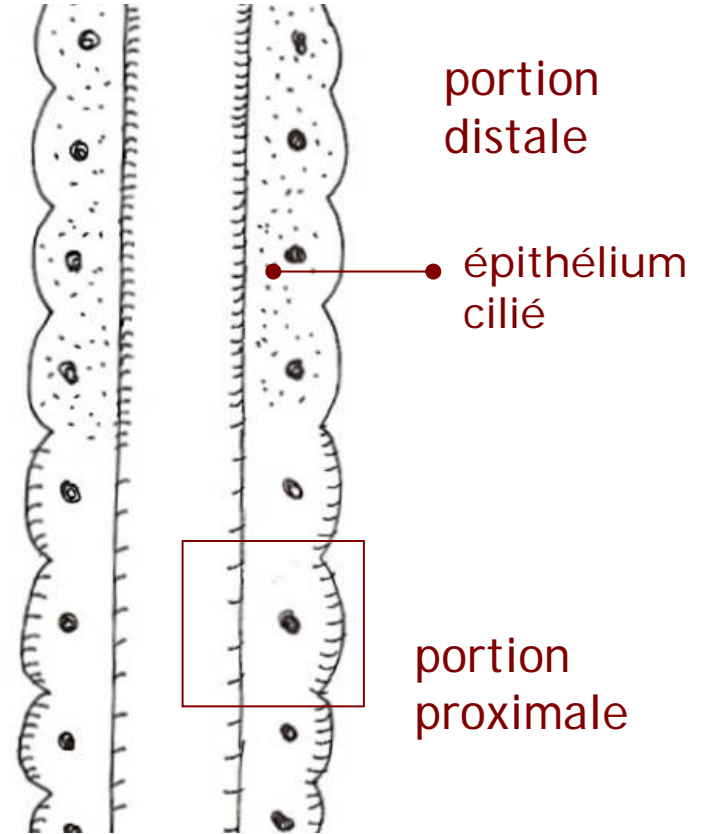
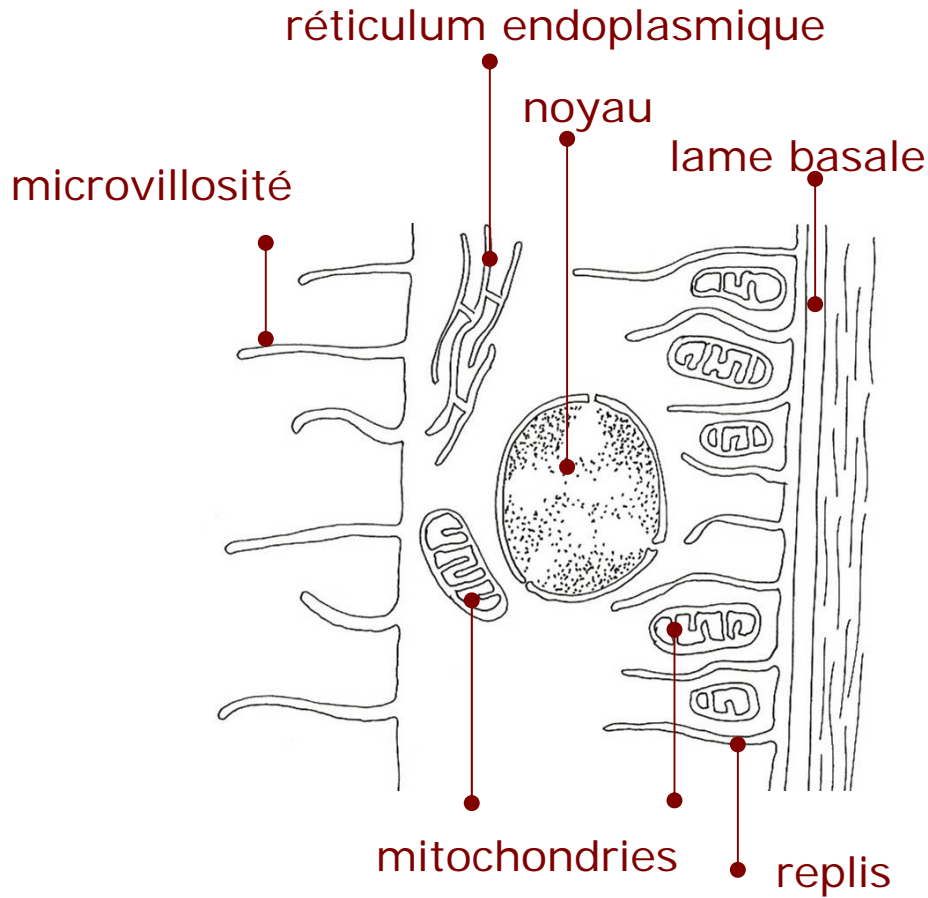
## le tube de Malpighi des Insectes



exemple : criquet migrateur

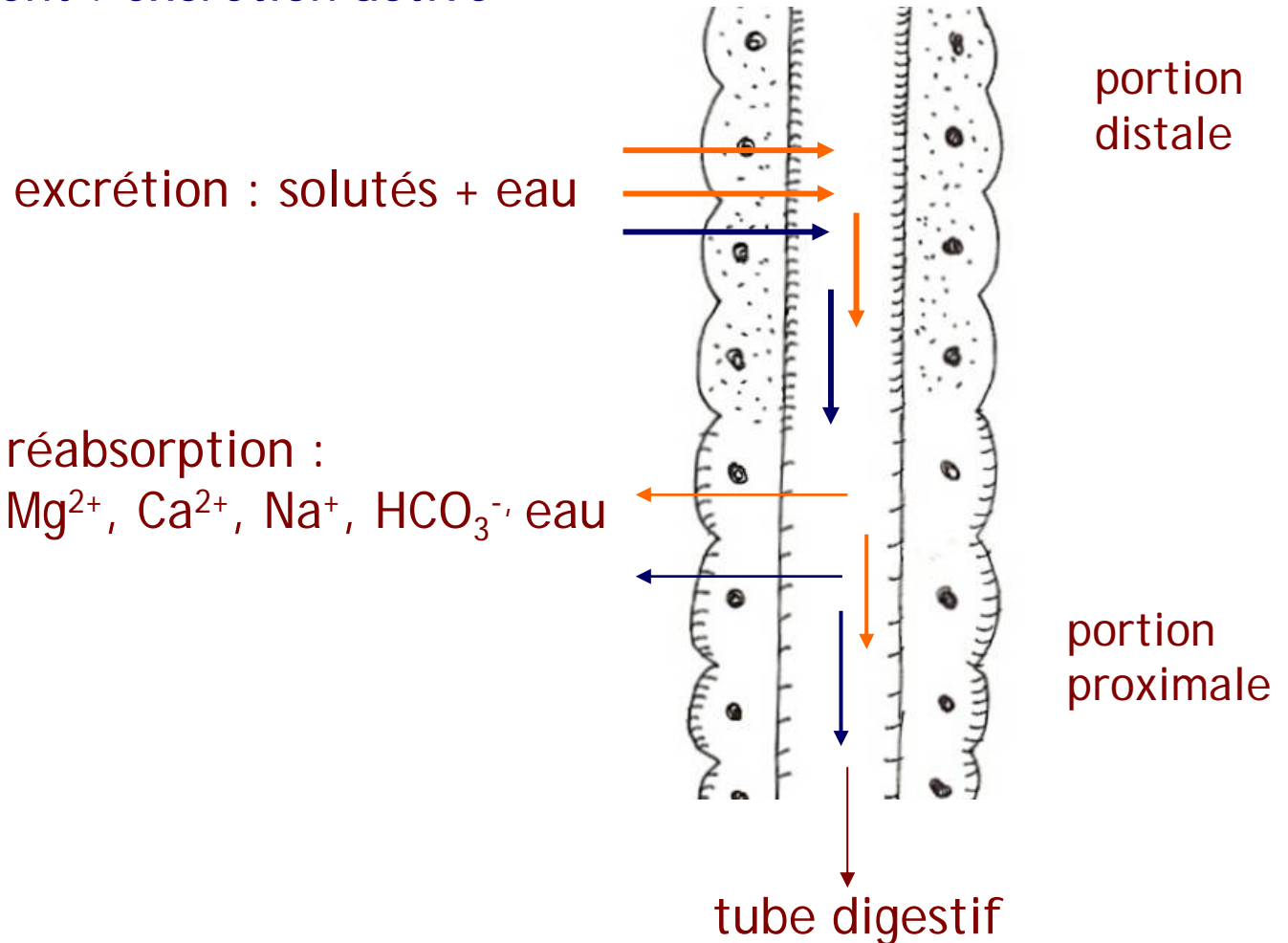


## le tube de Malpighi des Insectes



## le tube de Malpighi des Insectes

fonctionnement : excrétion active

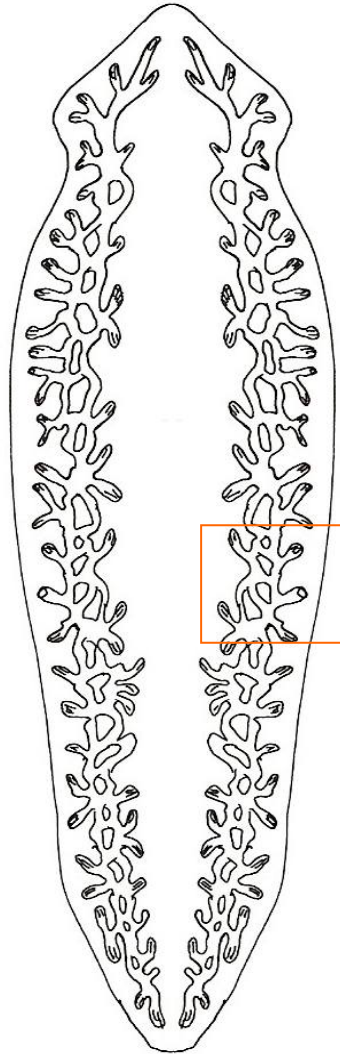


# appareils excréteurs

# organisation de l'appareil excréteur

organe néphridien avec protonéphridies

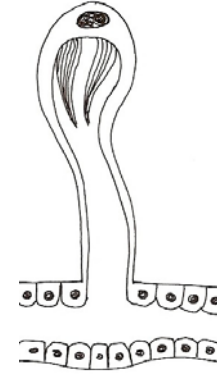
ex : la planaire (Plathelminthe)



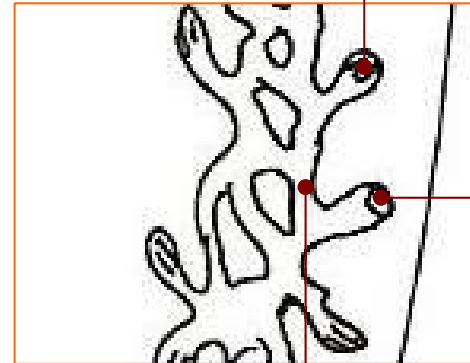
cranial

système excréteur très ramifié

caudal



protonéphridie



pore excréteur

tube collecteur

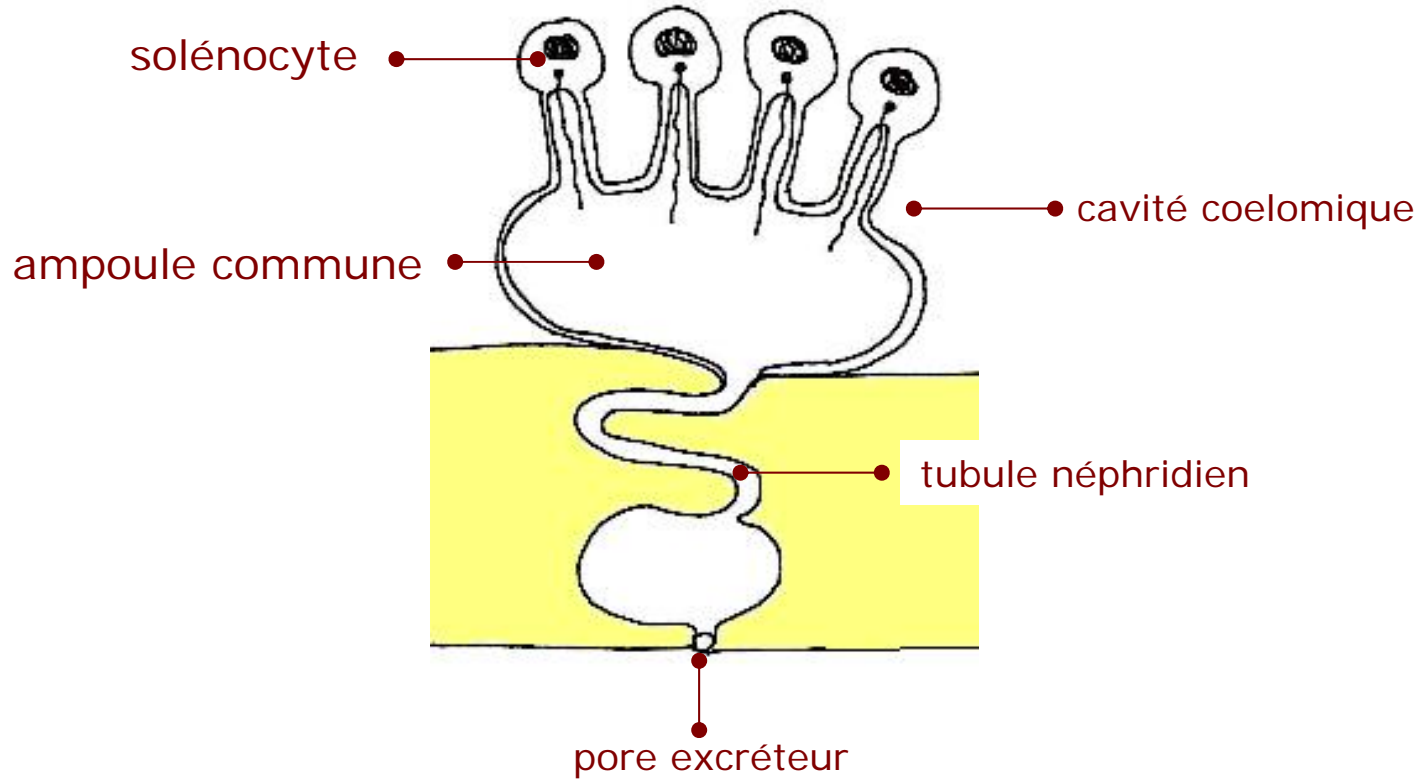


# appareils excréteurs

# organisation de l'appareil excréteur

organe néphridien avec protonéphridies

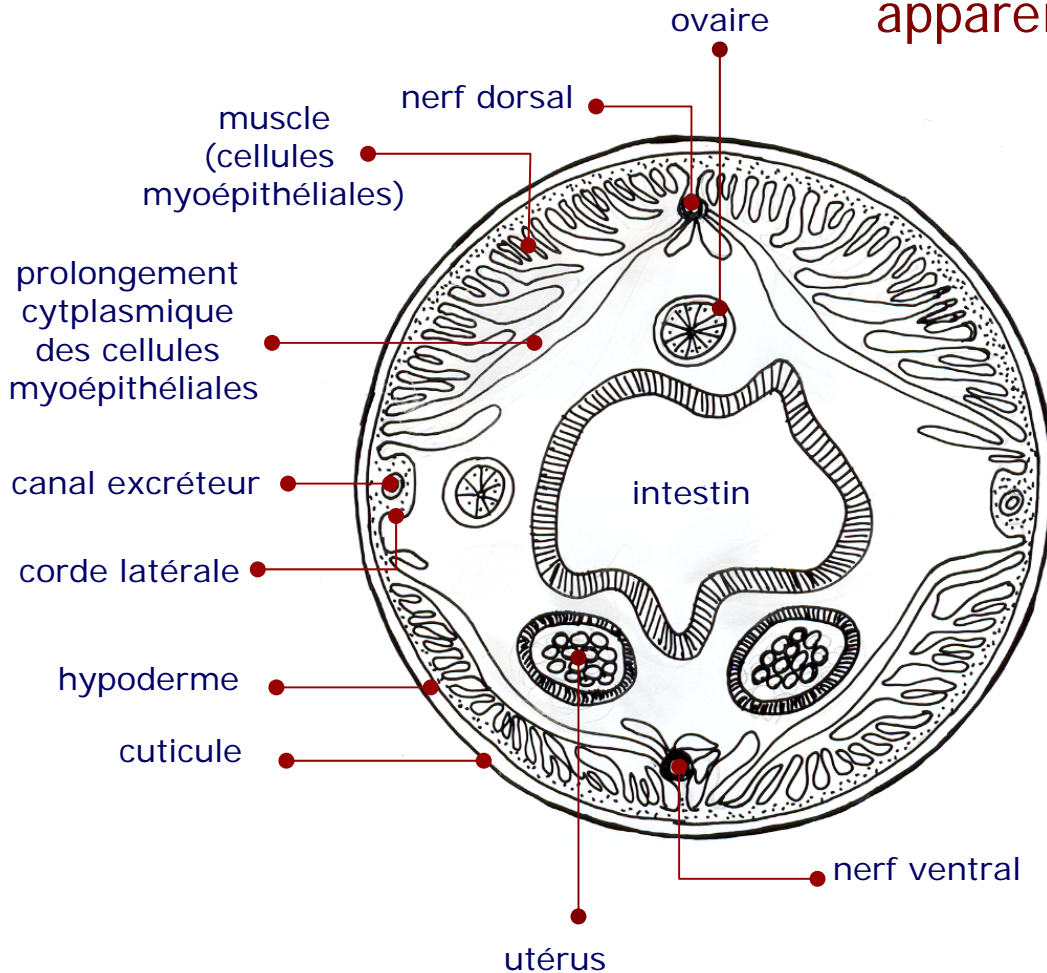
ex : Nephtys (Annélide)



## appareil sans protonéphridie

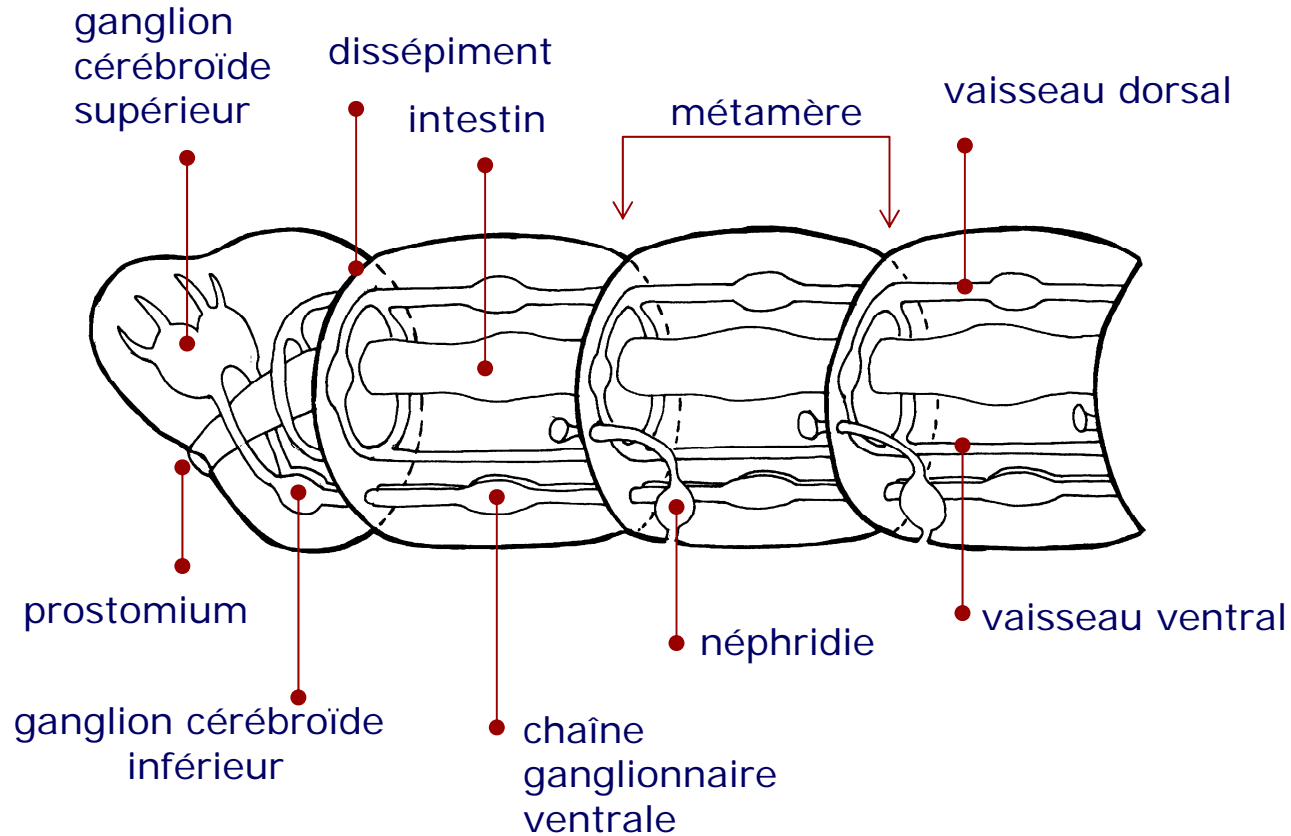
ex : Ascaris (Nématode)

## appareil dépourvu de cellules flammes



canaux excréteurs :  
deux canaux longitudinaux  
(cellule unique géante creuse)  
→ tube en forme de H  
débouchant dans le milieu  
extérieur (face ventrale de la  
partie craniale du corps)

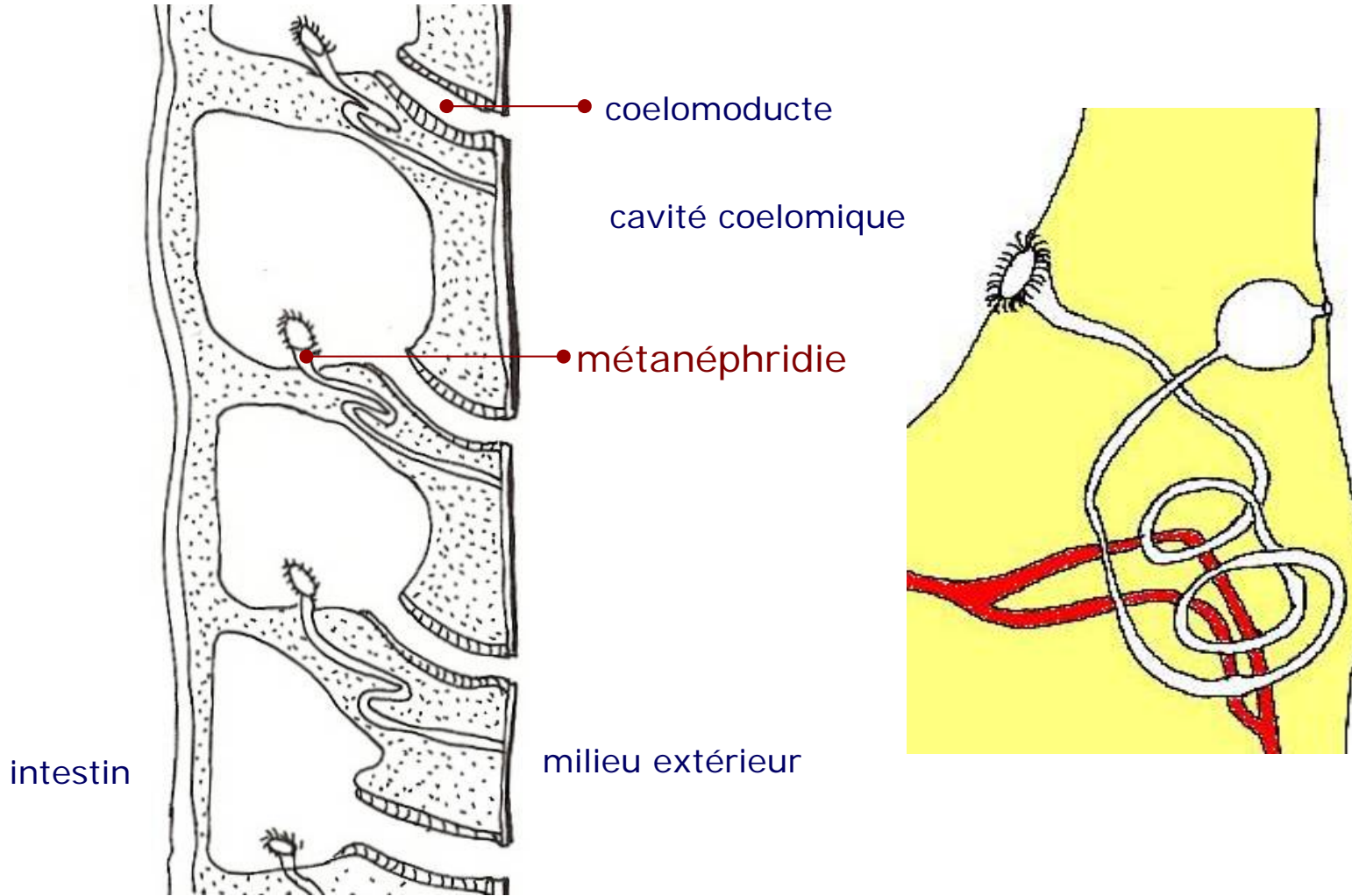
### schéma général d'un Annélide



organe néphridien avec métanéphridies

ex : Annélide

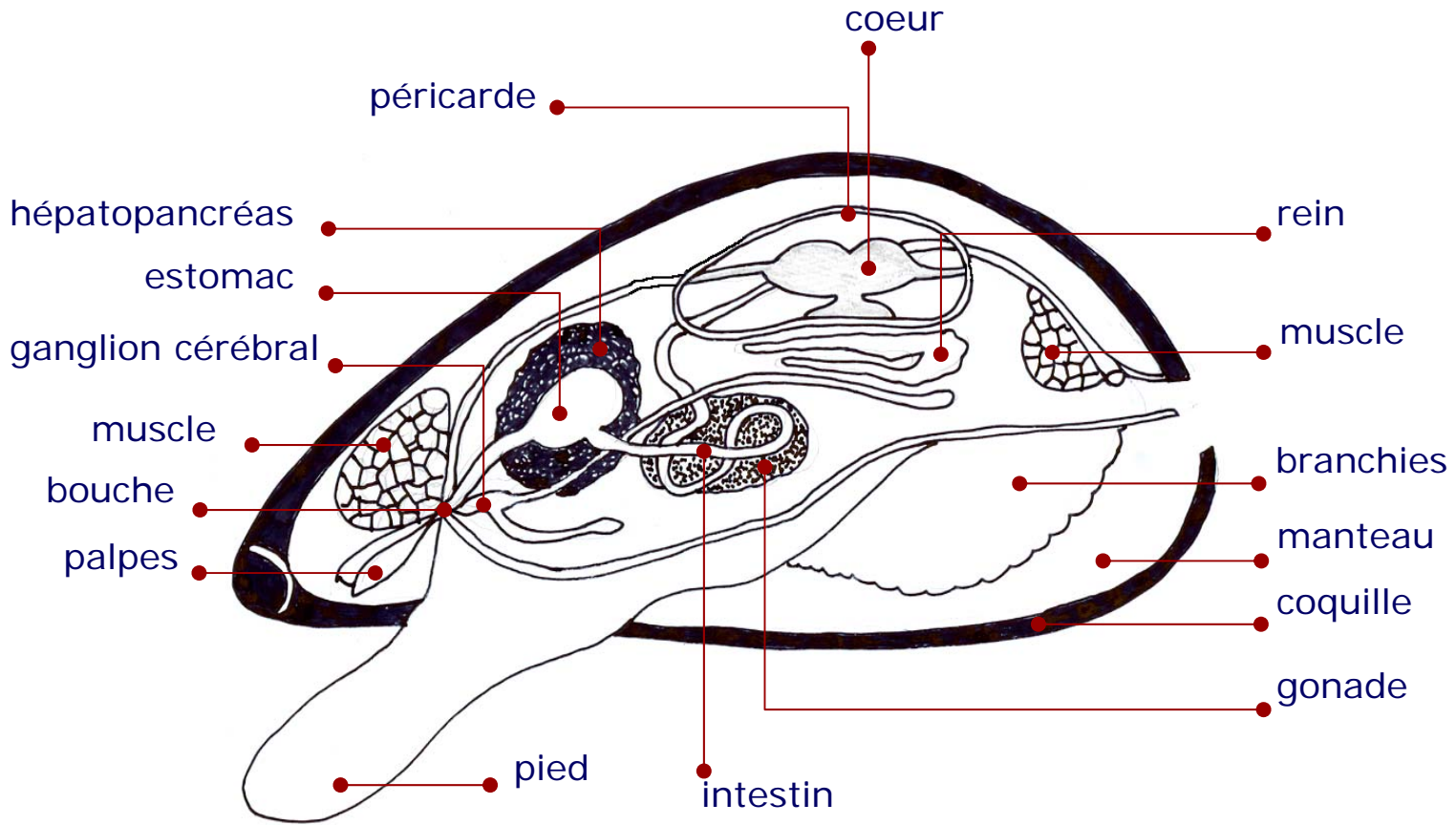
## schéma d'une Annélide primitive



l'organe de Bojanus des Mollusques

ex : Gastéropode

schéma général d'un Mollusque



## l'organe de Bojanus des Mollusques

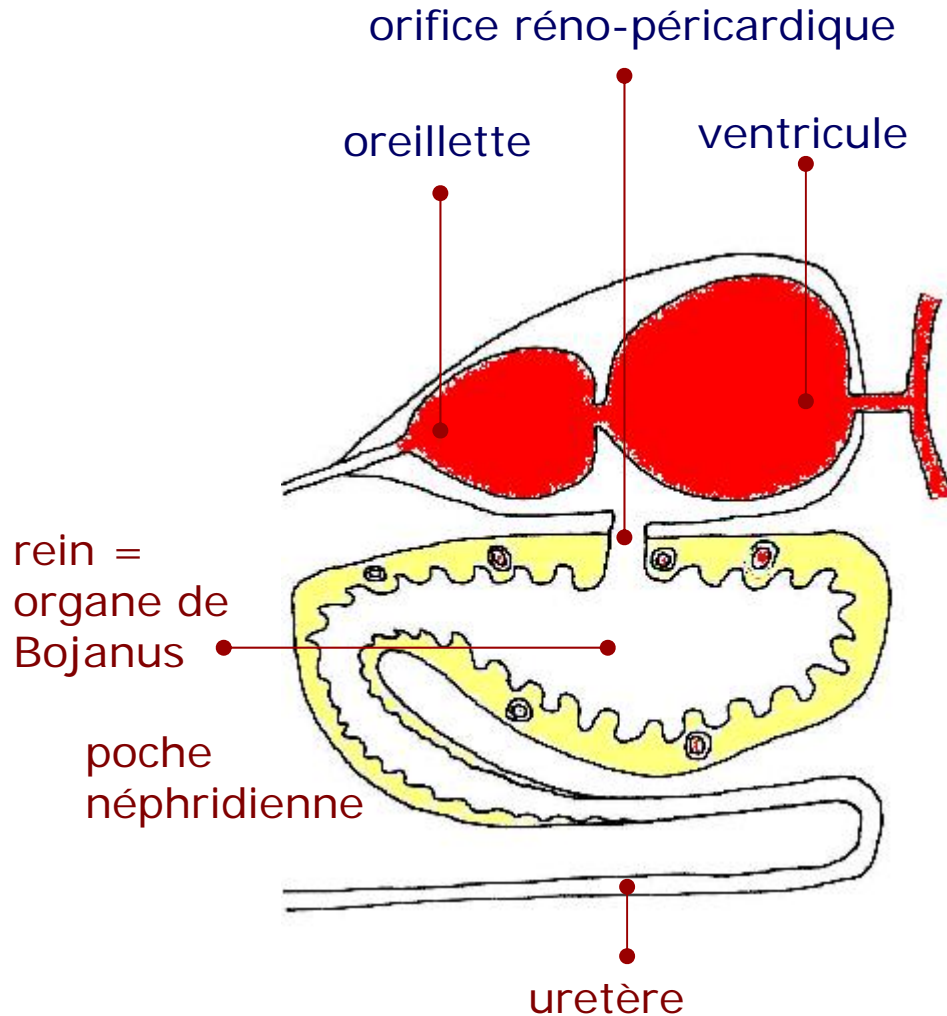
ex : Gastéropode

dérivé de métanéphridie

fonctionnement :  
filtration / réabsorption

rein : filtration depuis  
l'hémolymphe (pas de passage  
pas l'orifice réno-  
péricardique)

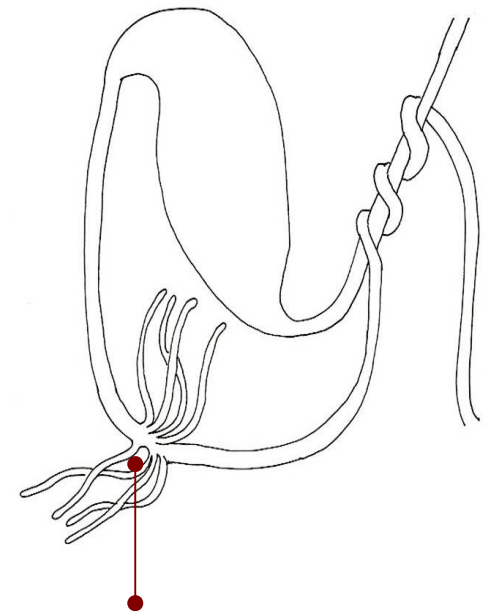
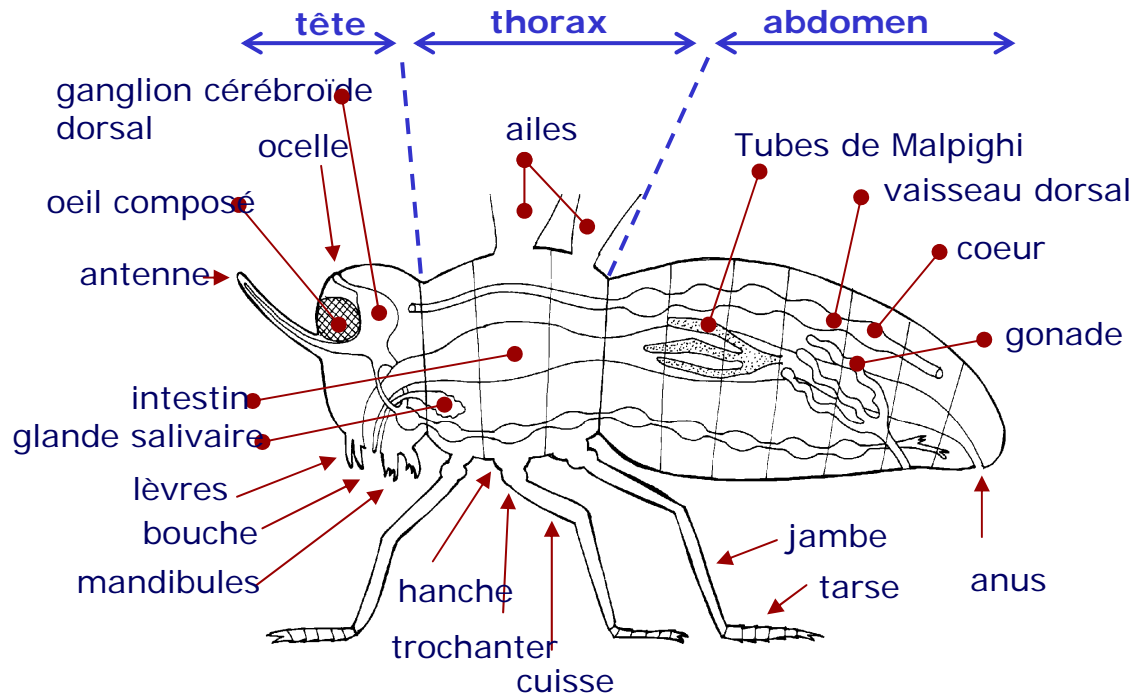
poche néphridienne :  
réabsorption d'ions et d'eau





## tubes de Malpighi des Insectes

### schéma général d'un Insecte



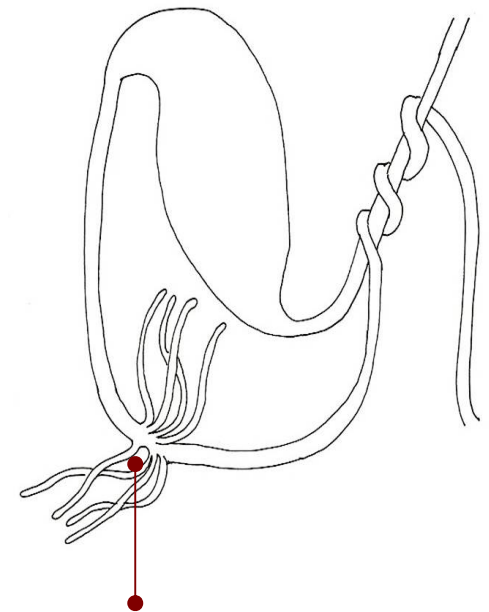
tubes de Malpighi

## tubes de Malpighi des Insectes

tube de Malpighi : entre 2 et plusieurs centaines débouchent dans l'intestin à la jonction entre intestin moyen et postérieur

fonctionnement :  
sécrétion active  
(pas d'inuline dans l'urine)

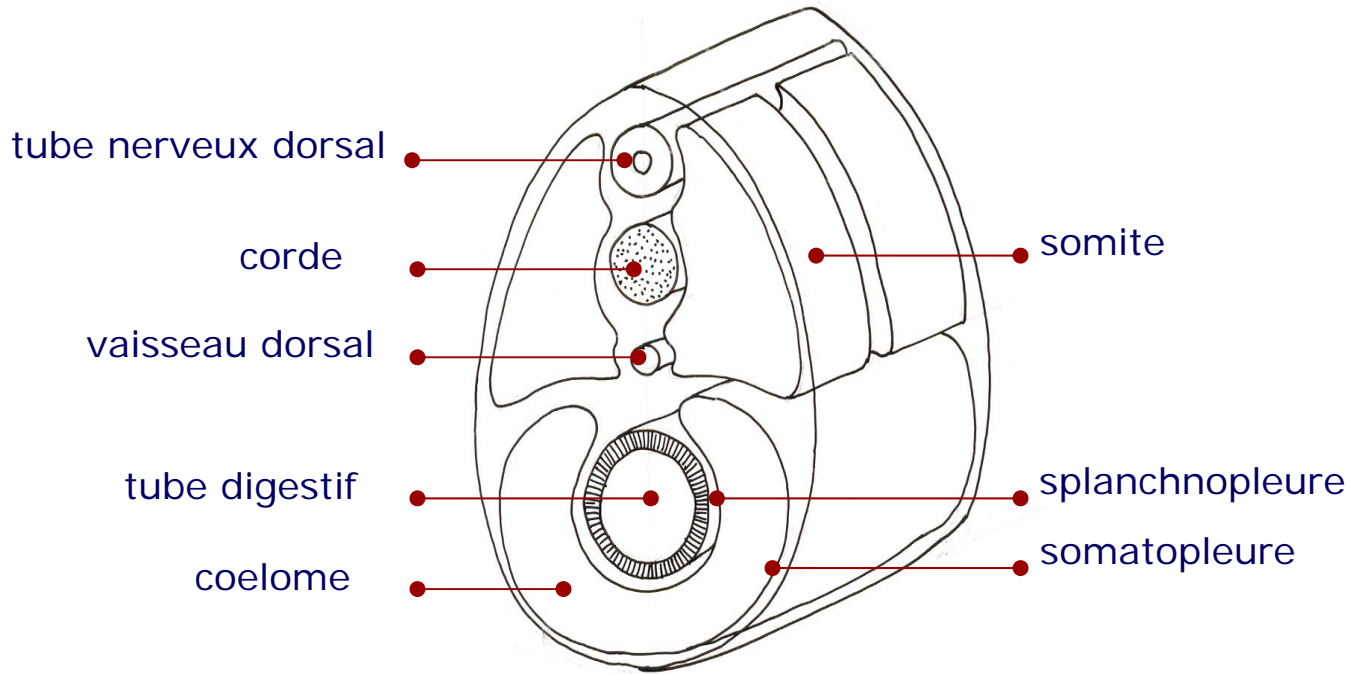
Insectes à nourriture sèche:  
réabsorption d'eau au niveau  
du rectum → précipitation de  
l'acide urique sous forme  
d'urate de potassium (pas  
d'effet osmotique car non  
soluble) : perte d'eau minime



tubes de Malpighi

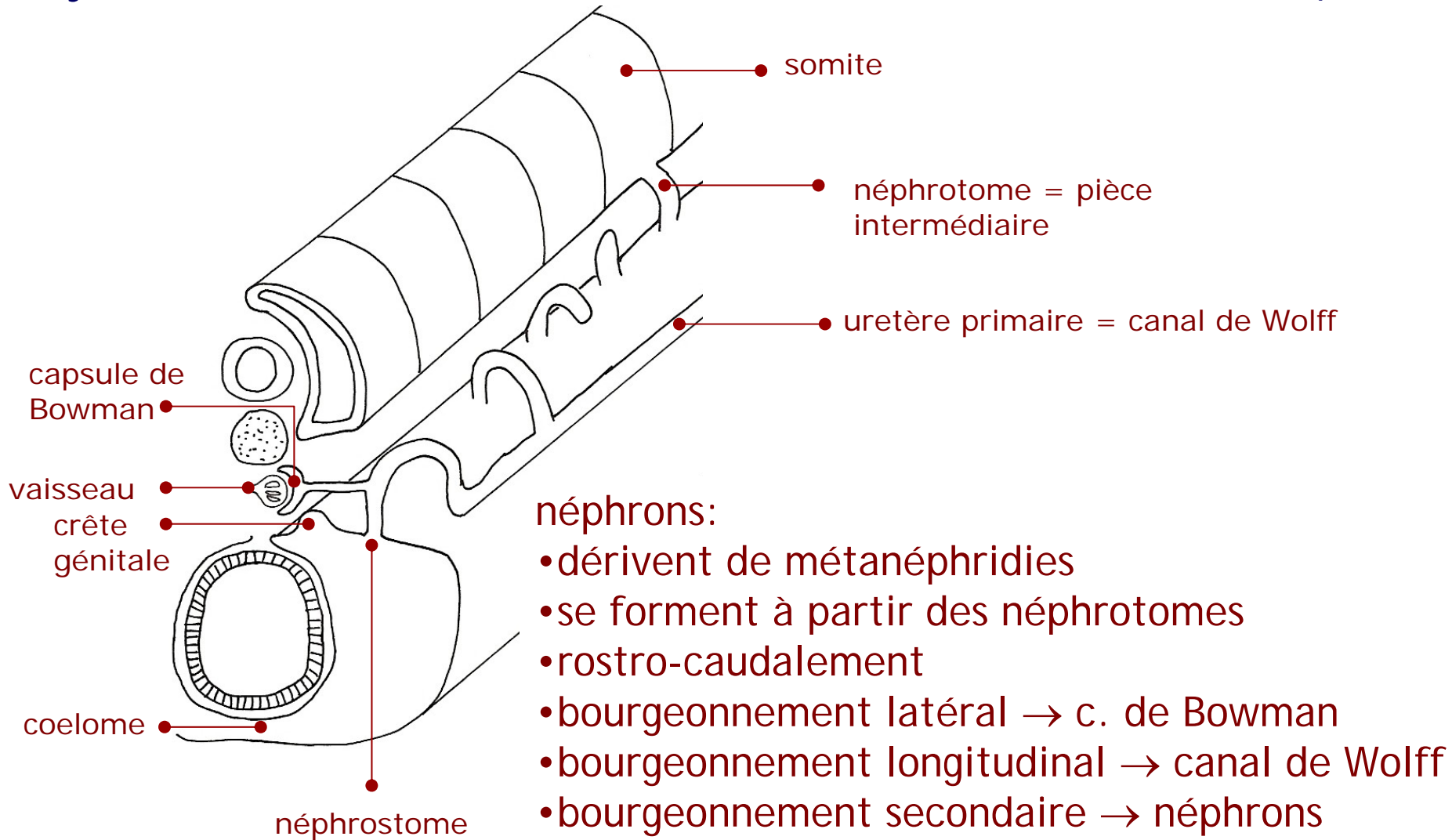


### schéma général d'un Cordé



## le système rénal des Vertébrés

## formation des néphrons



## le système rénal des Vertébrés

Formation du rein

1<sup>re</sup> étape : formation d'un rein éphémère au cours du développement

les pièces intermédiaires antérieures → rein : pronéphros

canal urinaire = canal de Wolff

adulte: régression du pronéphros

2<sup>e</sup> étape : formation d'un second rein en arrière du pronéphros

néphrons ramifiés, métamérie effacée

canal urinaire = canal de Wolff

Anamniotes : rein définitif : opisthonéphros

Amniotes : rein transitoire : mésonéphros

3<sup>e</sup> étape : formation d'un 3<sup>e</sup> rein par bourgeonnement : métanéphros

se forment à partir des dernières pièces intermédiaires (1 à 3), qui

fusionnent à droite et à gauche → blastème métanéphrogène →

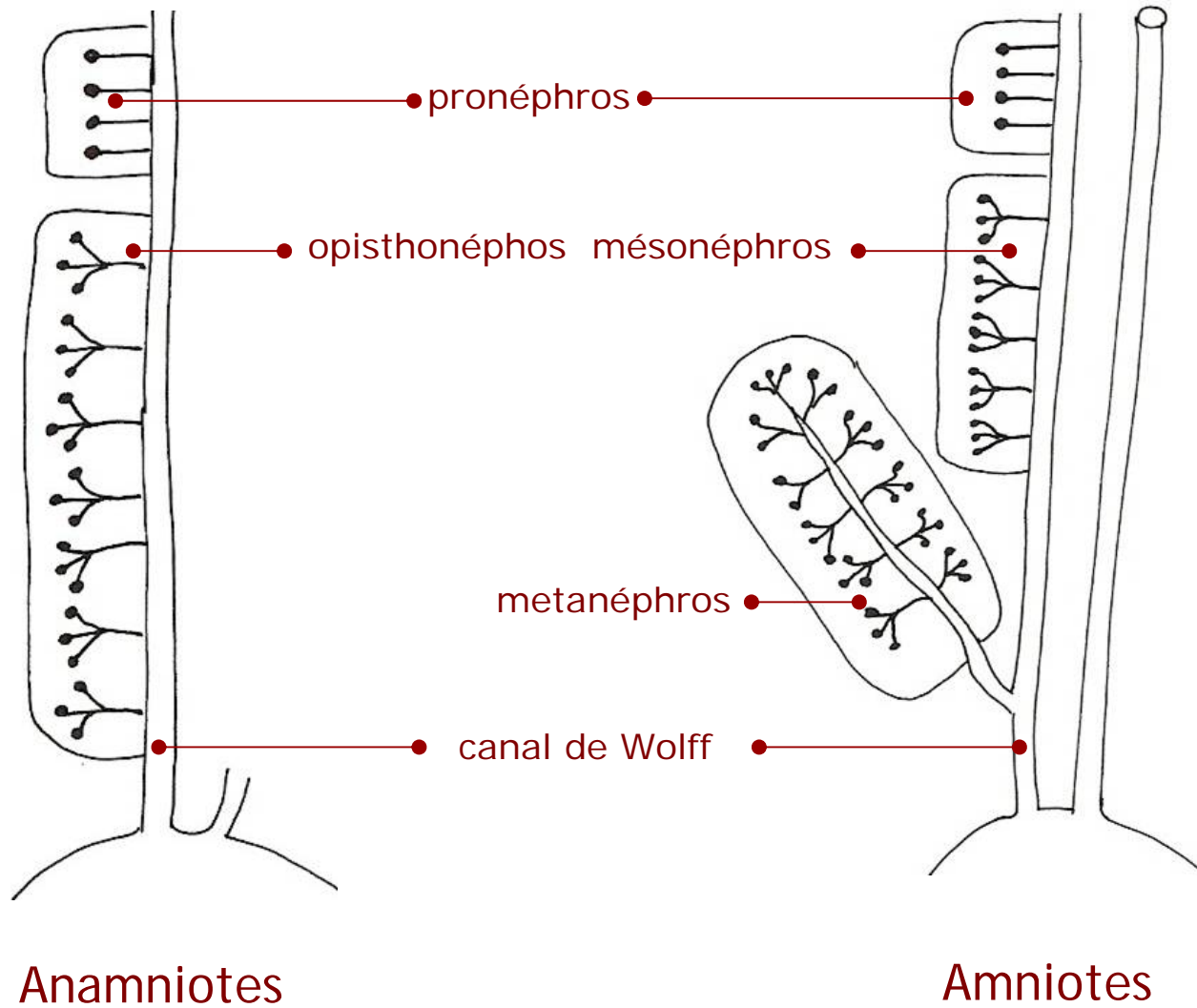
bourgeonnement de néphrons ramifiés de nombreuses fois

Canal urinaire : bourgeonnement d'un uretère secondaire à la base

du canal de Wolff

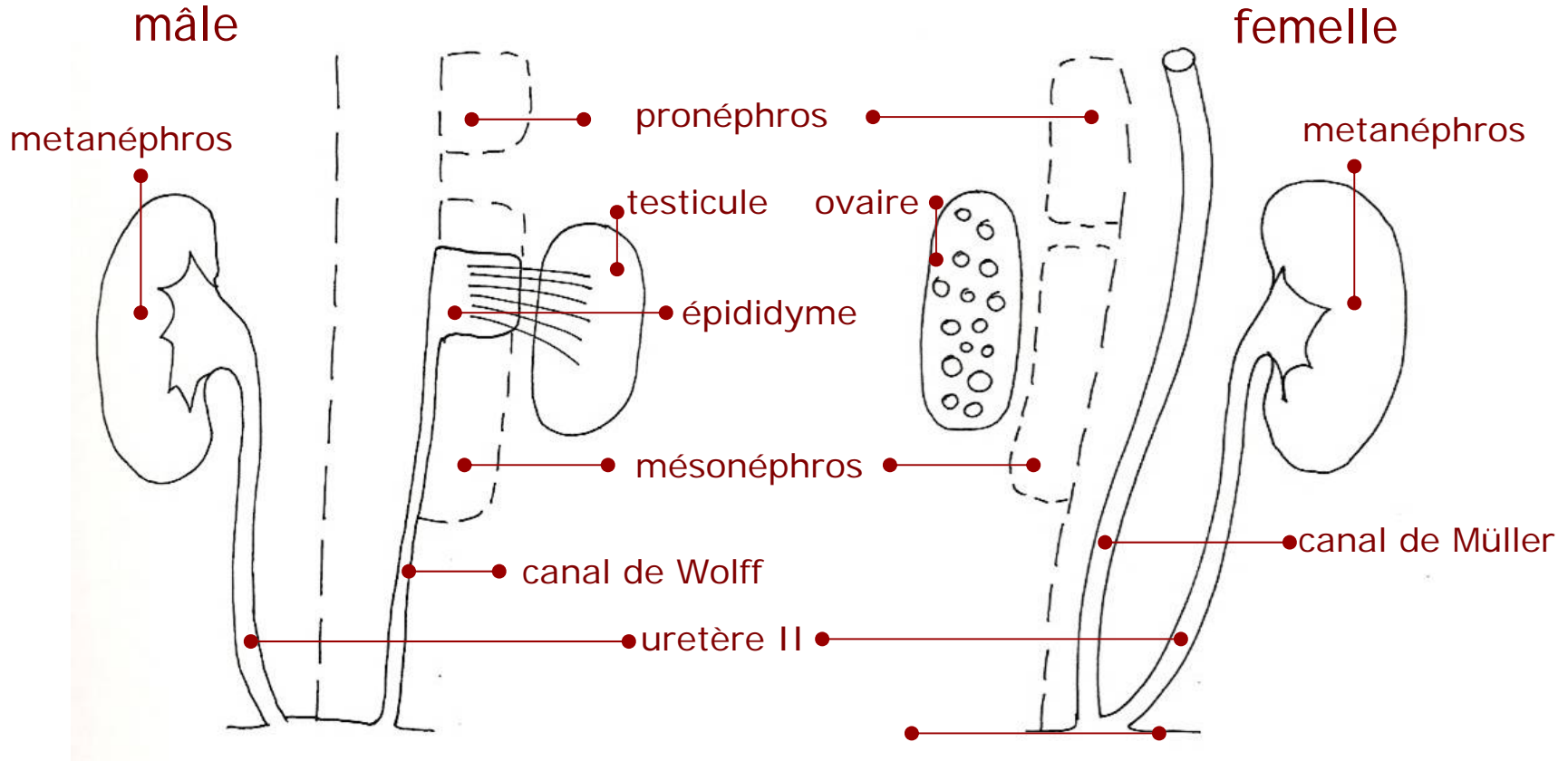
chez les Amniotes uniquement

le système rénal des Vertébrés



## le système rénal des Vertébrés

Amniotes



mâle : partie postérieure du canal de Wolff → spermiducte  
 partie moyenne du canal de Wolff + vestige mésonéphros : épiddidyme

femelle : régression du canal de Wolff, persistance du canal de Muller