

## ■ Les Céphalochordés

### FICHE RÉCAPITULATIVE

- Métazoaires, triploblastiques, coelomates
- À symétrie bilatérale
- Deutérostomiens
- Un sous-embranchement des chordés
- Formes libres vivant en milieu marin, l'allure de petits poissons
- Ils n'ont pas de nageoires mais des replis cutanés
- Environ 25 espèces décrites : l'espèce modèle est *Branchiostoma lanceolatum* ou amphioxus

### 1. Présentation du groupe



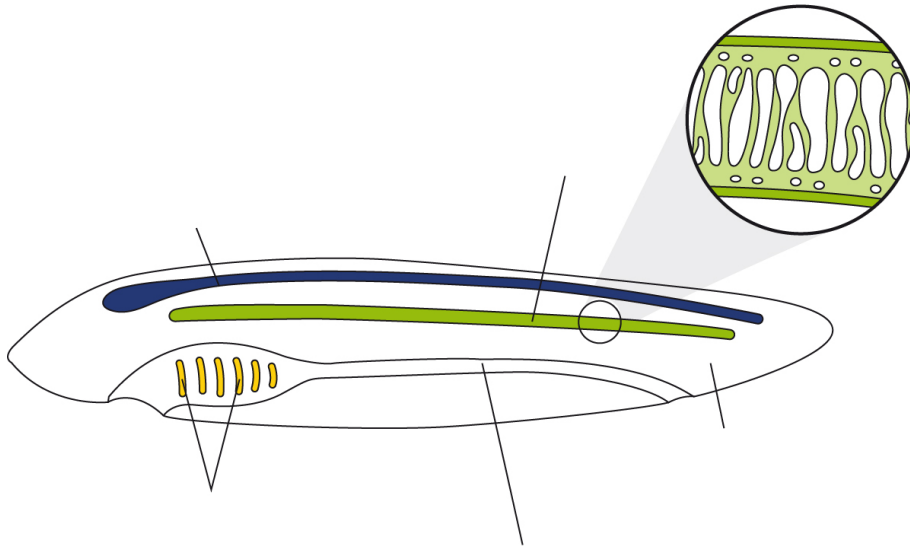
Fig. Céph 1.1. Céphalochordé : *Branchiostoma lanceolatum* ou amphioxus  
(source : wikipedia – libre accès)

Les céphalochordés sont des organismes marins à allure de petits poissons, long de 5 à 8 cm. Ils sont comprimés latéralement et ont les extrémités effilées. Leur couleur est blanc-crème, légèrement transparente.

Ils vivent à de faibles profondeurs, ne dépassant pas 50 m. Bien que capable de nager par ondulation latérale du corps, ils passent la majorité de leur temps enfoui dans le sable avec uniquement la région antérieure qui émerge. Ils filtrent les particules organiques (plancton et détritiques) présentes dans l'eau de mer.

## 2. Exemple(s)-type(s) (organisme à voir au TP) : description et physiologie

### COUPE SAGITTALE



### COUPE TRANSVERSALE

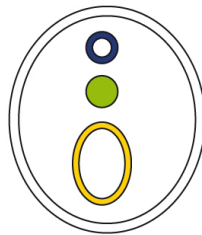


Fig. Céph 2.1. Plan d'organisation d'un chordé

Amphioxus, un « non-vertébré », est considéré comme le prototype des chordés car il possède toutes les caractéristiques définissant les chordés : une corde dorsale, un tube neural dorsal et des fentes pharyngiennes. Ils sont dès lors rattachés aux chordés, comme les urochordés, et leur structure et développement sont révélateurs quant aux origines des chordés.

## 2.1. EXAMEN EXTERNE

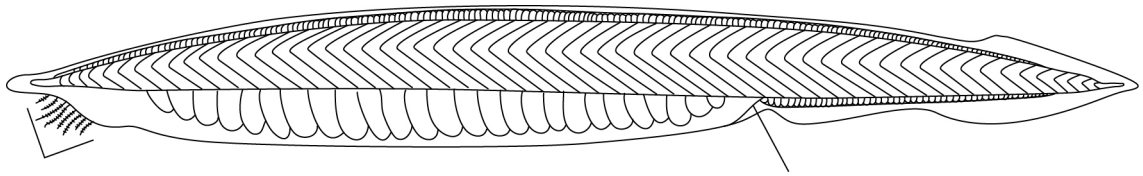
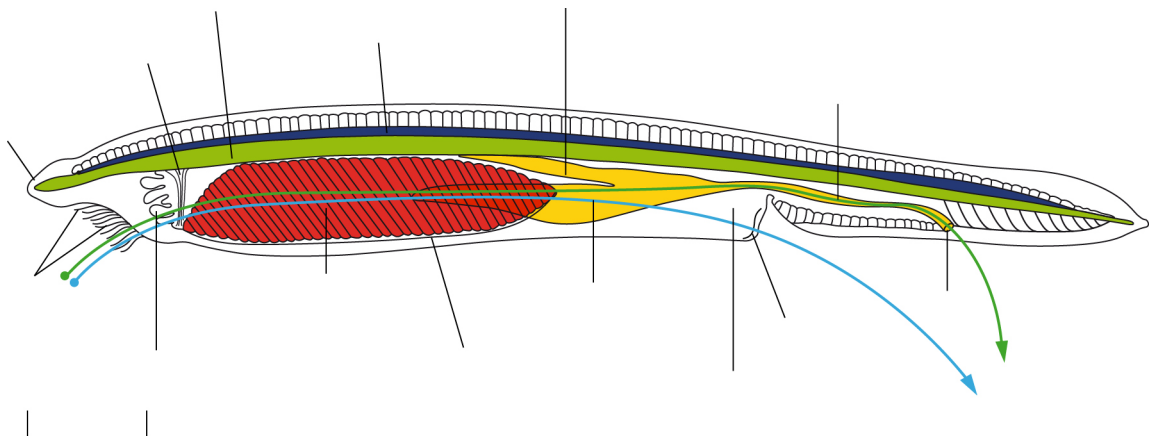


Fig. Céph 2.2. Anatomie externe de l'Amphioxus

Les céphalochordés ont ni tête, ni crâne, ni nageoire. Un repli cutané se soulève dorsalement de la bouche à l'atriopore en entourant l'extrémité postérieure du corps. Il forme une « nageoire » dorsale et caudale. Entre l'atriopore et la bouche on retrouve un autre repli, les métapleures.

## 2.2. EXAMEN INTERNE



- nourriture
- eau

Fig. Céph 2.3. Anatomie générale, interne de l'Amphioxus

Vous observez chez l'amphioxus le tube neural situé dorsalement (en bleu), en-dessous la corde (en verte) qui se prolonge en avant de la bouche et dans la queue post-anale, et ventralement le tube digestif avec ces fentes pharyngiennes.

La corde des céphalochordés, également appelé notochorde, ne contient pas de cartilage mais est formé de plaques musculaires qui s'empilent et sont en connection avec le tube neural. C'est un caractère dérivé propre aux céphalochordés. Cette notochorde est élastique et flexible et apporte du soutien à l'individu.

Il y a 3 orifices chez l'amphioxus : la bouche entourée de cirres buccaux, l'atriopore et l'anus.

### 2.2.1. TÉGUMENT

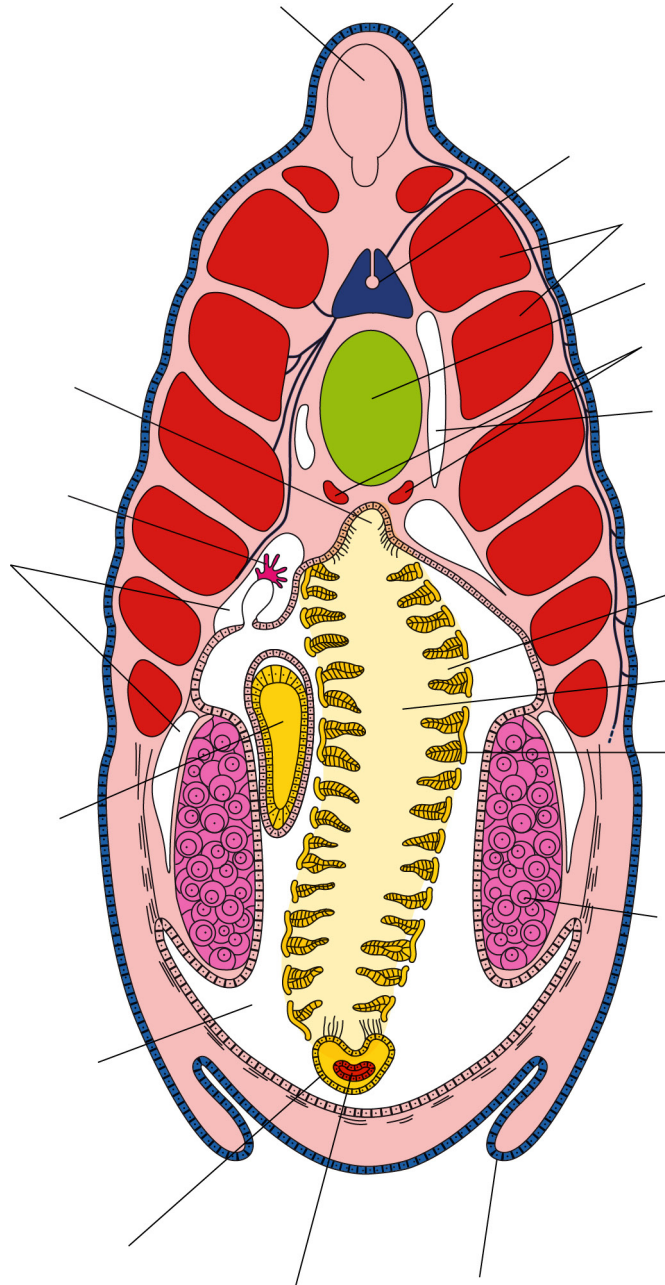


Fig. Céph 2.4. Coupe transversale de l'Amphioxus

Voici une coupe transversale à travers l'amphioxus.

Le corps est entouré d'un épiderme simple avec dessous un derme conjonctif mésodermique. Sous l'épiderme se trouvent des blocs de muscles (les myomères). La musculature est métamérisée et occupe une partie importante du corps ; les coelomes étant réduits à quelques espaces.

La cavité interne, l'atrium, est formée par l'invagination du tégument. Cette cavité est donc tapissée d'ectoderme. On le verra dans la partie développement de l'amphioxus.

### 2.2.2. LOCOMOTION

L'amphioxus adulte est capable de nager pendant de courtes périodes par ondulations latérales du corps. La plupart du temps on le retrouve enfoncé dans le sable avec uniquement la partie antérieure qui émerge.

### 2.2.3. SYSTÈME DIGESTIF

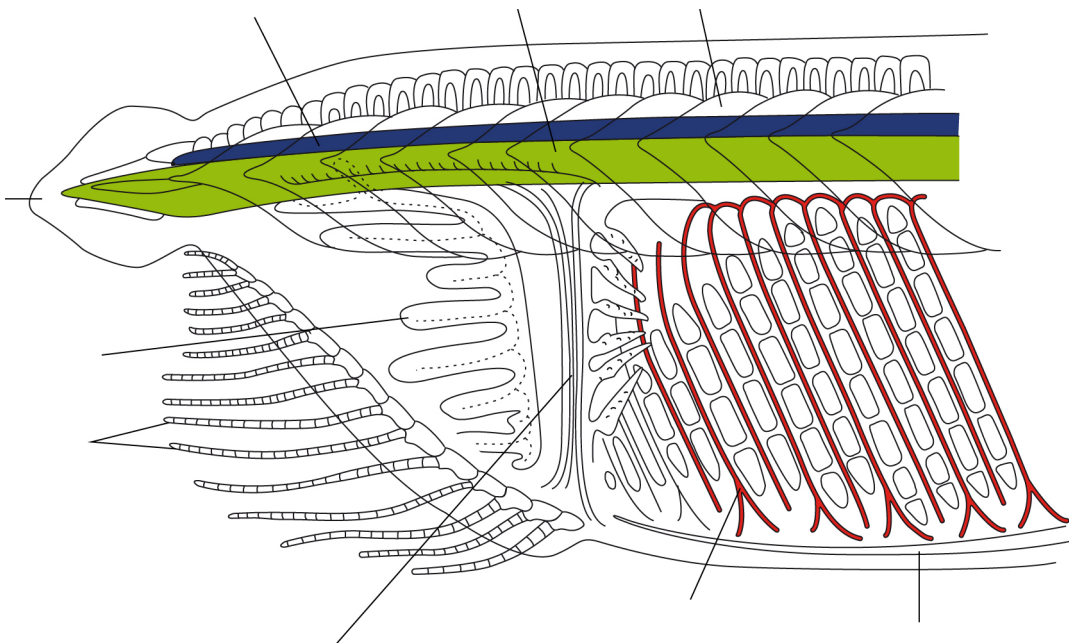
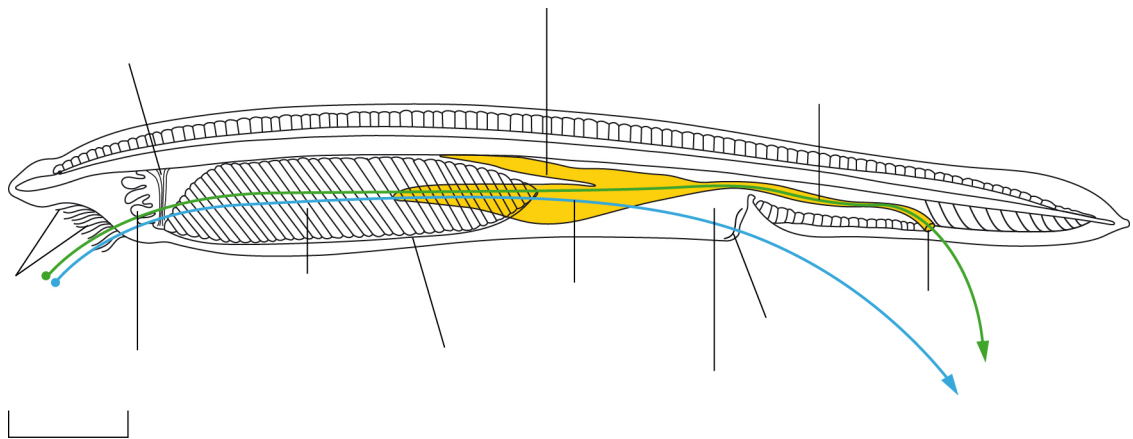


Fig. Céph 2.5. Partie antérieure de l'Amphioxus

La cavité buccale est toujours ouverte et est entourée de cirres buccaux qui contiennent des papilles sensorielles. L'épithélium de la cavité buccale est tapissé de cils qui créent un courant d'eau à l'intérieur de la cavité. Au fond de la cavité buccale on retrouve un organe rotateur suivi d'un diaphragme musculaire percé en son centre, le vélum. L'eau et les particules alimentaires rentrent par la bouche et passent dans le vaste pharynx branchial via le vélum. Le pharynx est volumineux et perforé de fentes branchiales.



- nourriture
- eau

Fig. Céph 2.6. Anatomie générale, interne de l'Amphioxus : système digestif

Dans le pharynx on retrouve deux gouttières ciliées longitudinales, la gouttière dorsale ou épipharyngienne et la gouttière ventrale ou endostyle. Vous le voyez sur la coupe transversale de l'amphioxus. La gouttière ventrale est un tissu constitué de cellules glandulaires (cellules à mucus) et de cellules ciliaires.

L'amphioxus est un microphage : les micro-organismes et fragments végétaux ingérés arrive dans le pharynx via le courant d'eau et sont piégés par le mucus sécrété par l'endostyle. Ces aliments agglomérés par le mucus sont rassemblés dans la gouttière dorsale et progresse vers l'intestin qui fait suite au pharynx. Un caecum glandulaire (également nommé diverticule hépatique) est relié à l'intestin. Cette glande remplirait deux fonctions : le stockage de composés énergétiques tel que le glycogène et les lipides et la synthèse protéique. Les particules non-digérées ressortent de l'intestin par l'anus.

L'eau rentrée par la cavité buccale ressort par les fentes branchiales du pharynx pour aboutir dans la cavité péribranchiale ou l'atrium qui communique avec l'extérieur par l'atriopore.



## 2.2.4. ET 2.2.5. SYSTÈMES RESPIRATOIRE ET CIRCULATOIRE

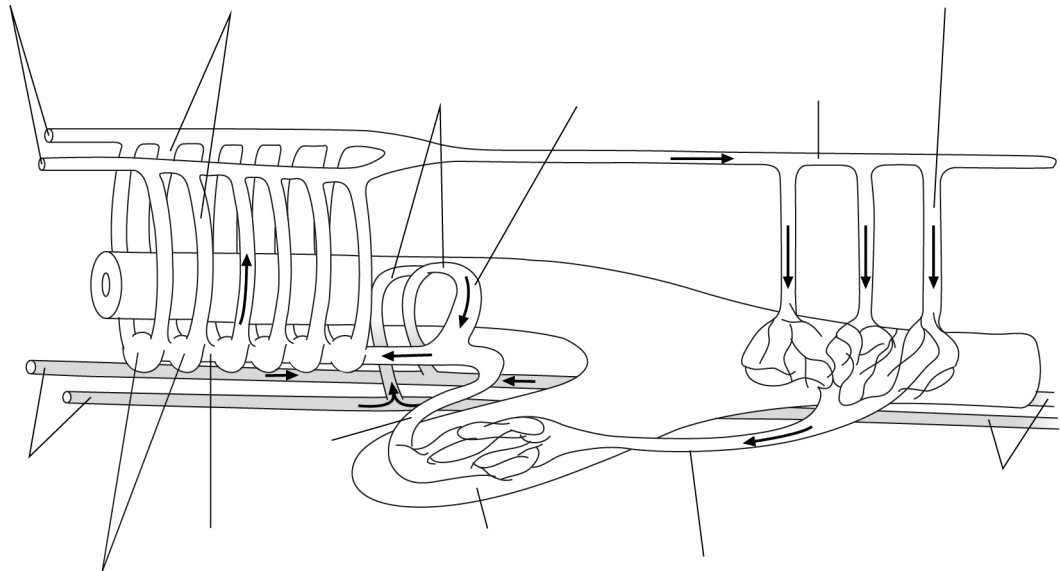


Fig. Céph 2.7. Système circulatoire de l'Amphioxus

L'eau pénétrant dans le pharynx charrie également l'oxygène. L'O<sub>2</sub> est transmis au sang qui circule dans les vaisseaux sanguins au niveau des artères branchiales. Le sang décharge dans l'eau les excréta diffusibles (CO<sub>2</sub>, ammoniac) qui ressortent par l'atriopore. A la base des artères branchiales se trouvent des bulbilles contractiles qui propulsent le sang de l'aorte ventrale vers les racines aortiques dorsales via les artères branchiales. Les racines aortiques dorsales se rejoignent au-dessus de l'intestin en une aorte dorsale dans laquelle le sang circule de l'avant vers l'arrière. Il s'en détache des artères dorsales vers les myomères et des artères intestinales. Un système veineux ramène le sang vers le sinus veineux, gros vaisseau recourbé en U au départ de l'aorte ventrale qui passe à travers l'endostyle. Les éléments essentiels du système veineux se retrouvent sur la figure : veines cardinales antérieures et postérieures, veine intestinale et sinus veineux.

La topographie générale ressemble à l'appareil circulatoire des poissons mais le sang de l'amphioxus ne possède ni globules sanguins, ni hémoglobine et la propulsion n'est pas centralisée au niveau d'un cœur.

### 2.2.6. SYSTÈME EXCRÉTEUR

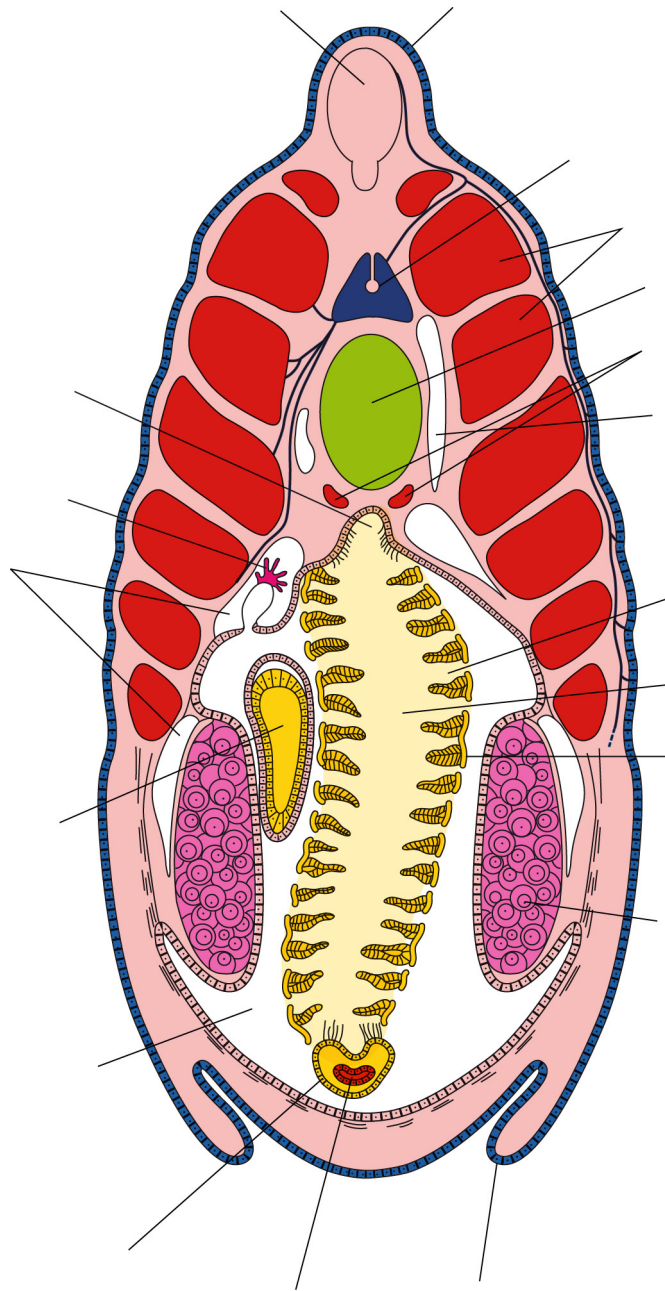


Fig. Céph 2.4. Coupe transversale de l'Amphioxus

En plus du tégument et du pharynx, qui participent à l'excrétion, amphioxus dispose de paires de bouquets de néphridies (les solénocytes), baignant dans le coelome, de part et d'autre du pharynx. Leurs conduits débouchent dans l'atrium et les déchets ressortent par l'atriopore.



### 2.2.7. SYSTÈME NERVEUX

Le système sensoriel rudimentaire est associé à un système nerveux simple. Le tube neural dorsal, d'origine ectodermique, présente 2 régions : une moelle épinière qui représente la plus grande partie du tube nerveux et la vésicule cérébrale qui représente une ébauche du cerveau des vertébrés. La paroi de la moelle épinière contient des photorécepteurs à microvillosités (les cellules de Hesse).

### 2.2.8. SYSTÈME REPRODUCTEUR

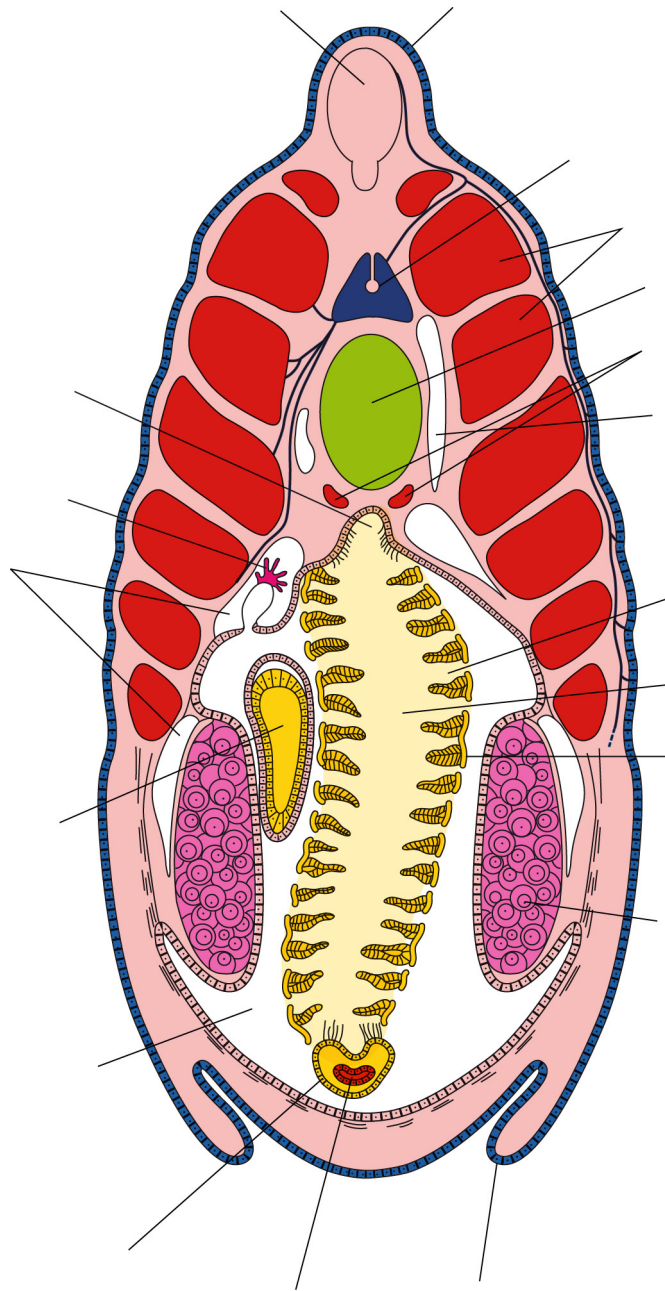


Fig. Céph 2.4. Coupe transversale de l'Amphioxus

Les céphalochordés sont dioïques, ne montrant aucuns caractères sexuels externes. Les 26 paires de gonades sont disposées ventralement et repoussent vers l'intérieur la paroi de l'atrium. A maturité les gonades s'ouvrent dans l'atrium par rupture des parois et les gamètes sont libérés dans cette cavité et expulsés dans l'eau de mer par l'atriopore.

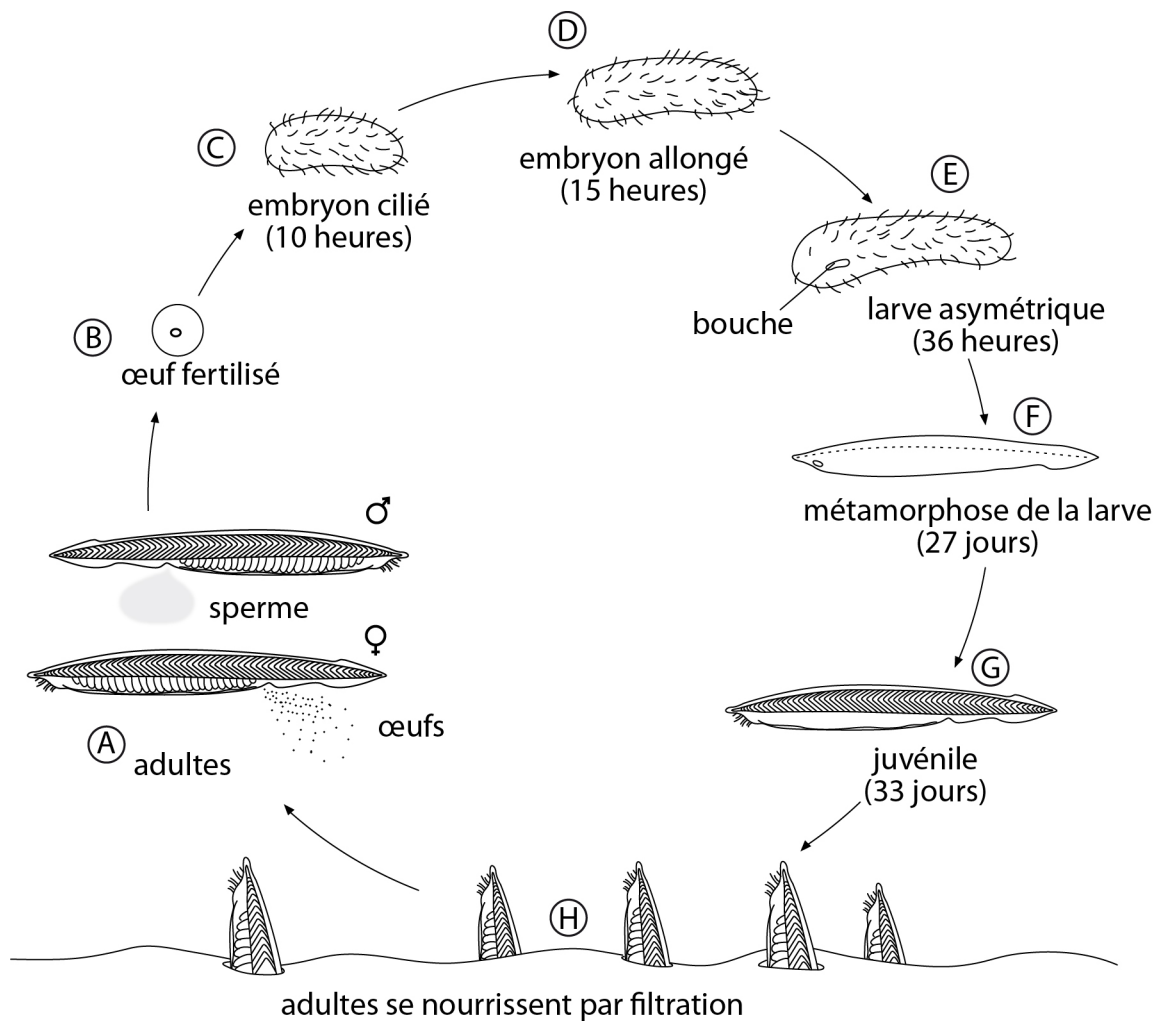
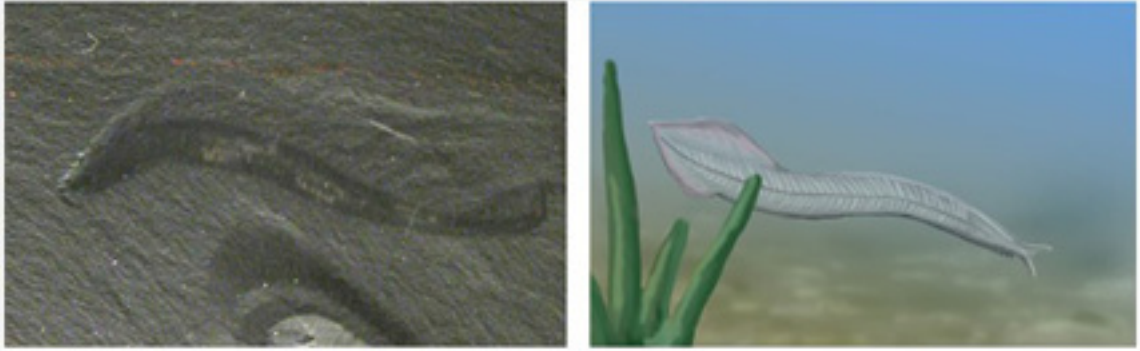


Fig. Céph 2.8. Cycle de vie de l'Amphioxus

Après fertilisation dans l'eau de mer, le zygote subit un développement caractéristique des deutérostomiens avec un clivage radiaire et la formation des coelomes par entérocoelie. L'embryon et ensuite la larve sont ciliés et se déplacent dans l'eau à l'aide de leurs cils. La larve d'amphioxus fait partie du plancton. Cette larve subit ensuite une métamorphose et devient juvénile, ressemblant à un adulte miniaturisé sans gonades développées. L'adulte à maturité sexuelle est formé à environ 6 semaines. Leur cycle de vie complet est estimé à environ 3 ans.

### 3. Origine, relations phylogénétiques et diversité du groupe



*Fig. Céph. 3.1. A gauche un spécimen fossile Pikaia et à droite un dessin représentant Pikaia dans son milieu naturel (marin).  
SOURCE WIKIPEDIA*

Le plus ancien fossile connu des céphalochordés est Pikaia, datant du Cambrien inférieur (il y a environ 530 Ma). Morris & Caron (2012) ont fait un travail remarquable pour décrire ce fossile en détail. Les images que l'on retrouve dans cet article sont d'excellente qualité et démontre que ce fossile fait partie des chordés. On y retrouve des myomères et une notochorde qui sont des caractères propres aux chordés.

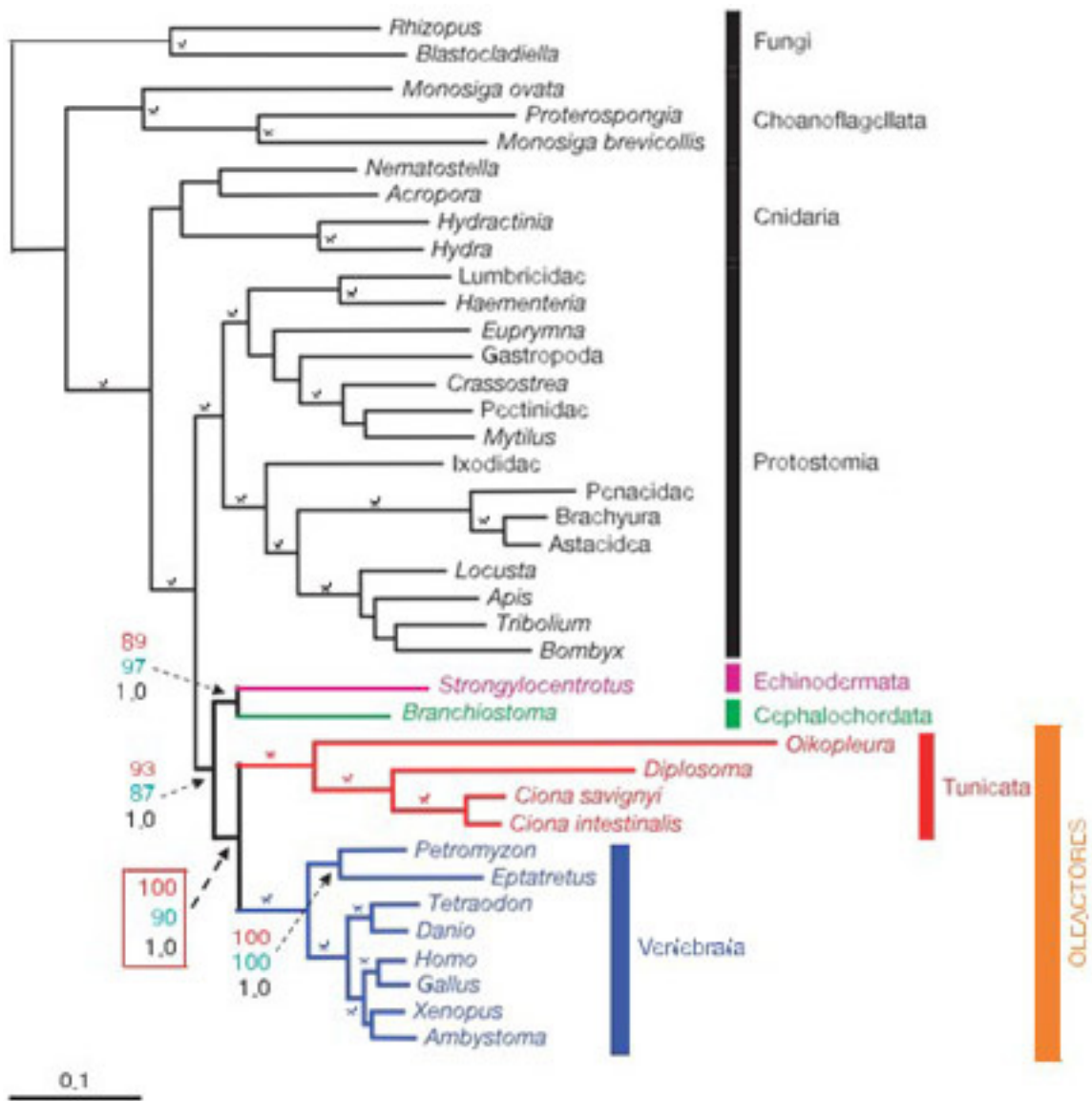


Fig. Céph 3.2. Phylogénie moléculaire des Métazoaires, incluant notamment 14 deutérostomiens (en couleurs) et 24 autres espèces (en noir), basée sur le séquençage de 146 gènes nucléaires (d'après Delsuc et al, 2006, Nature).

Cette étude récente de phylogénie moléculaire démontre que les céphalochordés forment le groupe basal des Chordés et que les urochordés et les vertébrés ont divergé par la suite. Les céphalochordés ont donc un intérêt particulier de par leur position basale et fournissent des informations essentielles sur notre ancêtre. L'amphioxus est d'ailleurs considéré comme le représentant vivant de la lignée évolutive ayant divergée le plus basalement au sein des chordés.

Récemment le génome d'une espèce de céphalochordé a été séquencé, il s'agit de *Branchiostoma floridae* (Holland et al., 2008). Ce génome a conservé énormément de gènes également présents chez les vertébrés. Au cours de l'évolution de la lignée des vertébrés, après la divergence des céphalochordés, deux duplications complètes du génome se sont produites. Amphioxus possède donc tous les gènes nécessaires à la mise en place du plan d'organisation des chordés, mais non dupliqués. Ainsi, pour chaque gène d'amphioxus il existe jusqu'à quatre gènes paralogues chez les mammifères.

Au sein des céphalochordés environ 25 espèces ont été décrites à ce jour vivant tous dans les eaux sombres des océans tempérés et tropicaux.