

ENSEIGNEMENT DE SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE (SVT)  
°° SCIENCES DE LA VIE °°

Partie 2. L'organisme, un système en interaction avec son environnement  
>> Travaux pratiques <<

TP 2.8.

# Étude de quelques appareils respiratoires animaux

## Objectifs : extraits du programme

Séance(s)	Connaissances clefs à construire, commentaires, capacités exigibles
La souris	- décrire l'organisation histologique du poumon.
Un poisson téléostéen	- décrire l'organisation histologique des branchies
Le criquet	- décrire l'organisation histologique des trachées
Un 'crustacé' Décapode : Écrevisse	[appareil respiratoire]

## Introduction

Dans les différents TP de **biologie animale**, il est question de l'**appareil respiratoire** des **organismes** étudiés. On rappelle que la **respiration** est la **fonction physiologique permettant la réalisation des échanges gazeux ( $O_2$ ,  $CO_2$ ) à l'échelle des organismes**. Les **appareils respiratoires** ou **échangeurs respiratoires** sont les **structures permettant la réalisation de ces échanges gazeux avec l'environnement**.

Comment s'organisent l'appareil respiratoire d'un Mammifère, d'un Téléostéen, d'un Insecte et d'un 'crustacé' Décapode ?

## I. Étude de l'appareil respiratoire des Mammifères

- On s'intéresse ici à l'**organisation histologique de l'appareil respiratoire des Mammifères**.

### A. Rappels sur l'organisation histologique de l'appareil respiratoire

- Texte scanné : d'après SEGARRA *et al.* (2015)

L'appareil respiratoire des mammifères comprend un **système de conduction**, les **voies aériennes**, et une **surface d'échanges** des gaz respiratoires entre le sang et l'atmosphère, les **poumons**. L'étude d'une coupe histologique des poumons permet d'observer la partie intra-pulmonaire des voies respiratoires (bronches intra-pulmonaires et bronchioles) et la zone respiratoire constituée du parenchyme pulmonaire (bronchioles respiratoires, canaux et sacs alvéolaires).

#### Les voies aériennes

Les bronches intra-pulmonaires se reconnaissent à leur paroi épaisse contenant une charpente cartilagineuse. Les **bronchioles** sont **dépourvues de cartilage**. De la lumière de la bronchiole vers la périphérie, on repère successivement un **épithélium cylindrique, cilié**, du tissu conjonctif, une couche de muscles lisses, et une adventice, constituée de tissu conjonctif en contact avec le parenchyme pulmonaire.

Les bronchioles terminales sont les plus petites voies aériennes. Leur lumière est bordée d'un épithélium simple comprenant quelques cellules ciliées. Le tissu conjonctif et les muscles lisses de la paroi sont très réduits.

#### Le parenchyme pulmonaire

Chaque bronchiole terminale se divise en branches plus courtes et à paroi mince, appelées bronchioles respiratoires car leur paroi contient un petit nombre d'alvéoles individualisées. Les bronchioles respiratoires

se divisent en canaux alvéolaires qui s'ouvrent dans de nombreuses alvéoles.

Les alvéoles sont séparées les unes des autres par des **cloisons inter-alvéolaires très vascularisées**. Celles-ci sont constituées d'un **épithélium simple** en contact avec l'air alvéolaire, constitué de cellules aplaties de deux types (pneumocytes I et II) qu'il n'est pas possible de distinguer aux grossissements utilisés.

Du tissu conjonctif constitue une fine couche de soutien sous l'épithélium et entoure les vaisseaux sanguins de la cloison inter-alvéolaire.

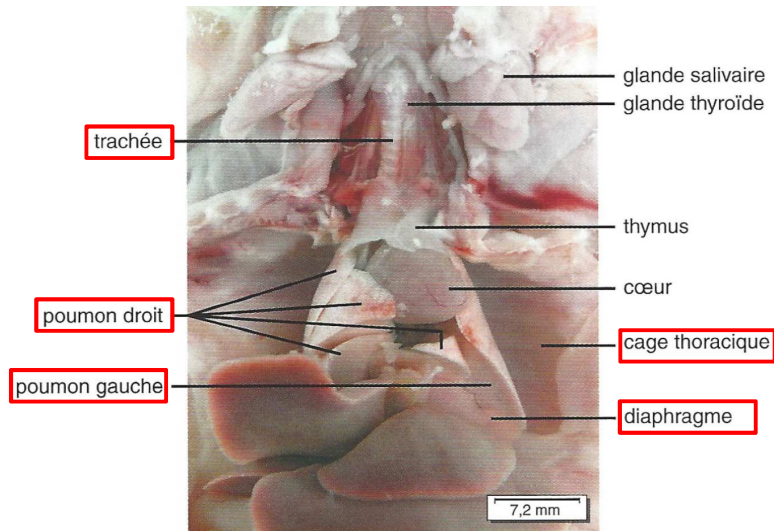
#### La vascularisation pulmonaire

Les artères pulmonaires, amenant le sang désoxygéné en provenance du ventricule cardiaque droit, se divisent tout en restant parallèles au réseau bronchique pour former les capillaires pulmonaires qui entourent les alvéoles. Les **capillaires pulmonaires forment un réseau très dense**. Les veines pulmonaires, vaisseaux à parois très minces, ramènent le sang oxygéné à l'oreillette gauche du cœur.

▸ Les poumons des mammifères sont des organes spécialisés dans les échanges gazeux respiratoires en milieu terrestre. L'air parvient au poumon après un trajet dans les voies aériennes au cours duquel il est filtré, réchauffé et humidifié. La surface d'échanges respiratoires est ainsi protégée car internalisée. Les échanges gazeux respiratoires se font au niveau de la barrière alvéolo-capillaire, très vaste, fine et richement irriguée.

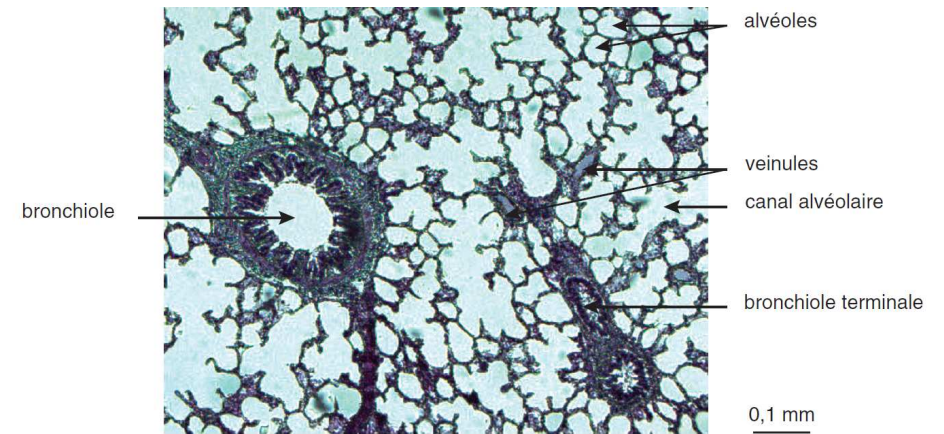
## B. Localisation et organisation de l'appareil pulmonaire de Souris

- Revoir le cours sur la **respiration animale (chapitre 9)**.
- Rappel à la **figure 1**.



▲ FIGURE 1. **Appareil respiratoire d'une Souris disséquée, vue ventrale (loupe binoculaire).** D'après HEUSSER & DUPUY (2015).

## 1. Vue d'ensemble du tissu pulmonaire



▲ FIGURE 2. **Tissu pulmonaire de Rat (MO).** D'après SEGARRA *et al.* (2015).

## C. Étude microscopique de l'appareil pulmonaire de Mammifères

Comment l'étude microscopique de l'appareil pulmonaire des Mammifères permet-elle de comprendre son organisation ?

### Activité 1. Étude microscopique des poumons de Mammifères

<b>Savoirs à construire</b>	Organisation microscopique de l'appareil pulmonaire des Mammifères	
<b>Savoir-faire sollicités</b>	<b>Capacité ou attitude visée</b>	<b>Évaluation</b>
	Maîtriser un outil, un geste technique, un logiciel... ➤ Microscope	
	Analyser, observer et raisonner	

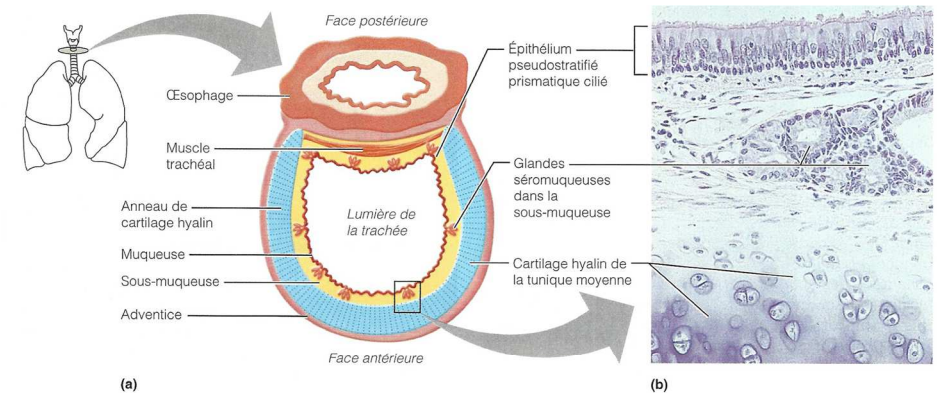
### Méthodes d'étude possibles

1. Dissection de la Souris pour localiser les structures
2. Observation microscopique de préparations du commerce.
3. Étude de clichés au microscope optique et au microscope électronique.

### Pistes de réflexion et d'exploitation

- Complétez les figures 2-12.
- Produisez un dessin d'observation de parenchyme pulmonaire observé au MO (figure 13).

## 2. Étude de la trachée



**Composition histologique de la paroi de la trachée.** (a) Coupe transversale montrant la situation de la trachée par rapport à l'œsophage, la situation des anneaux de cartilage hyalin et le muscle trachéal reliant les bords libres des anneaux. (b) Photomicrographie d'une partie de la paroi de la trachée en coupe transversale (225 ×). (c) Micrographie au microscope électronique à balayage montrant les cils de la trachée (13 500 ×). Les cils sont les filaments de couleur jaune qui ressemblent à des touffes d'algues. Des cellules caliciformes sécrétant du mucus et dotées de courtes microvillosités (en orange) sont disséminées entre les cellules ciliées.

▲ FIGURE 3. **La trachée des Mammifères : organisation générale.** D'après MARIEB (2005).



**Le point sur l'organisation de la trachée :  
les tuniques en partant de la lumière**  
*[Attention, les limites du vocabulaire varient selon les auteurs !]*

**MUQUEUSE**

▪ Couche de **cellules épithéliales prismatiques** pourvues d'une **ciliature** permettant l'évacuation du **mucus** ayant piégé les suspensions, les **cellules ciliées** [de type clairement **prismatique**], et de **cellules muqueuses** [de type davantage **cubique**] sans ciliature et **sécrétrices d'une partie du mucus trachéal**. On peut nommer cet épithélium : **épithélium respiratoire**.

\* On les appelle **cellules caliciformes** car elles sont en forme de « calice »

- L'**épithélium** est de type **pseudostratifié** (une seule couche de cellules mais les noyaux ne sont pas forcément au même niveau).
- Une partie non négligeable des auteurs inclut la **couche superficielle de tissu conjonctif lâche dépourvue de glandes séreuses** – qu'ils nomment **lamina propria** ou **chorion** – dans la muqueuse ; pour d'autres au contraire, cette couche est présentée comme **intégrée à la sous-muqueuse**... Un peu pénible, cette **instabilité terminologique** ☹
- On trouvera aussi, comme dans tout tissu conjonctif, des **vaisseaux sanguins** mais aussi la présence plus sporadique de **cellules immunitaires** (peu visibles), de **tissu nerveux** (peu visible aussi)...

**SOUS-MUQUEUSE**

Synonyme de **chorion** ou **lamina propria** pour certains auteurs (qui réduisent alors la muqueuse à l'épithélium cilié)

- La sous-muqueuse est fondamentalement une **couche de tissu conjonctif lâche** (fibroblastes + matrice riche en élastine) et **dense** (fibroblastes + matrice riche en collagène).
- Le **tissu conjonctif lâche** assure l'élasticité de l'organe lors des flux ventilatoires.
- La partie du **tissu conjonctif dense** présent au contact du cartilage se nomme **périchondre**.
- Le **tissu conjonctif dense** assure l'ancrage du cartilage sur les tissus plus externes de la trachée.

On y trouve en outre :

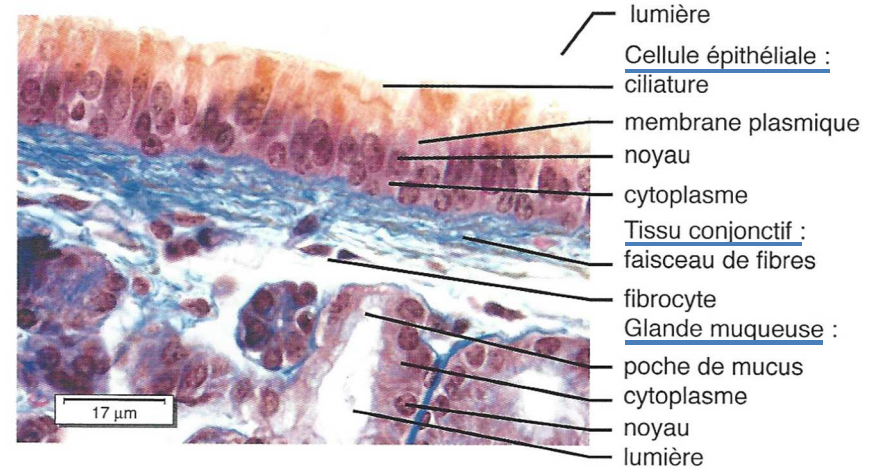
- Des **vaisseaux sanguins** qui permettent notamment la **nutrition des tissus**.
- Des **cellules nerveuses**, des **cellules immunitaires**... souvent peu visibles.
- Des **glandes trachéales**, **massifs acineux de cellules cubiques** qui produisent l'essentiel du **mucus trachéal**. Le mucus produit est évacué jusqu'à la lumière de la trachée par de fins canalicules.
- Du **tissu adipeux** qui constitue une **réserve de ressources énergétiques**, quoiqu'il ne soit pas toujours présent.
  - Le **tissu adipeux** se reconnaît à ses **adipocytes**, cellules **massives, arrondies, de taille souvent supérieure aux cellules alentour** et regroupées en **amas** ; en l'absence de coloration spécifique des lipides, l'intérieur comprend essentiellement une volumineuse **zone décolorée** qui correspond aux lipides.
- Des **muscles lisses** ou plutôt un **muscle lisse (muscle trachéal)** présent au niveau de l'**interruption** de l'anneau cartilagineux et qui participe à l'**accommodation** du diamètre de l'organe lors des **mouvements ventilatoires**.
  - Il semble qu'il n'y ait pas de **vraie musculature continue** dans la paroi trachéale ; exception faite du **muscle trachéal** dans l'interruption cartilagineuse, les **myocytes lisses** semblent assez rares dans le reste de l'organe voire ne sont pas cités par les auteurs.
  - La part des **muscles lisses** augmente à mesure que l'on va vers des ramifications de rang inférieur (bronches, bronchioles...).

**ANNEAU CARTILAGINEUX** en fer à cheval : uniquement les **gros conduits**

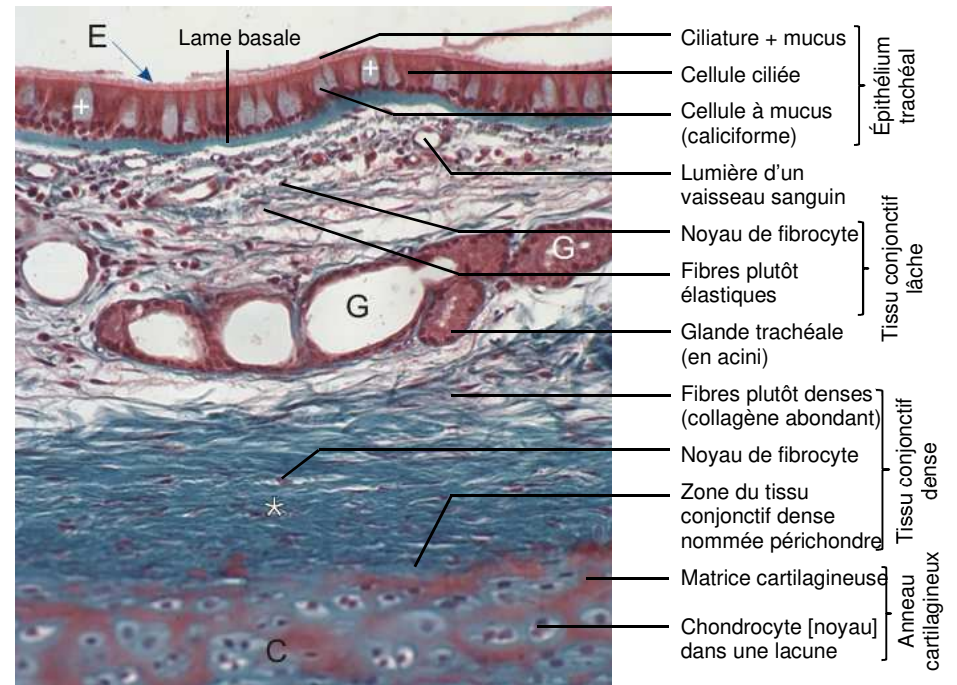
- Le **cartilage** comprend une **matrice extracellulaire hyaline** et des **lacunes** comprenant un ou plusieurs **chondrocytes** qui sécrètent cette matrice.

**ADVENTICE**

- Essentiellement du **tissu conjonctif**, parfois aussi du **tissu adipeux**. Là encore, il permet d'accommoder l'organe aux **mouvements ventilatoires**.



▲ FIGURE 4. **Coupe transversale de trachée d'un Mammifère (MO) au niveau externe.**  
D'après HEUSSER & DUPUY (2015).



▲ FIGURE 5. **Coupe transversale de trachée de Singe (MO) [adventice non montrée].**  
Cliché Y. CLERMONT, M. LALLI & Z. BENC SATH-MAKKAI, *Atlas d'histologie en microscopie optique*, en ligne : [http://audilab.bmed.mcgill.ca/HA/html/HAintro\\_F.html](http://audilab.bmed.mcgill.ca/HA/html/HAintro_F.html) (consultation janvier 2016)



**Épithélium trachéal. Hamster. Microscopie électronique. × 7 782.**

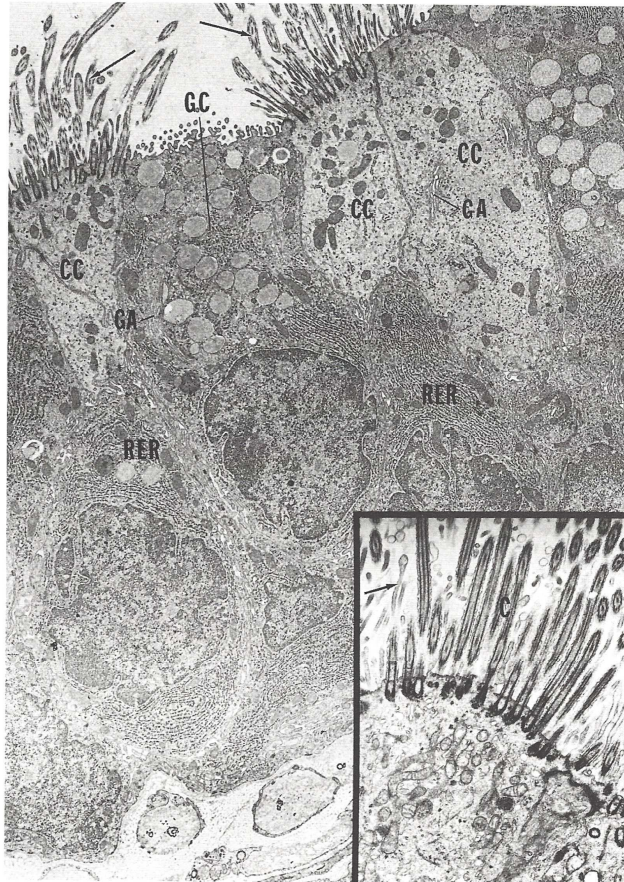
L'épithélium trachéal du hamster contient des **cellules caliciformes (GC)** sécrétant du mucus et des **cellules prismatiques ciliées (CC)** dont les cils (*flèches*) sont visibles dans la lumière. Notez que ces deux types cellulaires ont un **appareil de Golgi (GA)** bien développé et que les cellules à mucus possèdent un

**réticulum endoplasmique granulaire (RER)** abondant. (Avec l'aimable autorisation du Dr E. McDowell).

**ENCADRÉ** Bronche. Homme. Microscopie électronique. × 7 782.

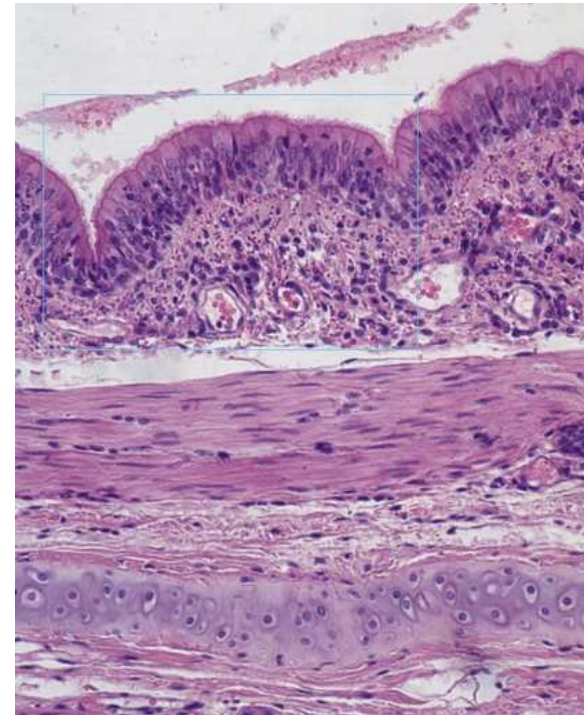
L'apex d'une cellule épithéliale ciliée possède à la fois des cils (C) et des microvillosités (*flèche*). (Avec l'aimable autorisation du Dr E. McDowell).

<b>LÉGENDE</b>	C	cils	GA	appareil de Golgi	RER	réticulum endoplasmique granulaire
	CC	cellule ciliée	GC	cellule caliciforme = cellule muqueuse		



**▲ FIGURE 6. Épithélium de la trachée (MET).**  
D'après HIATT & GARTNER (2012).

**3. Étude des bronches et bronchioles**



**Épithélium cilié et sécréteur**

**Lamina propria = chorion**  
[+ un peu de sous-muqueuse]

**Musculeuse**

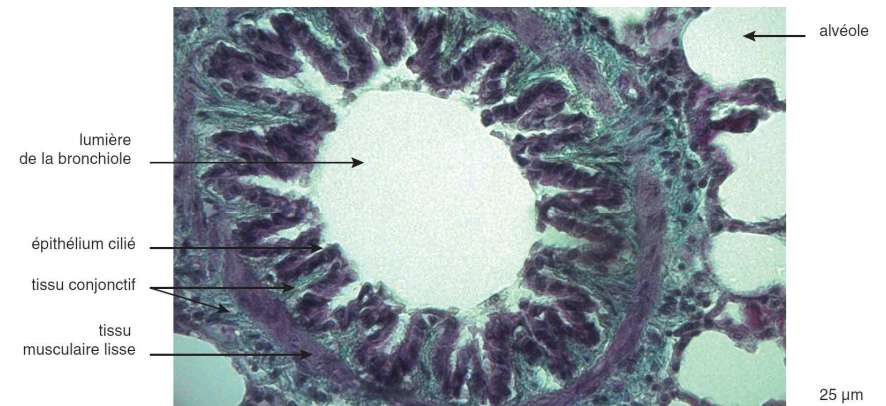
**Tissu conjonctif (sous-muqueuse)**

**Cartilage** entouré de **périchondre** des deux côtés

**Adventice** (tissu conjonctif)

**▲ FIGURE 7. Bronche de Rat (MO).**

Cliché Y. CLERMONT, M. LALLI & Z. BENCATH-MAKKAI, *Atlas d'histologie en microscopie optique*, en ligne : [http://audilab.bmed.mcgill.ca/HA/html/HAintro\\_F.html](http://audilab.bmed.mcgill.ca/HA/html/HAintro_F.html) (consultation janvier 2016)



**▲ FIGURE 8. Bronchiole de Rat (MO).** D'après SEGARRA *et al.* (2015).



## L'essentiel sur l'organisation des bronches et bronchioles : les tuniques en partant de la lumière

### MUQUEUSE

- On retrouve l'**épithélium respiratoire** comprenant des **cellules ciliées** et des **cellules muqueuses**
  - Les **cellules muqueuses** sont des **cellules de CLARA** dans les **bronchioles**, les **secrétions** produites étant un peu différentes de celles des **cellules caliciformes** en lien avec le plus faible diamètre des conduits qui suppose un **mucus plus fluide**, s'écoulant plus facilement et ne **coagulant pas** dans les conduits.
- On retrouve la **lamina propria** ou **chorion** mais avec une **épaisseur plus faible** ; toujours essentiellement de la **matrice**, des **fibrocytes**, des **vaisseaux**...
- On note que la structure de la **muqueuse** (au sens large : **épithélium + lamina propria**) dessine des **villosités** qui favorisent sans doute la **fixation des poussières en suspension** sur les **parois muqueuses des conduits**, protégeant ainsi les **alvéoles** situées au bout des conduits.

### MUSCULEUSE

- = **Couche continue de cellules musculaires lisses** qui ici a pour fonction de **contrôler la résistance des conduits au passage de l'air**, ce qui peut intervenir dans le **contrôle** plus global de la **ventilation**.
- Le **muscle lisse** se reconnaît à ses **cellules plutôt jointives et allongées** et à ses **noyaux souvent très aplatis**.

### SOUS-MUQUEUSE

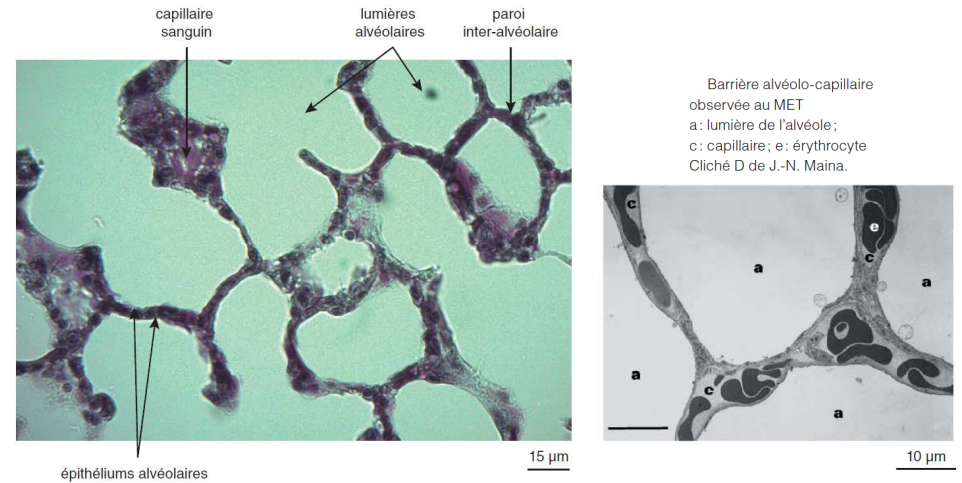
- Elle est plutôt **réduite** et les **glandes muqueuses** tendent à **se raréfier** rapidement. Le **mucus bronchiolaire** est ainsi essentiellement produit par les **cellules muqueuses épithéliales**.

### ANNEAU CARTILAGINEUX en fer à cheval [+ périchondre]

- Ils se **raréfient** dans les **bronches** et **disparaissent** dans les **bronchioles**.

### ADVENTICE

- Tissu **conjonctif** plutôt lâche.



▲ FIGURE 9. **Parenchyme pulmonaire de Rat (MO et MET)**. D'après SEGARRA *et al.* (2015).

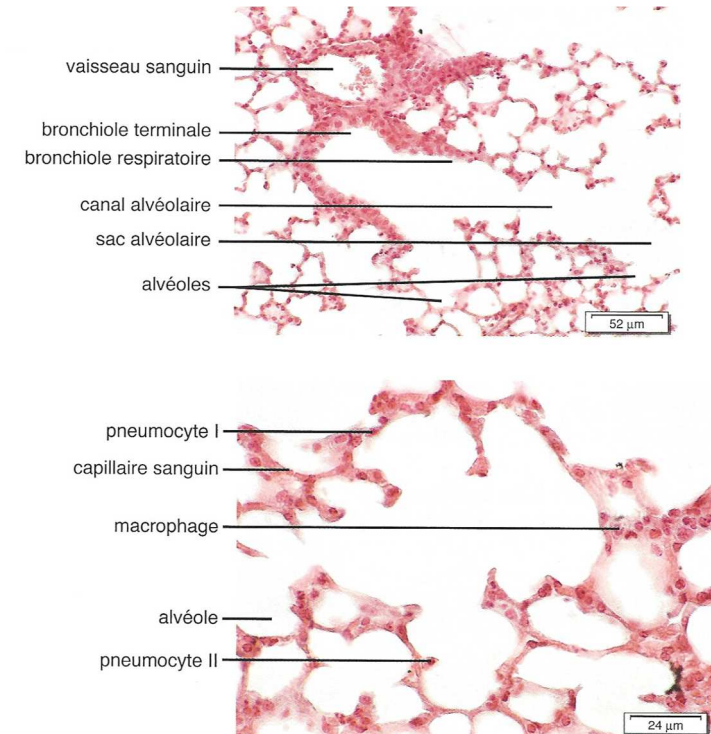
## 4. Étude du parenchyme pulmonaire

### L'essentiel sur la paroi alvéolaire

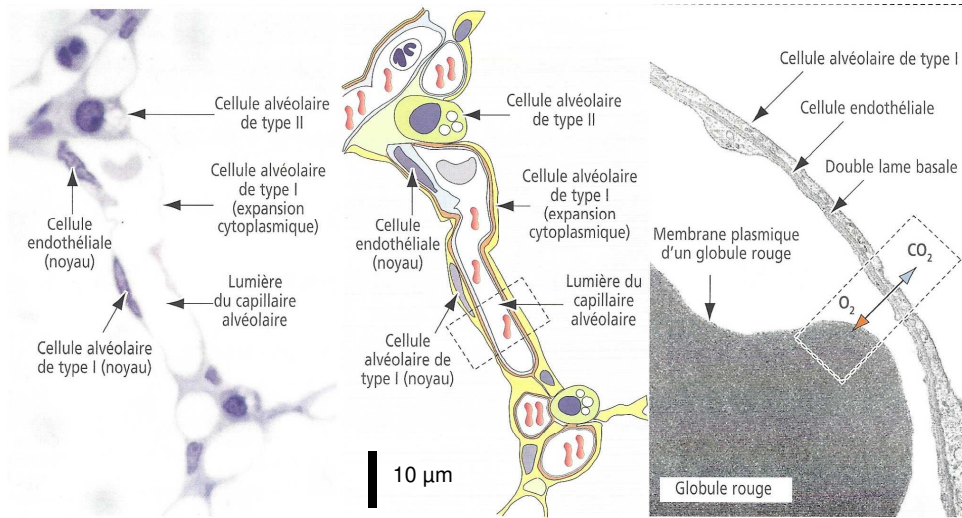
On y trouve surtout :

- Des **cellules épithéliales** (sous forme d'un **épithélium simple**) : les **pneumocytes I** (**cellules pavimenteuses extrêmement fines, à noyau aplati, au niveau desquelles se fait l'essentiel de la diffusion des gaz**) et les **pneumocytes II** (**cellules cubiques productrices du surfactant pulmonaire, un composé essentiellement lipidique mais aussi protéique qui agit comme tensio-actif dans les alvéoles et évite leur collapsus**).
- Des **vaisseaux sanguins**, essentiellement de **fin capillaires** (limités par une seule couche **endothéliale**) où circule le **sang** avec lequel s'effectuent les **échanges gazeux**. On observe aussi des **petites veines** et **artères** : le **poumon** est un **organe fortement vascularisé**.
- Du **tissu conjonctif** (**matrice et fibroblastes**) qui laissent passer les **gaz respiratoires**.
- Des **cellules immunitaires**, essentiellement des **macrophages** qui sont intégrés à la **paroi alvéolaire**.
- On trouve aussi des **cellules immunitaires libres dans les alvéoles** qui « **captent** » les **pathogènes et suspensions** qui n'auraient pas été arrêtés par le **mucus des conduits** ; on les appelle parfois « **cellules à poussières** ».

Remarque : la **barrière alvéolo-capillaire** (**ensemble des « couches » que traversent les gaz entre l'air alvéolaire et le sang**) est souvent bien inférieure à **1 µm**, ce qui favorise nettement la **diffusion des gaz**.

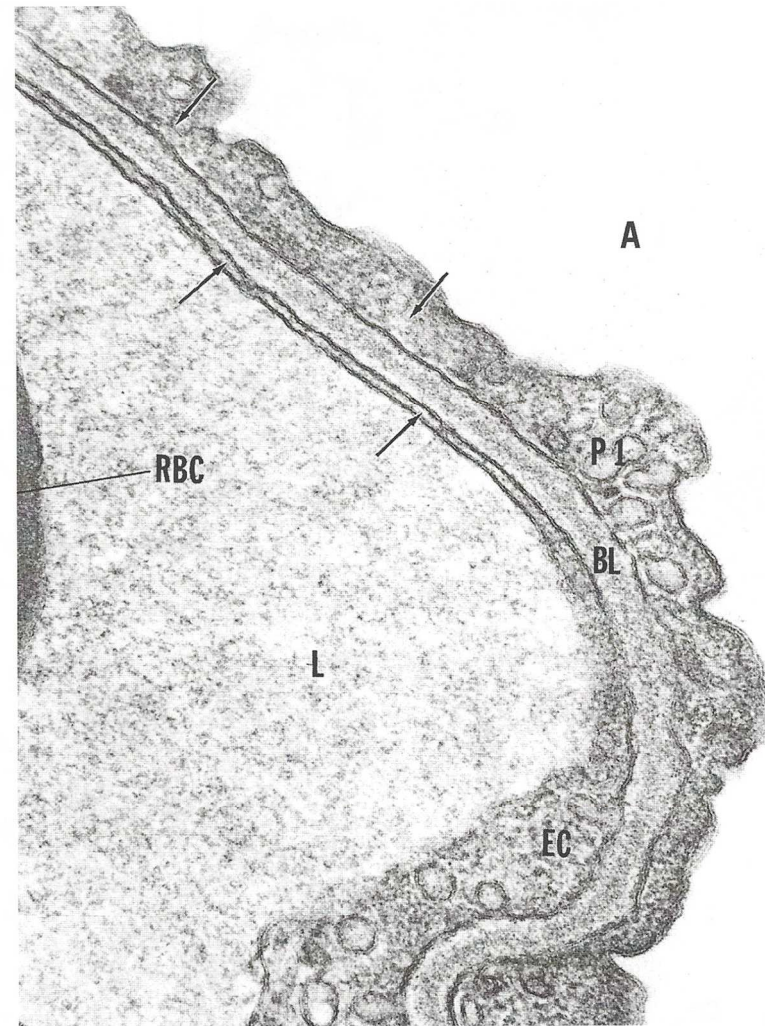


▲ FIGURE 10. **Parenchyme pulmonaire de Souris (MO)**. D'après HEUSSER & DUPUY (2015).



Le poumon est un organe d'échanges gazeux ayant pour but d'approvisionner le sang en  $O_2$ , et de le débarrasser de son  $CO_2$ . Les capillaires alvéolaires sont étroitement accolés à la lumière alvéolaire. Un échange gazeux par diffusion passive se produit à travers la barrière air-sang constituée (1) des expansions cytoplasmiques des cellules alvéolaires de type I ; (2) d'une double lame basale synthétisée par les cellules alvéolaires de type I et les cellules endothéliales ; (3) des extensions cytoplasmiques des cellules endothéliales continues ; (4) de la membrane plasmique des globules rouges. Les cellules alvéolaires de type II contribuent indirectement aux échanges gazeux en sécrétant du surfactant, un complexe lipido-protéique qui réduit la tension superficielle de l'alvéole et l'empêche de se collaber.

**▲ FIGURE 11. Focus sur le parenchyme pulmonaire avec schéma d'interprétation (MO et MET).**  
D'après KIERSZENBAUM (2006).



**Barrière alvéolo-capillaire. Chien. Microscopie électronique.  $\times 85\ 500$ .**

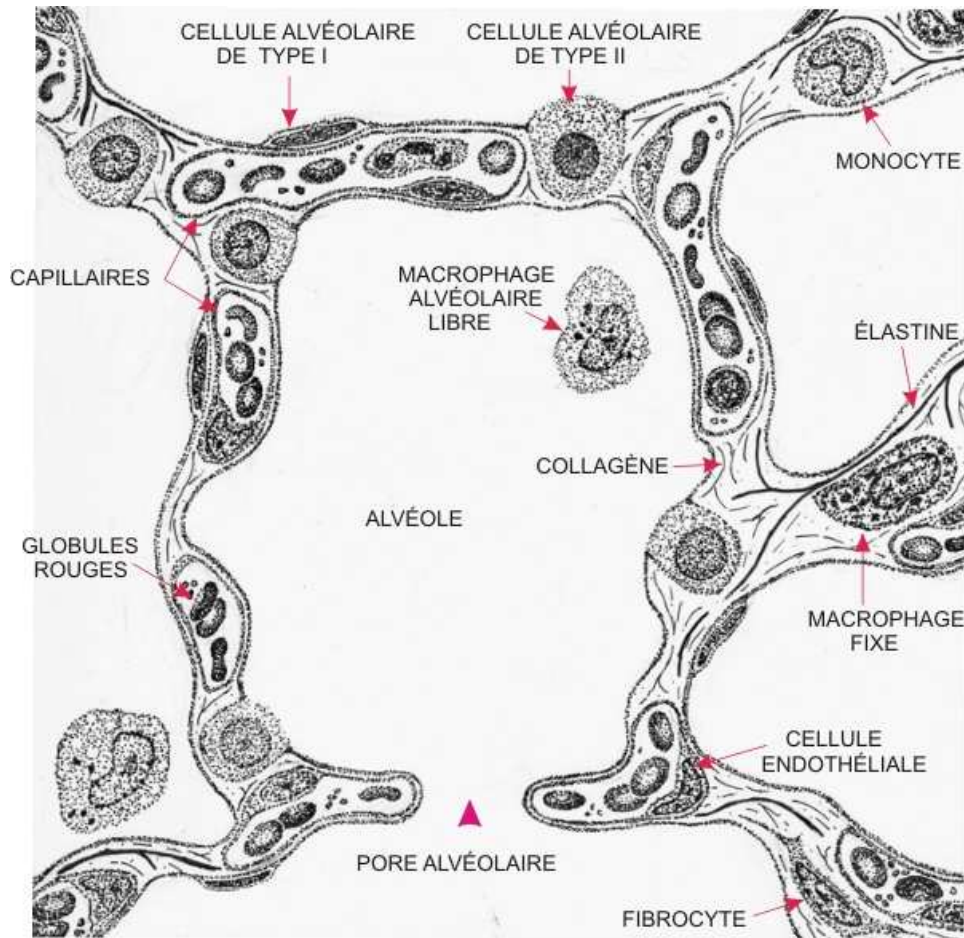
La barrière alvéolo-capillaire est composée de **cellules endothéliales (EC)** très aplatis et de **pneumocytes de type I (P1)** séparés par une **membrane basale (BL)**. Notez que le cytoplasme (flèches) de ces deux types cellulaires est très réduit, comme le

montre la proximité de leurs membranes plasmiques. L'**espace aérien alvéolaire (A)** est vide, alors que la **lumière (L)** capillaire contient un **globule rouge (RBC)**, dont une partie est visible ici. (D'après DeFouw D. Vesicle numerical densities and cellular attenuation : comparisons between endothelium and epithelium of the alveolar septa in normal dog lungs. *Anat Rec* 1984 ; 209 : 77-84).

**▲ FIGURE 12. Barrière alvéolo-capillaire (MET).** D'après HIATT & GARTNER (2012).







▲ FIGURE 15. Organisation d'une alvéole et de sa paroi.

## II. Étude de l'appareil branchial des Téléostéens

### A. Localisation : rappels sur l'organisation de l'appareil cardiorespiratoire

Les poissons téléostéens comme le maquereau ont une **respiration branchiale**. Les branchies sont protégées dans une **cavité branchiale** en arrière de la bouche. Le transport des gaz respiratoires, des nutriments et des déchets métaboliques est réalisé grâce à la mise en circulation du sang par le cœur au sein d'un **système vasculaire clos**.

#### Les branchies, surfaces respiratoires

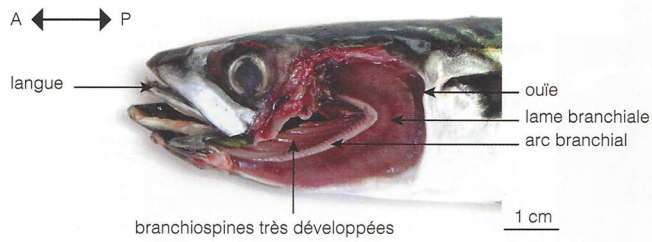
Les branchies des téléostéens sont protégées dans la **cavité branchiale** (figure ). L'eau circule de la bouche vers la cavité branchiale et ressort par les **ouïes** (ou fentes operculaires). La cavité branchiale est délimitée latéralement par deux **opercules** (replis de nature tégumentaire soutenus par des os). **Quatre paires de branchies** (ou holobranchies) sont soutenues

par des **arcs branchiaux** (correspondants de l'avant vers l'arrière aux arcs III à VI) séparés par des fentes branchiales (figure ).

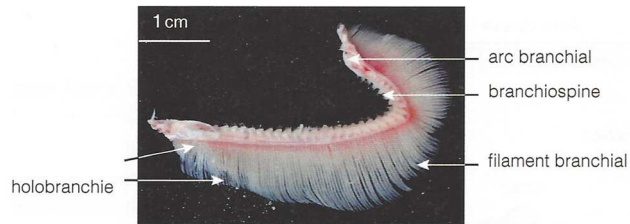
Une holobranchie est la réunion de **deux hémibranchies** elles-mêmes constituées par une succession de **filaments branchiaux** (figure ). Ces derniers portent à leur surface des **lamelles** très fines qui sont les sites d'échanges des gaz respiratoires par diffusion. La cavité branchiale abrite ainsi une **grande et très fine surface d'échange respiratoire** entre l'eau vecteur des gaz respiratoires à l'état dissous et le sang. Les arcs branchiaux portent des **branchiospines** tournées vers la cavité bucco-pharyngée (figure ). Chez les espèces, comme le maquereau, les branchiospines sont très développées et participent ainsi au prélèvement de la nourriture par filtrage.

*D'après SEGARRA et al. (2014), corrigé*





**Figure**  
 Vue latérale gauche de la cavité branchiale (opercule gauche ôté) du maquereau  
 La branchie observable est portée par le premier arc branchial.  
 A, P : antérieur, postérieur.



**Figure**  
 Organisation d'une branchie de maquereau  
 La branchie observable est portée par l'arc branchial V.

**A FIGURE 16. Cavité branchiale ouverte et branchie isolée (vue latérale).**  
 D'après SEGARRA *et al.* (2014), corrigé.

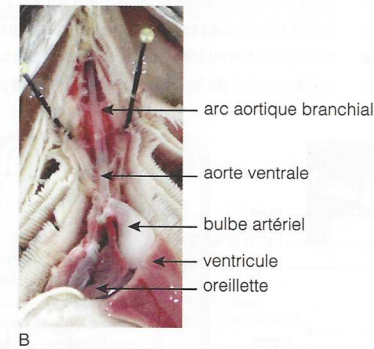
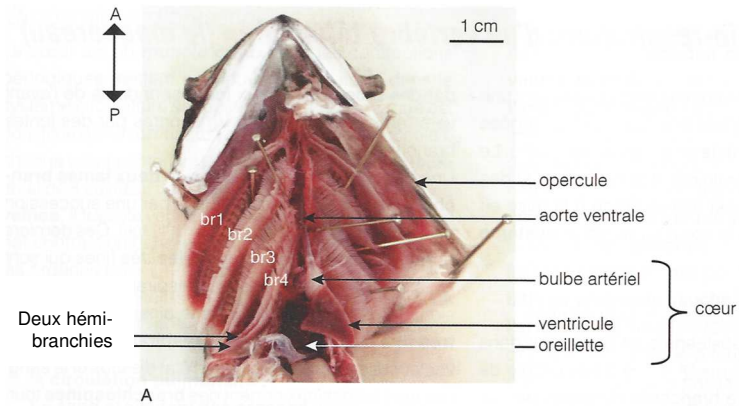
**NB Les branchiospines permettent de retenir la nourriture dans la cavité buccale.**

### Le cœur et la mise en circulation du sang

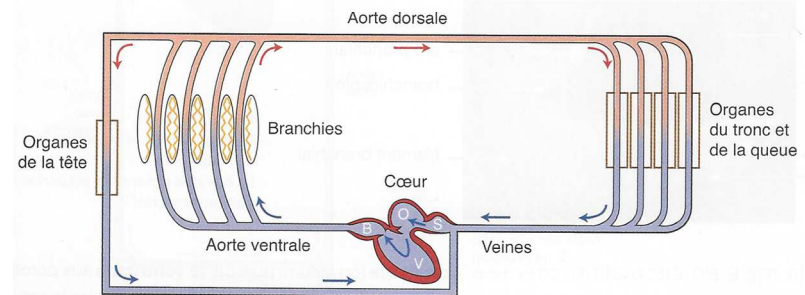
Le cœur des poissons téléostéens est situé à l'avant de la cavité abdominale. C'est un muscle creux à quatre chambres successives présentant une forme caractéristique en S (figure 17). Le sang non hématisé est ramené au cœur par les veines dans le sinus veineux (figure 17). Il transite par

l'oreillette (ou atrium) puis par le ventricule aux parois épaisses. La contraction de ce dernier propulse le sang via le bulbe artériel dans l'aorte ventrale. Le sang est distribué aux branchies par les arcs aortiques branchiaux, où il est hématisé. Le sang en ressort par les artères branchiales efférentes qui fusionnent en une artère aorte dorsale dirigeant le sang hématisé vers les organes (figure 17).

D'après SEGARRA *et al.* (2014)



**Figure**  
 Organisation de l'appareil cardio-respiratoire (vue ventrale) du maquereau  
 A. L'opercule droit a été ôté afin de dégager les quatre paires de branchies (br1, br2, br3, br4). Le sinus veineux cardiaque est caché par l'oreillette.  
 B. Vue centrée sur l'aorte ventrale.



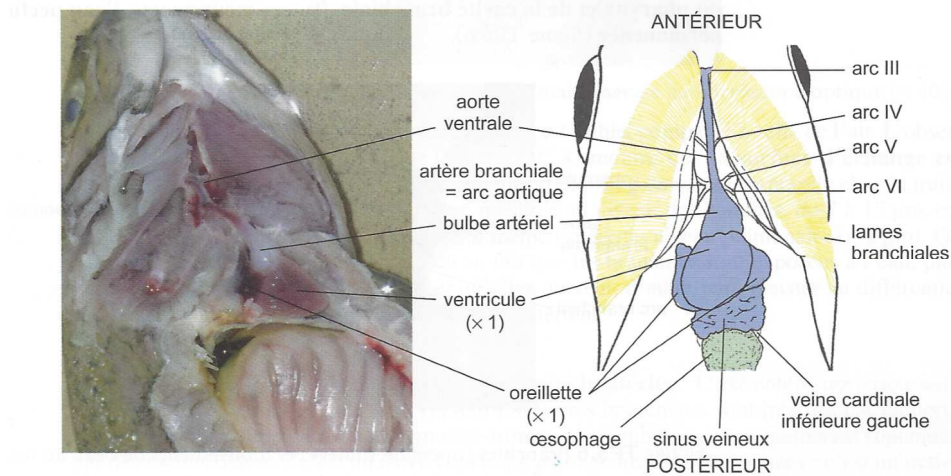
--- Sang hématisé (riche en O<sub>2</sub>)  
 --- Sang non hématisé (appauvri en O<sub>2</sub>, enrichi en CO<sub>2</sub>)  
 --- Capillaires des tissus et organes

**Figure**  
 Organisation de l'appareil circulatoire des poissons téléostéens  
 S : sinus ; O : oreillette ;  
 V : ventricule ; B : bulbe

**A FIGURE 17. Appareil cardio-respiratoire : étude d'ensemble.**  
 D'après SEGARRA *et al.* (2014).



Branchies (opercule soulevé) et mouvements de l'eau au niveau des branchies.



Détail de la région cardio-branchiale en vue ventrale.

▲ **FIGURE 18. Appareil cardio-respiratoire : une autre vision.**  
D'après PEYCRU *et al.* (2013).

## B. Étude histologique des branchies

Comment l'étude microscopique de l'appareil branchial des Téléostéens permet-elle de comprendre son organisation ?

### Activité 2. Étude microscopique des branchies de Téléostéens

Savoirs à construire	Organisation microscopique de l'appareil pulmonaire des Mammifères	
Savoir-faire sollicités	Capacité ou attitude visée	Évaluation
	Maîtriser un outil, un geste technique, un logiciel... ➤ Microscope	
	Analyser, observer et raisonner	

#### Méthodes d'étude possibles

1. Dissection de la Souris pour localiser les structures]
2. Observation microscopique de préparations du commerce.
3. Étude de clichés au microscope optique et au microscope électronique.

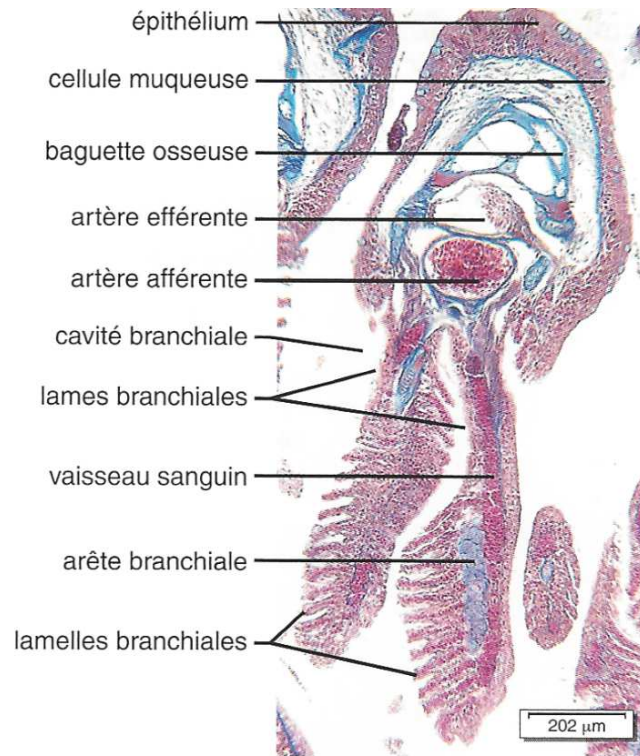
#### Pistes de réflexion et d'exploitation

- Complétez les figures 2-12.
- Produisez un dessin d'observation de parenchyme pulmonaire observé au MO (cadre page 20).

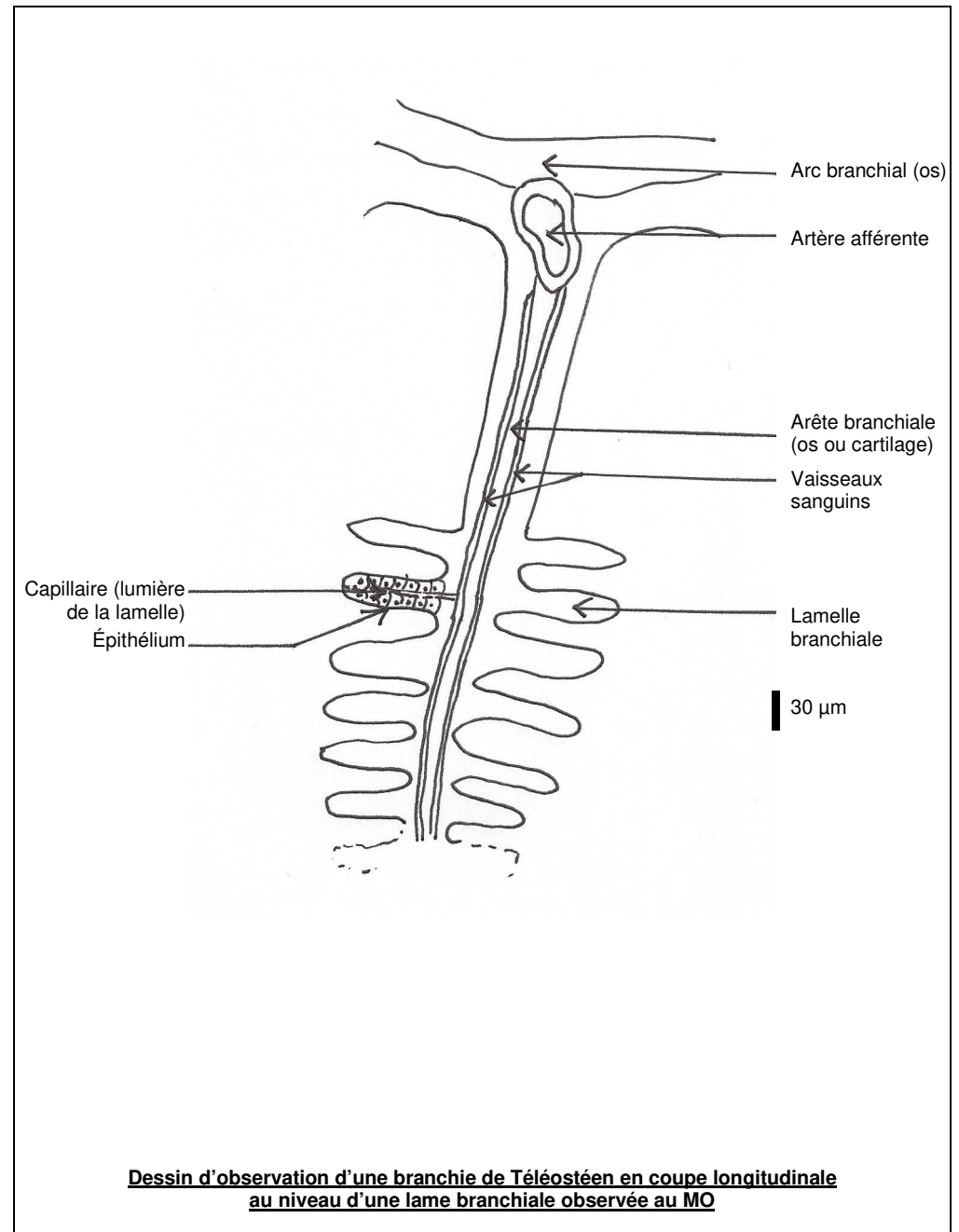




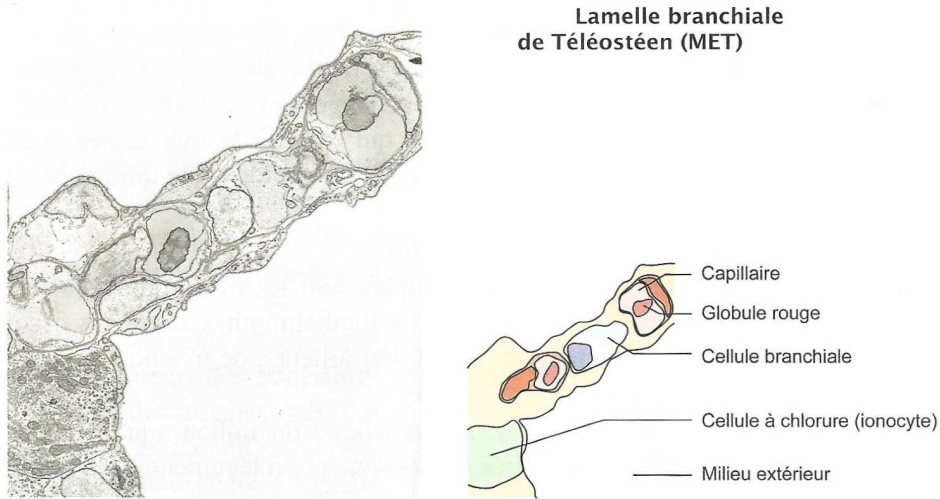
Coupe longitudinale d'un arc branchial observée au microscope optique (× 40).



▲ FIGURE 19. Coupe longitudinale (en haut) et transversale (en bas) d'une branchie.  
D'après PEYCRU *et al.* (2013) et HEUSSER & DUPUY (2015).



Dessin d'observation d'une branchie de Téléostéen en coupe longitudinale au niveau d'une lame branchiale observée au MO



▲ FIGURE 20. Étude électronographique de l'épithélium branchial.  
D'après PEYCRU *et al.* (2013) et HEUSSER & DUPUY (2015).

### III. Étude de l'appareil trachéen des Insectes

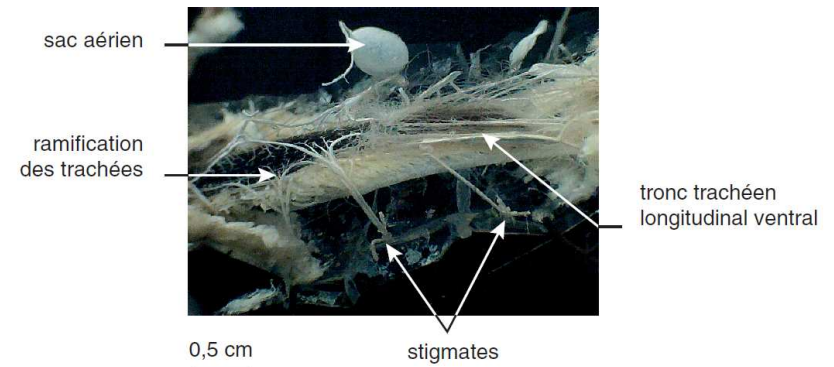
#### A. Localisation et organisation de l'appareil trachéen du Criquet

Le **réseau de trachées** constituant l'appareil respiratoire du criquet est **métamérisé**. Il est ouvert sur l'extérieur au niveau des **stigmates**. On dénombre 10 paires de stigmates disposées sur les 2 derniers métamères thoraciques et les 8 premiers métamères abdominaux.

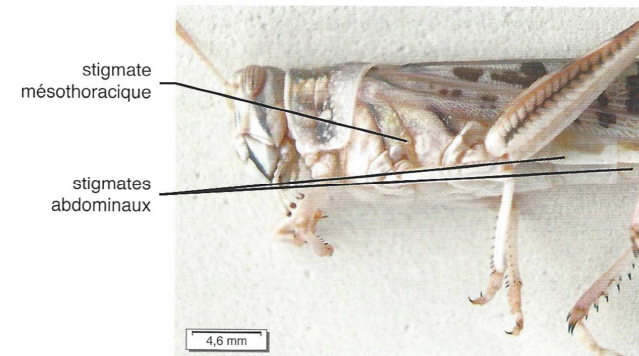
À partir des orifices stigmatiques, l'air passe dans des troncs trachéens longitudinaux dorsal et ventral qui se ramifient vers tous les organes. Au fur et à mesure des ramifications, les trachées diminuent de diamètre. Des **sacs aériens**, disposés dans tout le système trachéen participent à la ventilation et augmentent le volume des trachées.

*Texte d'après SEGARRA *et al.* (2015)*

- La **dissection du Criquet** a été **réalisée** lors du **TP 2.3** : nous vous invitons à **revoir** les informations qui s'y trouvent, notamment pour **localiser** les **stigmates**, les **trachées** et les **sacs aériens** (figures 21-22). [À compléter par l'étudiant]



▲ FIGURE 21. Organisation du système trachéen dans la région abdominale après dissection (loupe binoculaire). D'après SEGARRA *et al.* (2015).



▲ FIGURE 22. Localisation des stigmates (profil gauche). D'après HEUSSER & DUPUY (2015).



## B. Organisation microscopique des trachées

Revoir TP A6 (Criquet)

Chaque trachée est délimitée par un **épithélium simple** (épiderme) sécrétant une cuticule. La partie cuticulaire tournée vers la lumière présente des épaississements en anneaux ou spirale: des **ténidies** qui maintiennent les tubes béants.

À proximité des cellules consommatrices, les trachées se subdivisent en **trachéoles** au sein de cellules trachéolaires. Les trachéoles recouvrent les organes et s'insinuent entre les cellules consommatrices. La diffusion du dioxygène a lieu au niveau des trachéoles.

▶ Les insectes disposent d'un appareil respiratoire particulier: le réseau trachéen. Il est caractérisé par l'apport direct de l'air contenant le dioxygène aux tissus via un réseau de conduits trachéens. L'invagination de la surface respiratoire constitue une adaptation à la vie en milieu terrestre.

Texte d'après SEGARRA et al. (2015)

Comment l'étude microscopique de l'appareil trachéen des Insectes permet-elle de comprendre son organisation ?

### Activité 5. Étude microscopique des trachées d'Insectes

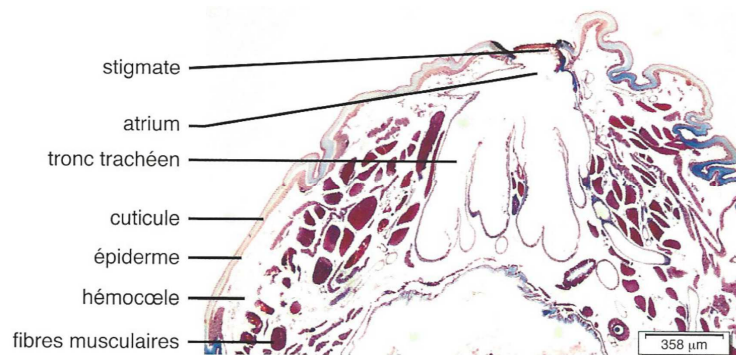
<b>Savoirs à construire</b>	Organisation microscopique de l'appareil trachéen des Insectes	
<b>Savoir-faire sollicités</b>	<b>Capacité ou attitude visée</b>	<b>Évaluation</b>
	Maîtriser un outil, un geste technique, un logiciel... ➤ Microscope	

#### Méthodes d'étude possibles

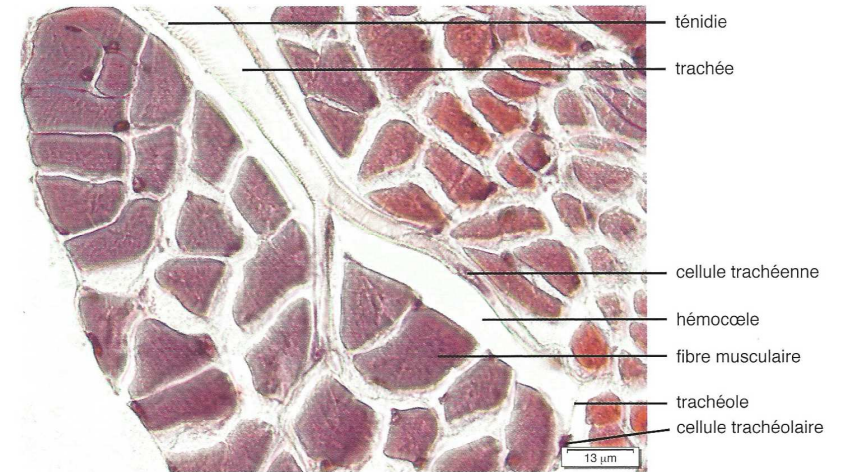
1. **Dissection du Criquet** et **montage** entre lame et lamelles de **trachées** ensuite **observées** au microscopique optique : revoir le TP 2.3.
2. **Observation microscopique** de **préparations du commerce**.
3. Étude de **clichés** au **microscope optique** et au **microscope électronique**.

#### Travail d'exploitation

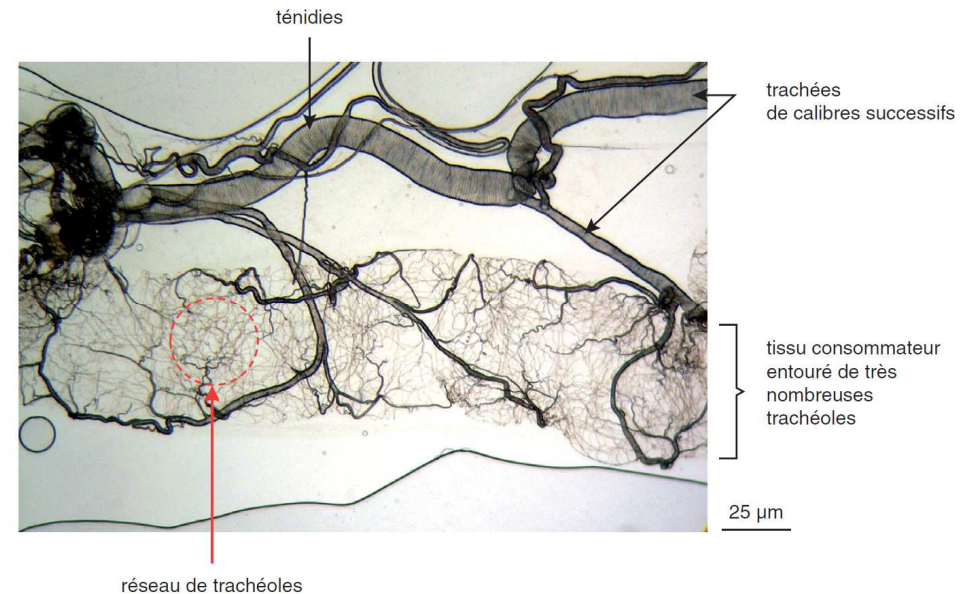
- Complétez les figures 23-28.



▲ FIGURE 23. Coupe longitudinale de segment abdominal au niveau d'un stigmate (MO).  
D'après HEUSSER & DUPUY (2015).



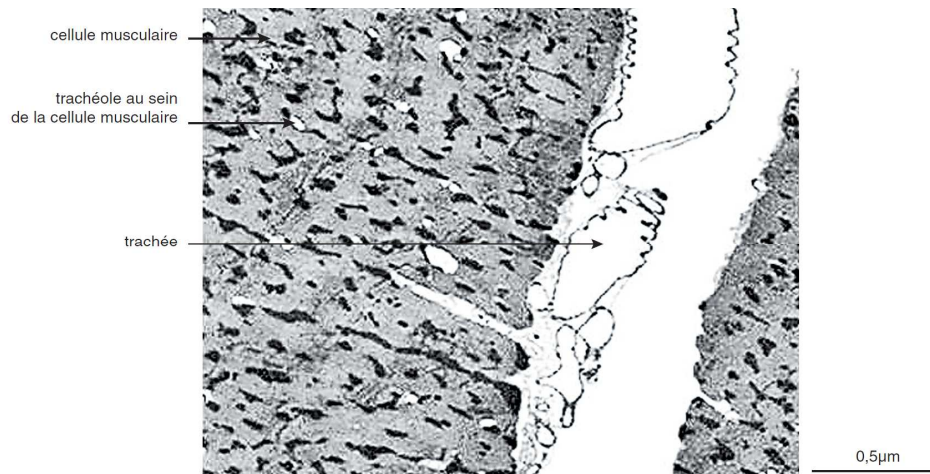
▲ FIGURE 24. Coupe longitudinale de trachée de Grillon (MO).  
D'après HEUSSER & DUPUY (2015).



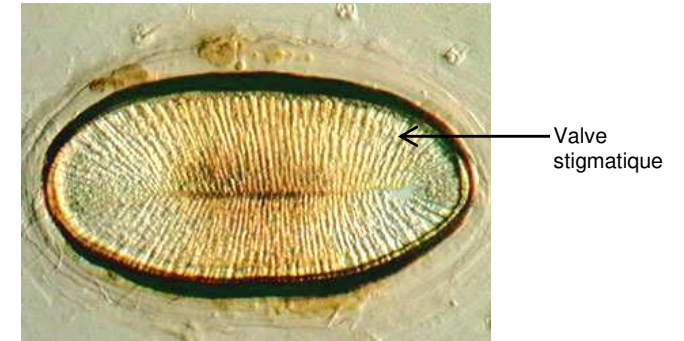
▲ FIGURE 25. Montage d'une portion d'appareil trachéen monté après dissection (MO).  
D'après SEGARRA et al. (2015).



▲ FIGURE 26. Système trachéen au niveau d'une cellule musculaire de Sauterelle (MEB).  
D'après SEGARRA *et al.* (2015). Cliché de J.-C. MAINA.



▲ FIGURE 27. Système trachéen au niveau d'une cellule musculaire de Sauterelle (MET).  
D'après SEGARRA *et al.* (2015). Cliché de J.-C. MAINA.



▲ FIGURE 28. Stigmate fermé monté entre et lamelle et montrant les deux valves (MO).  
<http://micro.magnet.fsu.edu/optics/olympusmicd/galleries/oblique/insectspiracle.html> (consultation janvier 2016). Taille et espèce d'origine non précisées.



## IV. Rappels sur l'organisation de l'appareil branchial d'un 'crustacé' Décapode

- Voir figures 29-30 + tableau IV.

### Organisation de la cavité branchiale et des branchies

L'écrevisse est un animal aquatique présentant une **respiration branchiale**. Plusieurs paires de branchies sont localisées dans la région thoracique de l'animal protégées par les bordures latérales du céphalothorax formant des branchiostégites (figure ).

Les branchies des crustacés décapodes sont constituées par un **axe** autour duquel de nombreuses **ramifications filamenteuses (trichobranchies)** constituent de fines et grandes surfaces d'échanges des gaz respiratoires avec l'eau (figure ). L'hémolymphe en provenance des organes, circule dans des vaisseaux au sein des branchies. Le dioxygène est transféré de l'eau circulant dans la cavité branchiale vers l'hémolymphe alors que

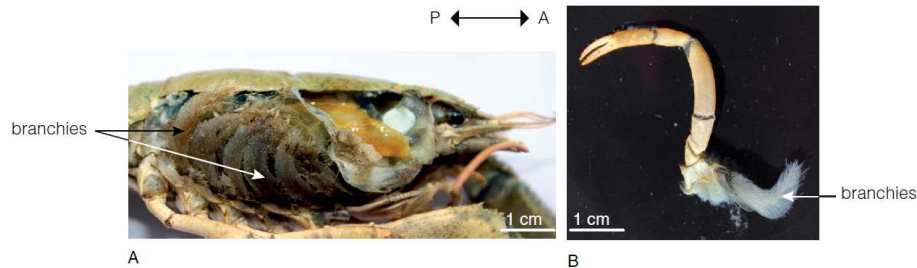
le dioxyde de carbone est rejeté de l'hémolymphe vers l'eau. L'hémolymphe hématosée revient au cœur par le sinus péricardique.

Selon leur insertion plusieurs catégories de branchies sont distinguées (figure ) :

- **les podobranchies** : insérées sur la base de l'appendice
- **les arthrobranchies** : insérées sur la membrane articulaire qui lie l'appendice au corps. Elles sont souvent par paires.
- **les pleurobranchies** : insérées sur les pleurites.

Les métamères portant des branchies ne présentent pas systématiquement ces trois types.

D'après SEGARRA et al. (2014)



**Figure**  
L'appareil branchial d'une écrevisse

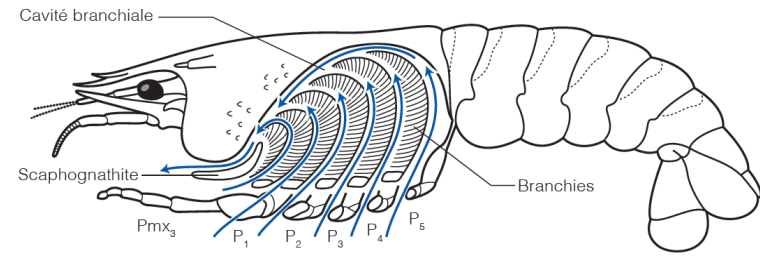
- A. Vue latérale de la cavité branchiale droite d'une écrevisse. La carapace formant le branchiostégite droit de l'animal a été ôtée.  
B. Branchies présentes à la base de la deuxième patte ambulatoire (P2). A, P : antérieur, postérieur.

C. Tableau de répartition des différentes catégories de branchies.

▲ **FIGURE 29. Appareil respiratoire de l'Écrevisse.** D'après SEGARRA et al. (2014).

▼ **TABLEAU I. Typologie des branchies de l'Écrevisse.**  
D'après SEGARRA et al. (2014).

	Podobranchies	Arthrobranchies	Pleurobranchies
pattes-mâchoires ou maxillipèdes (Pmx2)	1	1	0
pattes-mâchoires ou maxillipèdes (Pmx3)	1	2	0
péréiopodes 1 (P1)	1	2	0
péréiopodes 2 (P2)	1	2	0
péréiopodes 3 (P3)	1	2	0
péréiopodes 4 (P4)	1	2	0
péréiopodes 5 (P5)	0	0	1



**Figure**  
Circulation d'eau dans la cavité branchiale de l'écrevisse.

▲ **FIGURE 30. Circulation de l'eau dans la cavité branchiale.** D'après SEGARRA et al. (2014).

On notera que l'eau pénètre entre les appendices et ressort par l'avant ; le **scaphognathite** correspond à une **partie des Mx2** et agit comme un **clapet** dont les **battements** favorisent la **circulation de l'eau**.

## Références

- ALBERTS, B., A. JOHNSON, J. LEWIS, M. RAFF, K. ROBERTS & P. WALTER (2004). *Biologie moléculaire de la cellule. Quatrième édition*. Traduction de la quatrième édition américaine (2002) par F. LE SUEUR-ALMOSNI. Flammarion, Paris. Première édition américaine 1983 (1986 1<sup>re</sup> édition française).
- BERTHET, J. (2006). *Dictionnaire de Biologie*. De Boeck Université, Bruxelles (Belgique).
- BOUJARD, D. (dir.). B. ANSELME, C. CULLIN & CÉLINE RAGUÉNÉS-NICOL (2015). *Biologie cellulaire et moléculaire. Tout le cours en fiches. Licence. PACES. CAPES. 2<sup>e</sup> édition (1<sup>re</sup> édition 2012)*, Dunod, Paris.
- BREUIL, M. (2007). *Biologie 1<sup>re</sup> année BCPST-véto*. Tec & Doc, Lavoisier, Paris.
- BREUIL, M. (2009). *Biologie 2<sup>e</sup> année BCPST-véto*. Tec & Doc, Lavoisier, Paris.
- CAMPBELL, N. A. & J. B. REECE (2004). *Biologie*. De Boeck Université, Bruxelles, 2<sup>e</sup> édition (1<sup>re</sup> édition 1995).
- [CAMPBELL, N. A.], J. B. REECE, L. A. URY, M. L. CAIN, S. A. WASSERAMN, P. V. MINORSKY, R. B. JACKSON (2012). *Campbell Biologie*. Adaptation française J. FAUCHER & R. LACHAÏNE. Pearson, Paris (4e édition).
- DENÉUD, J., T. FERROIR, O. GUIPPONI, H. MOREAU, M. PAULHIAC-PISON, M.-L. PONS & F. TEJEDOR (2011). *Biologie-Géologie BCPST-véto 2<sup>e</sup> année*. Tec & Doc, Lavoisier, Paris.
- DENÉUD, J., C. GODINOT, O. GUIPPONI, H. MOREAU, M. PAULHIAC-PISON & F. TEJEDOR (2013). *Biologie-Géologie BCPST-véto 1<sup>re</sup> année*. Tec & Doc, Lavoisier, Paris.
- DENÉUD, J., C. GODINOT, O. GUIPPONI, H. MOREAU, M. PAULHIAC-PISON, M.-L. PONS & F. TEJEDOR (2014). *Biologie-Géologie BCPST-véto 2<sup>e</sup> année*. Tec & Doc, Lavoisier, Paris.
- GODINOT, C., H. MOREAU, M. PAULHIAC-PISON & F. TEJEDOR (2010). *Biologie-Géologie 1<sup>re</sup> année BCPST-véto*. Tec & Doc, Lavoisier, Paris.
- HEUSSER, S. & H.-G. DUPUY (2015). *Atlas de biologie animale*. Dunod, Paris.
- HIATT, J. & L. P. GARTNER (2012). *Atlas en couleurs d'histologie*. Traduction de la 5<sup>e</sup> édition américaine par J.-F. Bernar=udin, A. Fajac & R. Lacave, Pradel (Wolters Kluwer France), Rueil-Malmaison.
- KIERSZENBAUM, A. L. (2006). *Histologie et biologie cellulaire. Une introduction à l'anatomie pathologique*. Trad. P. VALIDIRE & P. VALIDIRE-CHARPPY. De Boeck, Bruxelles (B).
- LAFON, C. (2003). *La biologie autrement. 100 questions de synthèse*. Ellipses, Paris.
- LATRUFFE, N. (dir.), F. BLEICHER-BARDETTI & J. VAMECQ (2014). *Biochimie. Tout le cours en fiches. Licence. PACES-UE1. CAPES*. Dunod, Paris.
- LULLMANN-RAUCH, R. (2008). *Histologie*. Traduit de l'allemand par P. SPRUMONT. De Boeck, Bruxelles.
- MORÈRE, J.-L., R. PUJOL (coord.), J.-C. CALLEN, L. CHESNOY, J.-P. DUPONT, A.-M. GIBERT-TANGAPREGASSOM, G. RICOU, N. TOUZET (dir.) et collaborateurs (2003). *Dictionnaire raisonné de Biologie*. Frison-Roche, Paris.
- PEYCRU, P. (dir.), J.-F. FOGELGESANG, D. GRANDPERRIN, B. AUGÈRE, J.-C. BAEHR, C. PERRIER, J.-M. DUPIN & C. VAN DER REST (2010a). *Biologie tout-en-un BCPST 1<sup>re</sup> année*. Dunod, Paris, 2<sup>e</sup> édition (2009), réimpression corrigée (2010) (1<sup>re</sup> édition 2006).
- PEYCRU, P. (dir.), J.-C. BAEHR, F. CARIOU, D. GRANDPERRIN, C. PERRIER, J.-F. FOGELGESANG & J.-M. DUPIN (2010b). *Biologie tout-en-un BCPST 2<sup>e</sup> année*. Dunod, Paris, 2<sup>e</sup> édition (1<sup>re</sup> édition 2007).
- PEYCRU, P., D. GRANDPERRIN, C. PERRIER (dir.), B. AUGÈRE, T. DARRIBÈRE, J.-M. DUPIN, C. ESCUYER J.-F. FOGELGESANG, & C. VAN DER REST (2013). *Biologie tout-en-un BCPST 1<sup>re</sup> année*. Dunod, Paris, 3<sup>e</sup> édition (1<sup>re</sup> édition 2006).
- PEYCRU, P., D. GRANDPERRIN, C. PERRIER (dir.), B. AUGÈRE, J.-F. BEAUX, F. CARIOU, P. CARRÈRE, T. DARRIBÈRE, J.-M. DUPIN, C. ESCUYER, J.-F. FOGELGESANG, S. MAURY, É. QUÉINNEC, E. SALGUEIRO & C. VAN DER REST (2014). *Biologie tout-en-un BCPST 2<sup>e</sup> année*. Dunod, Paris, 3<sup>e</sup> édition (1<sup>re</sup> édition 2007).
- RAVEN, P. H., G. B. JOHNSON, J. B. LOSOS, S. S. SINGER (2007). *Biologie*. De Boeck, Bruxelles.
- RICHARD, D. (dir.), P. CHEVALET, S. FOURNEL, N. GIRAUD, F. GROS, P. LAURENTI, F. PRADÈRE & T. SOUBAYA (2012). *Biologie. Tout le cours en fiches. Licence. CAPES. Prépas*. Dunod, Paris, 2<sup>e</sup> édition (1<sup>re</sup> édition 2010).
- RICHARD, D. (dir.), P. CHEVALET, S. FOURNEL, N. GIRAUD, F. GROS, P. LAURENTI, F. PRADÈRE & T. SOUBAYA (2015). *Biologie. Tout le cours en fiches. Licence. CAPES. Prépas*. Dunod, Paris, 3<sup>e</sup> édition (1<sup>re</sup> édition 2010).
- SEGARRA, J. (dir.), É. CHAUVET, C. COLSON-PROCH, M. HUILLE, M. LABROUSSE, F. LOUET, F. METZ & E. PIÈTRE (2014). *Biologie BCPST 1<sup>re</sup> année*. Ellipses, Paris.
- SEGARRA, J., E. PIÈTRE (dir.), G. BAILLY, O. CHASSAING, D. FAVRE, T. JEAN, F. METZ & C. MEUNIER (2015). *Biologie BCPST 2<sup>e</sup> année*. Ellipses, Paris.

## Plan du TP

<b>Objectifs : extraits du programme</b>	<b>1</b>
<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>I. Étude de l'appareil respiratoire des Mammifères</b>	<b>1</b>
<b>A. Rappels sur l'organisation histologique de l'appareil respiratoire</b>	<b>1</b>
<b>B. Localisation et organisation de l'appareil pulmonaire de Souris</b>	<b>2</b>
<b>C. Étude microscopique de l'appareil pulmonaire de Mammifères</b>	<b>2</b>
1. Vue d'ensemble du tissu pulmonaire	2
2. Étude de la trachée	2
3. Étude des bronches et bronchioles	4
4. Étude du parenchyme pulmonaire	5
<b>D. Complément : planches dessinées de la structure pulmonaire</b>	<b>7</b>
<b>II. Étude de l'appareil branchial des Téléostéens</b>	<b>8</b>
<b>A. Localisation : rappels sur l'organisation de l'appareil cardiorespiratoire</b>	<b>8</b>
<b>B. Étude histologique des branchies</b>	<b>10</b>
<b>III. Étude de l'appareil trachéen des Insectes</b>	<b>12</b>
<b>A. Localisation et organisation de l'appareil trachéen du Criquet</b>	<b>12</b>
<b>B. Organisation microscopique des trachées</b>	<b>13</b>
<b>IV. Rappels sur l'organisation de l'appareil branchial d'un 'crustacé' Décapode</b>	<b>15</b>
<b>Références</b>	<b>16</b>
<b>Plan du TP</b>	<b>16</b>

© Tanguy JEAN. Les textes et les figures originales sont la propriété de l'auteur. Les figures extraites d'autres sources restent évidemment la propriété des auteurs ou éditeurs originaux.  
Document produit en avril 2019 • Dernière actualisation : *idem*.  
Contact : [Tanguy.Jean4@gmail.com](mailto:Tanguy.Jean4@gmail.com)  
Adresse de téléchargement : <https://www.svt-tanguy-jean.com/>



Ces données sont placées sous licence *Creative Commons Attribution – Pas d'Utilisation commerciale 4.0 CC BY NC* qui autorise la reproduction et la diffusion du document, à condition d'en citer explicitement la source et de ne pas en faire d'utilisation commerciale.