

## SV-B-1 poly 01

## La respiration

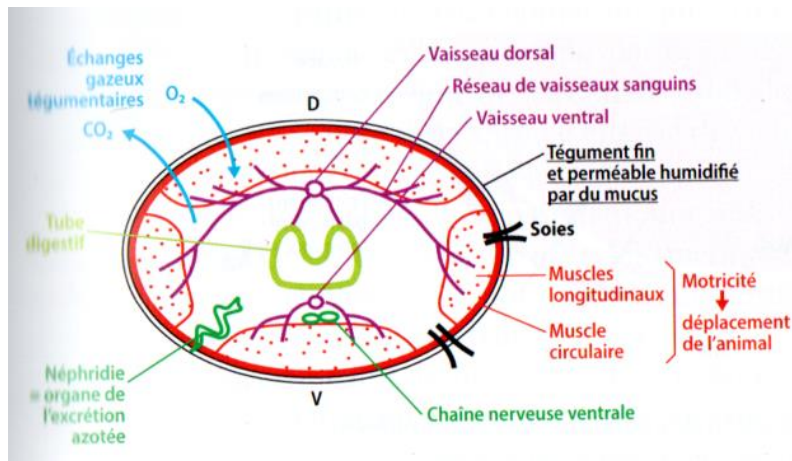


Fig. 1. Respiration tégumentaire du Lombric. ★★ [2]

Les Lombrics (sous-ordre Lumbricina) sont des vers Annélides (Bilatériens – Protostomiens – Lophotrochozoaires).

Fig. 2. Evolution du rapport surface/volume, en fonction du volume total et pour différentes formes simples. ★ [1]

- allongement selon 1 dimension
- aplatissement selon 2 dimensions
- agrandissement dans les 3 dimensions

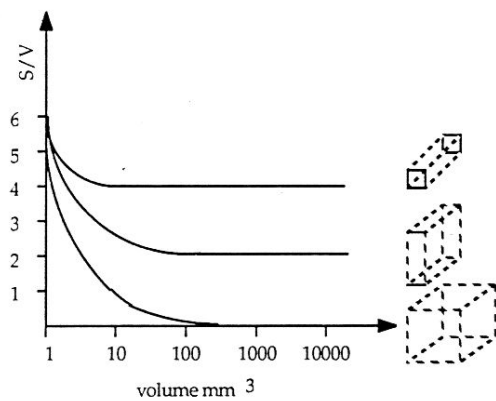
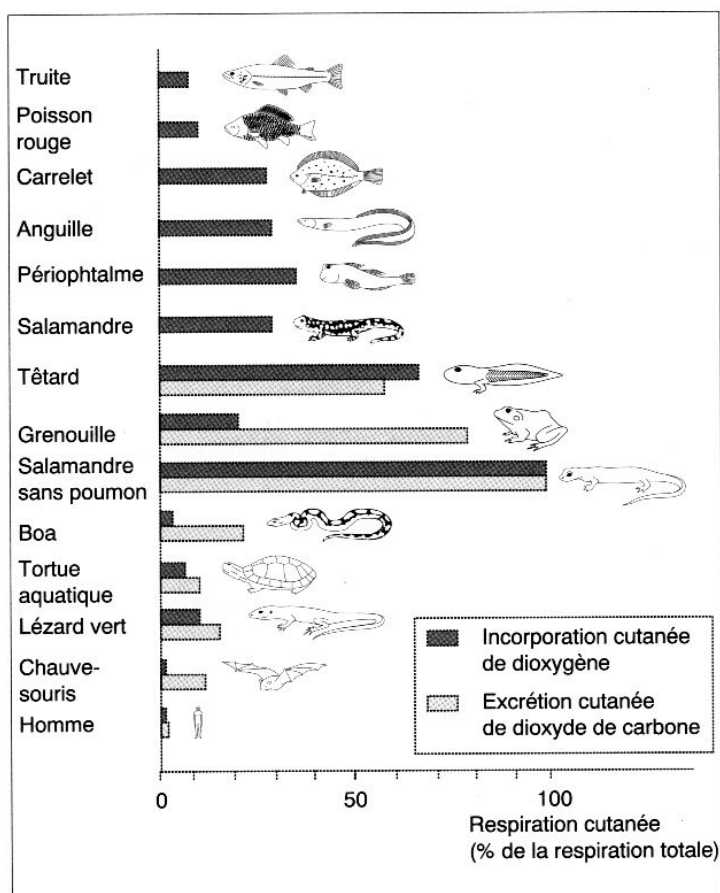


Fig. 3. Part de la respiration tégumentaire dans les échanges gazeux, pour quelques espèces de Vertébrés. ★ [4]

La part restante des échanges gazeux est réalisée grâce à un échangeur spécialisé (branchies ou poumons).



**Fig. 4. « Concentration » des gaz. ★★★****Dans l'air : notion de pression partielle**

La concentration d'une substance se mesure en moles/L.

Dans le cas des gaz, le volume d'un même nombre de molécules peut-être modifié en agissant sur sa pression. Ceci fait que pour un gaz on mesure la concentration par sa pression dans un volume donné à une température donnée, soit :

$$P.V = n.R.T$$

R : constante des gaz parfaits

n : moles de gaz

P : pression (souvent mesurée en mmHg)

V : volume

T : température absolue

**L'air** est un mélange de gaz.

Dans les conditions standard (0°C, 760 mmHg), l'air atmosphérique contient :

- **20,95 % de dioxygène**
- 0,03 % de dioxyde de carbone
- 78,09 % de diazote
- 0,93 % d'argon + autres gaz rares

On peut donc déterminer la part du O<sub>2</sub> dans la pression atmosphérique, ce qui correspond à la pression partielle du dioxygène :

$$pO_2 = 101,5 \times 0,2095 = 21,3 \text{ kPa (159,2 mmHg)}$$

Ceci est valable pour de l'air sec. Si l'air contient de la vapeur d'eau et que sa pression totale est toujours 760 mmHg, il y a alors diminution de la pO<sub>2</sub>.

pO<sub>2</sub> est donc fonction de **deux variables** :

- La **pression** totale (qui baisse avec l'altitude)
- Le pourcentage ou **concentration** relative dans le mélange

**Dans l'eau : importance de la solubilité**

**Dans l'eau**, il s'établit un équilibre entre l'air et l'eau. La concentration du gaz dans l'eau dépend donc :

- De la pression de gaz dans la phase gazeuse
- De la solubilité ( $\alpha$ ) du gaz dans la phase aqueuse.

La **solubilité  $\alpha$**  dépend de la nature du gaz, de la température et de la présence d'autres substances dissoutes (ex : sels). Elle s'exprime en mL de gaz dissous par litre d'eau pour une pression partielle de 760 mmHg.

La concentration C du gaz dans l'eau est égale à :

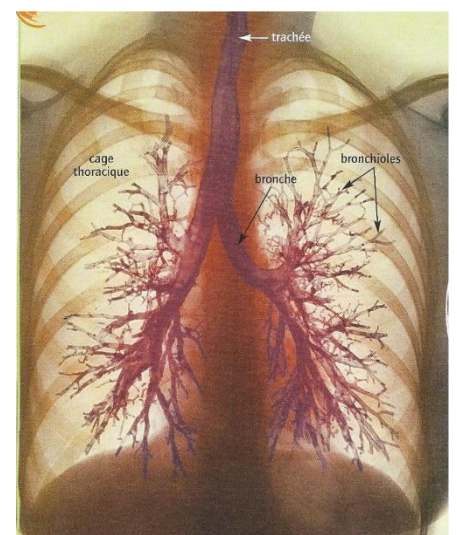
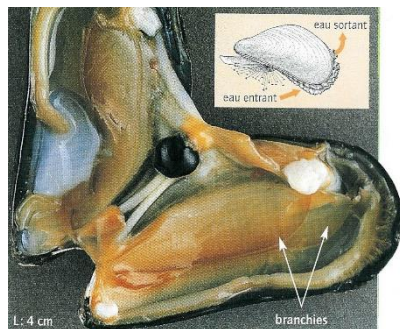
$$C = \frac{\alpha.P}{760} \quad (\text{avec } P \text{ en mmHg})$$

Un litre d'eau à 5°C (solubilité du O<sub>2</sub> de 42,9 mL/L) contient donc :  $42,9 \times 159,2/760 = 8,99 \text{ mL de O}_2$

Le CO<sub>2</sub> est bien plus soluble dans l'eau que le O<sub>2</sub> :  $\alpha_{CO_2} \gg \alpha_{O_2}$

La solubilité du O<sub>2</sub> dans l'eau :

- Diminue lorsque la **température** augmente  
 $\alpha_{O_2} = 49 \text{ à } 0^\circ\text{C} ; 31 \text{ à } 20^\circ\text{C} ; 23 \text{ à } 40^\circ\text{C}$
- Diminue avec la **salinité**  
à  $0^\circ\text{C}$   $\alpha = 49$  pour 0g/L ; 40 pour 29 g/L ; 38 pour 36 g/L

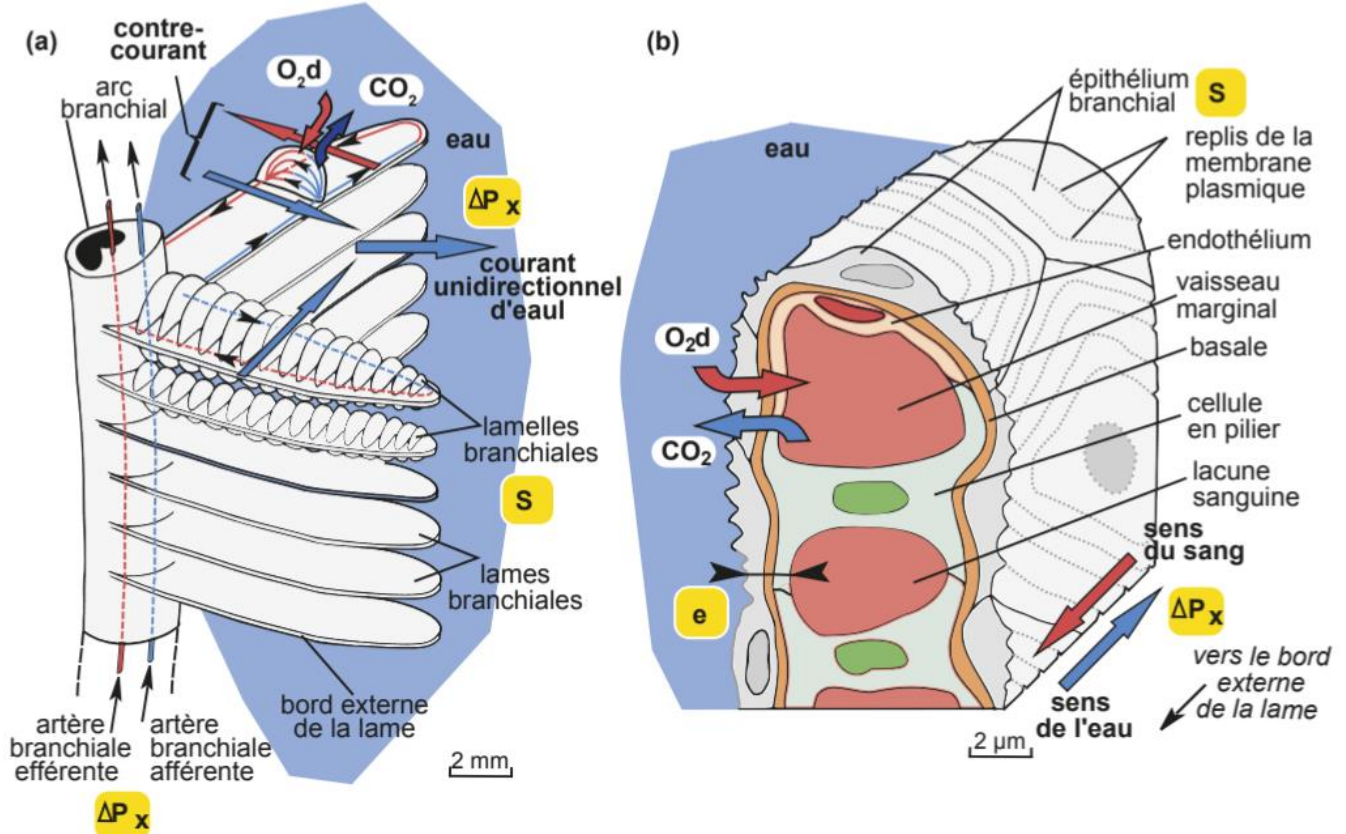


**Fig. 5. Rappel : aspect général d'organes respiratoires. ★★**

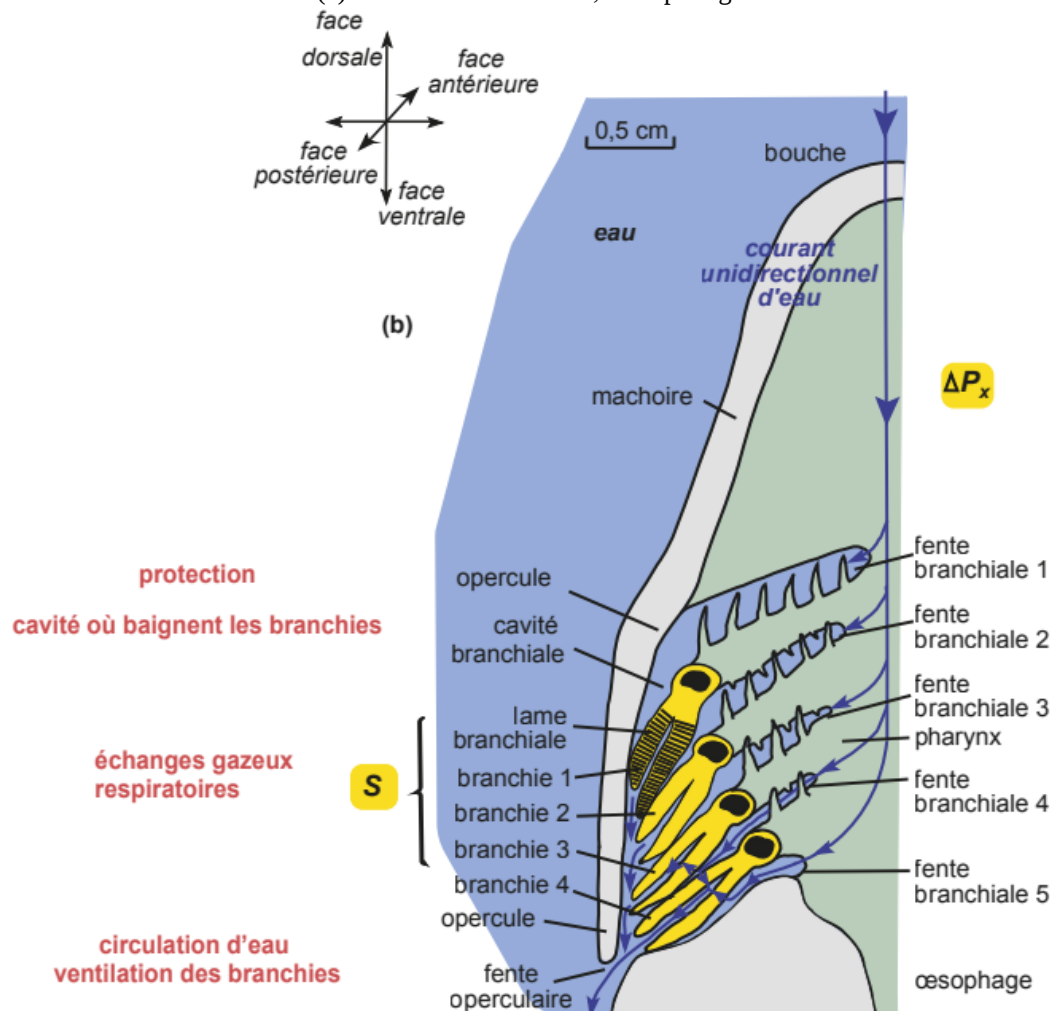
**Branchies de Moule (Mollusque bivalve) ; branchies de Téléostéen ; poumons humains. Voir TP.**

Fig. 6. Les branchies des poissons Téléostéens. ★★★ [2]

(a) portion d'une branchie. (b) coupe détaillée d'une lamelle.



(c) des branchies externes, mais protégées



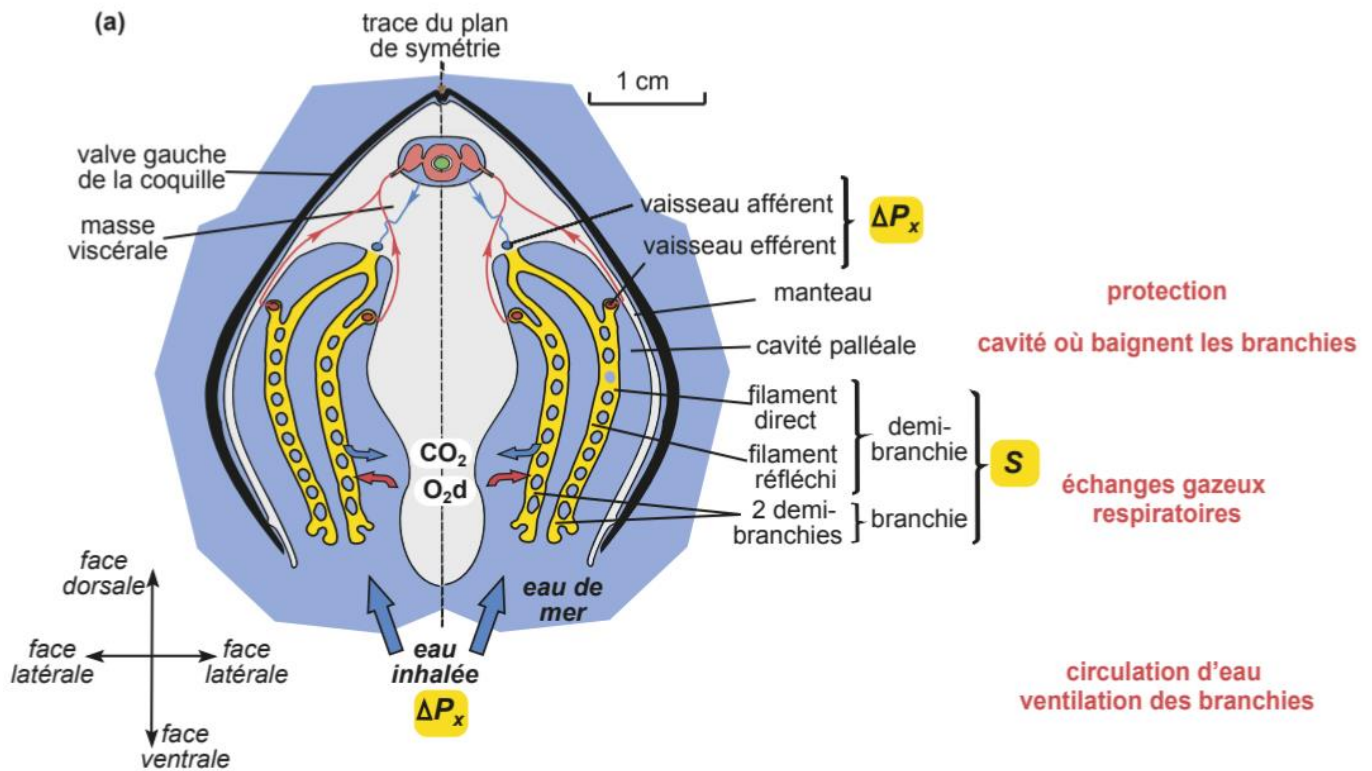
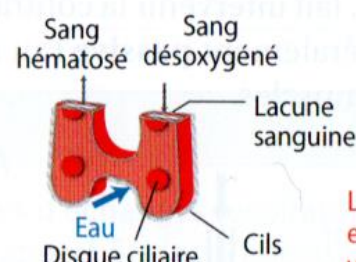
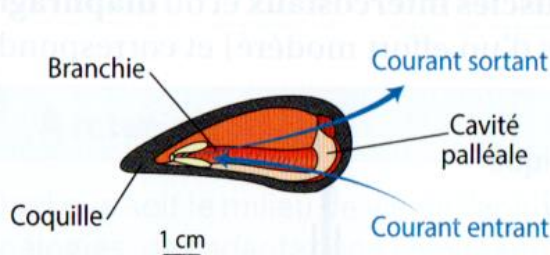


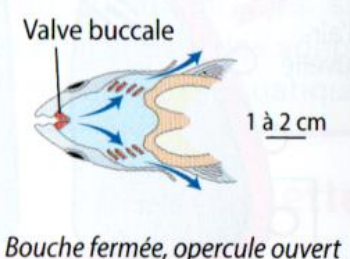
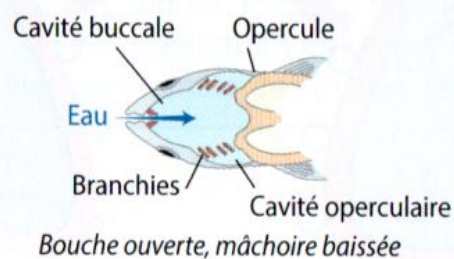
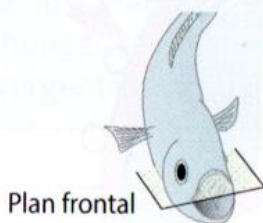
Fig. 7. Les branchies de la Moule. ★★★ [2]

## Ventilation des branchies internes de la Moule



Le mouvement des cils est à l'origine de la ventilation dans la cavité palléale

## Ventilation des branchies internes d'un poisson Téléostéen



P : pression dans chaque cavité

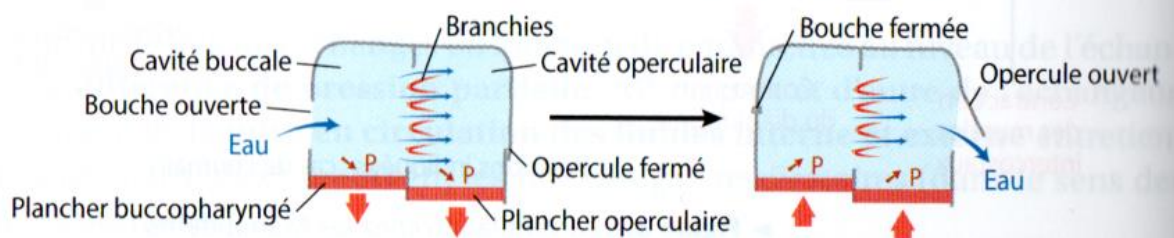
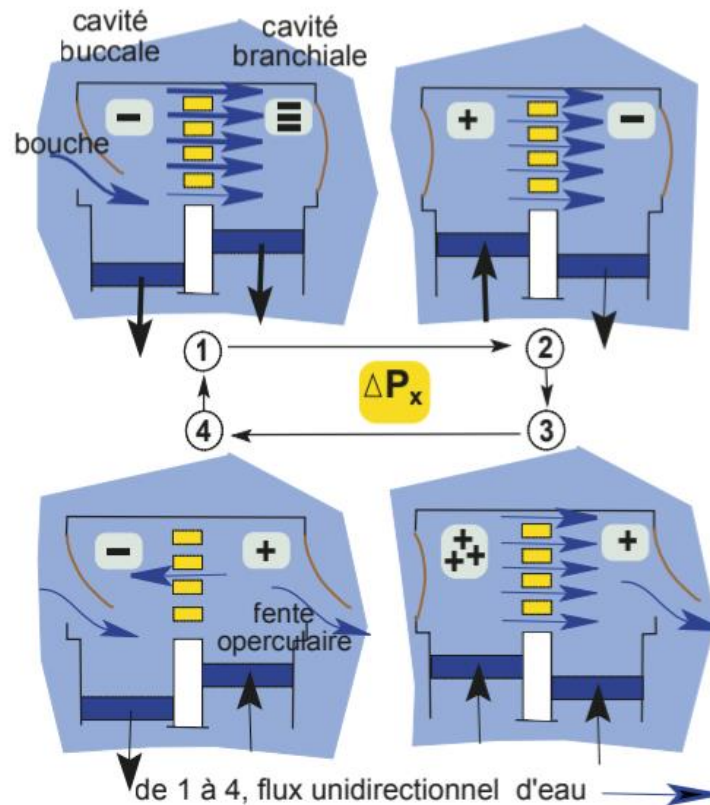
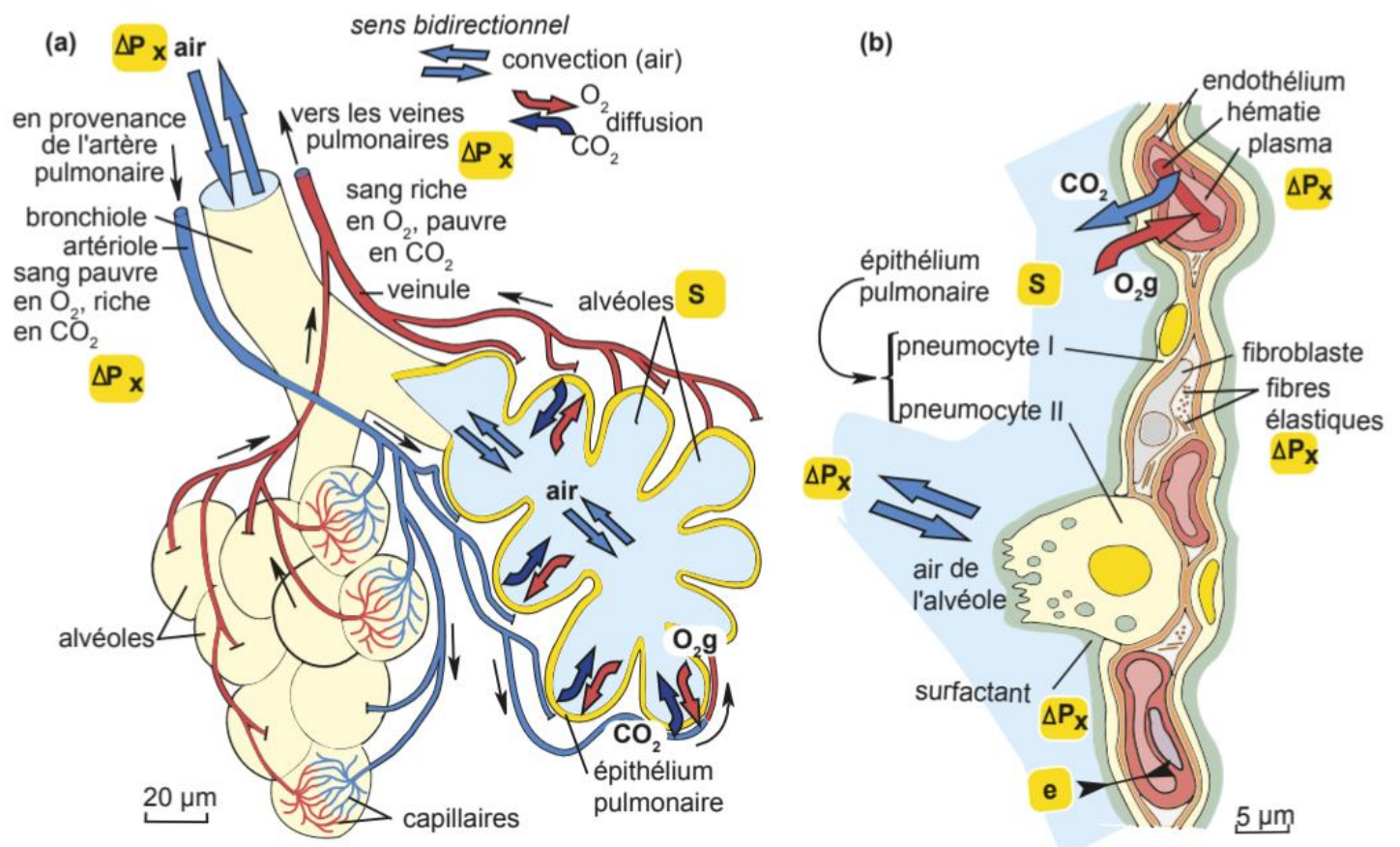


Fig. 8. La ventilation au niveau des branchies. ★★★ [3]



**Fig. 9. Modélisation des phases de la double pompe buccale-operculaire d'un Téléostéen. ★★★ [2]**

1+2 : inspiration ; 3+4 : expiration. Les signes (+) et (-) indiquent les valeurs relatives de pression par rapport à la pression extérieure.



**Fig. 10. Le poumon des Mammifères. ★★★ [2]**

(a) lobules pulmonaires. (b) paroi alvéolaire.

e : épaisseur ; S : surface ;  $\Delta P_x$  : gradient de pression partielle

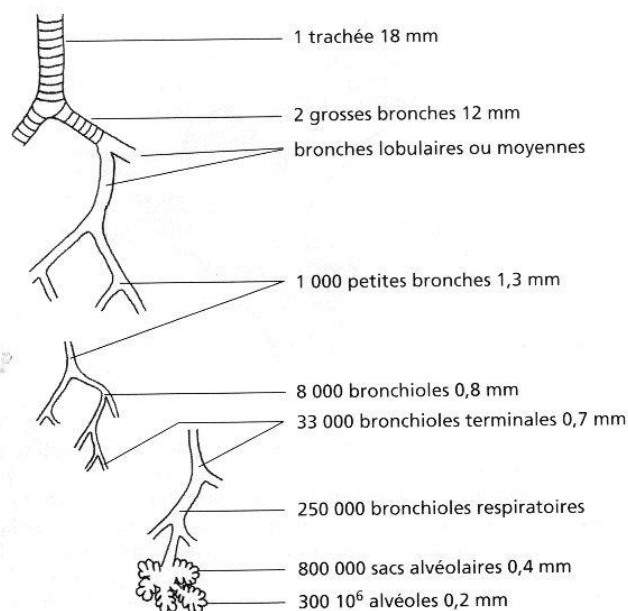
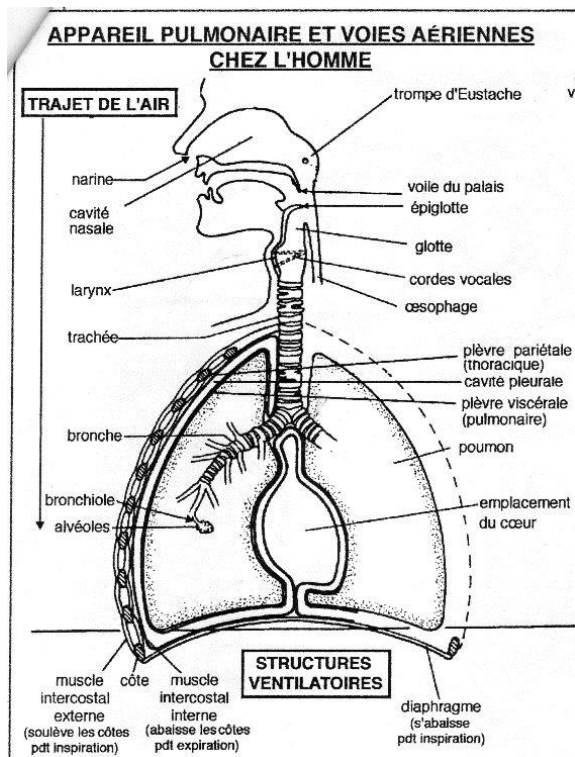


Figure 2.7 Schéma de l'arbre respiratoire des Mammifères.

Fig. 11. Voies aériennes du poumon des Mammifères. ★★

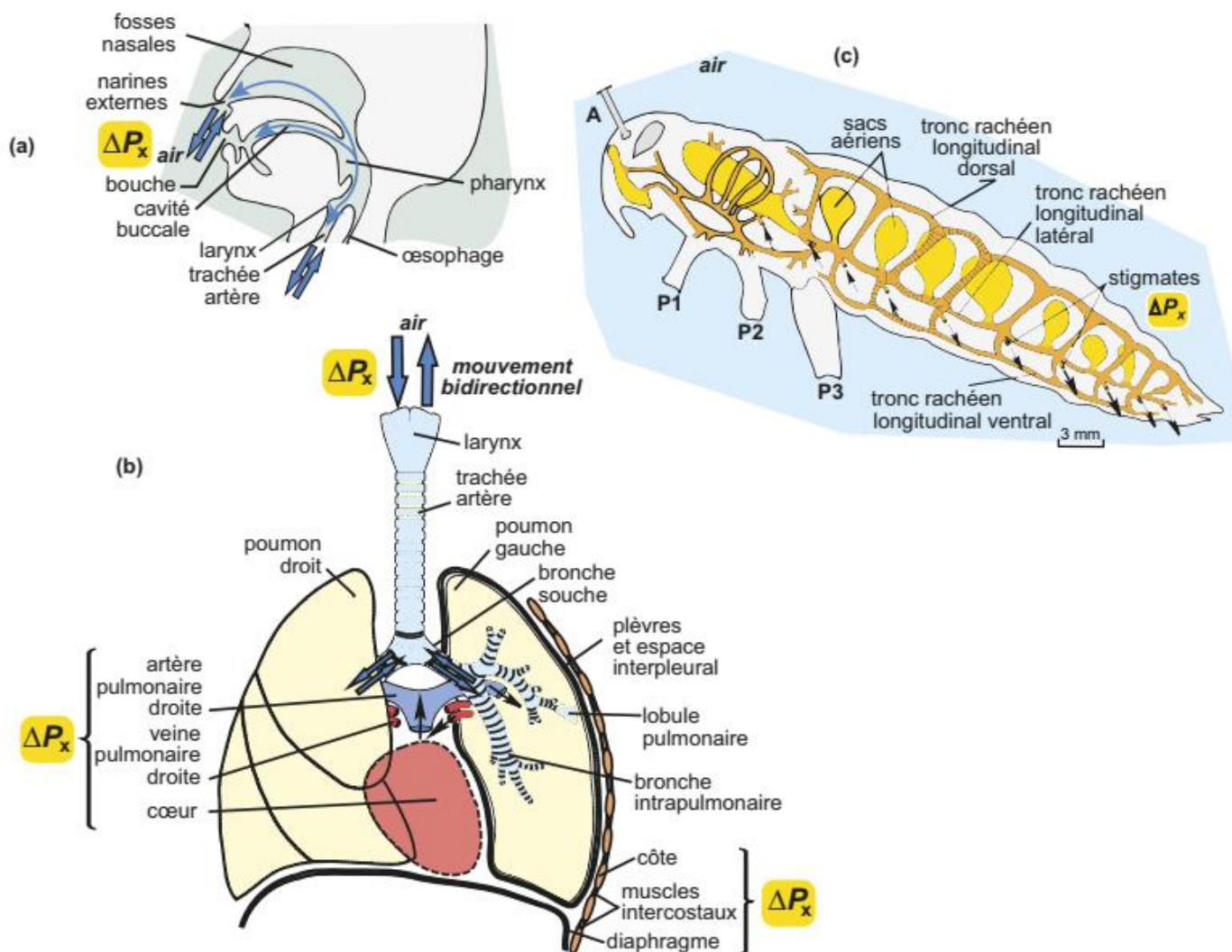


Fig. 12. Des appareils respiratoires internalisés en milieu aérien. ★★★ [2]

(a) et (b) : Poumons humains. (c) : appareil trachéen du Criquet

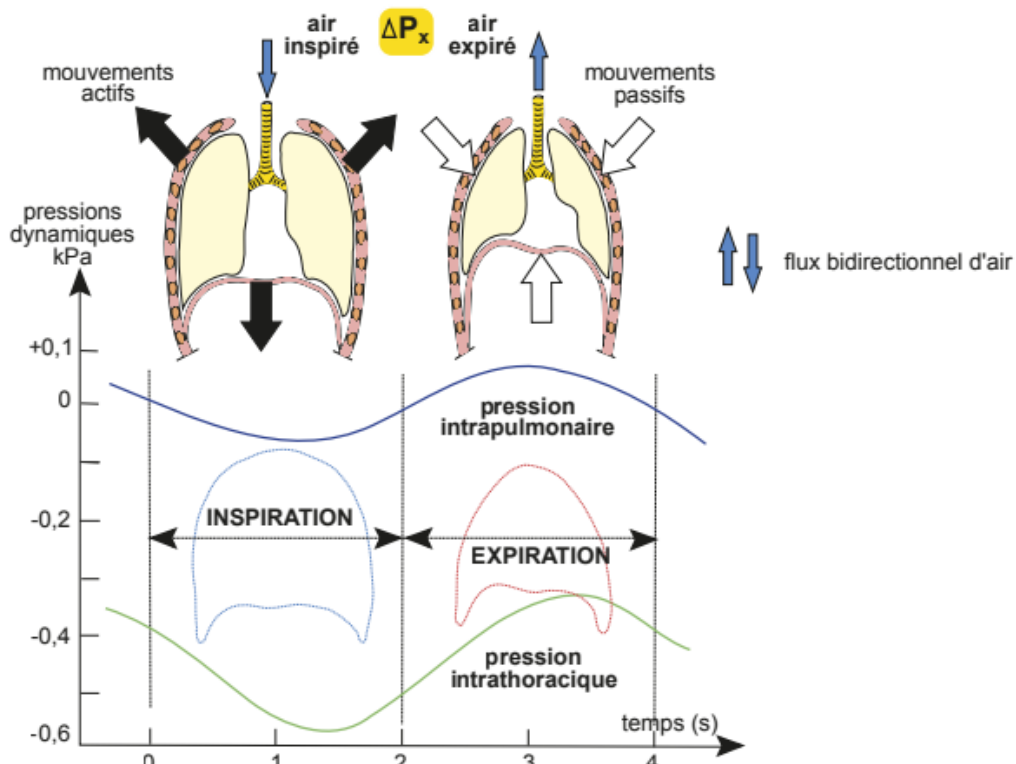


Fig. 13. Ventilation pulmonaire chez l'Homme. ★★★ [2]

**Figure 23.** Rôle de la pression intrapleurale dans l'inspiration. La contraction du diaphragme et des muscles intercostaux externes augmente le volume de la cage thoracique (A). La paroi du thorax et la plèvre pariétale s'écartent alors de la plèvre pulmonaire (B) et (C). La pression intrapleurale s'abaisse, facilitant la dilatation des poumons et donc des alvéoles.

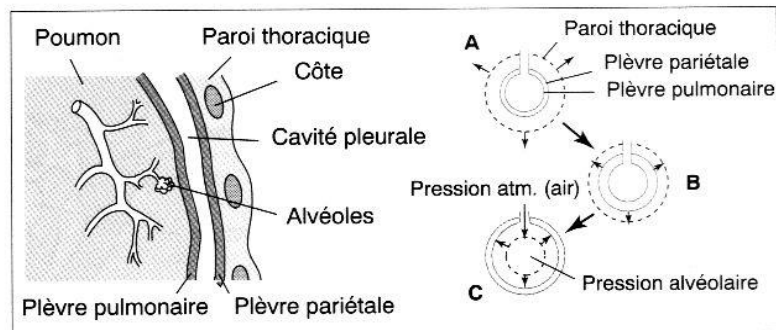


Fig. 14. Les plèvres permettent la solidarité entre mouvements des côtes et mouvements des poumons. ★★ [4]

Fig. 15. Quelques données chiffrées sur la ventilation humaine. ★★

On peut mesurer le volume respiratoire pulmonaire par un appareil appelé spiromètre.

La capacité pulmonaire **maximale** est, en moyenne, de 5,7 L chez l'homme et 4,2 L chez la femme. Mais le poumon est rarement rempli à son maximum ni vidé !

Normalement, le **volume pulmonaire** oscille au repos entre 2,2

**L et 2,7 L** : il y a **500 mL** d'air entrant et sortant des poumons à chaque cycle respiratoire : volume courant.

Le volume d'air qui peut être inspiré de façon **forcée** varie de 2 à 3 litres. : volume de réserve inspiratoire

Le volume d'air qui peut être expiré de façon **forcée** (en contractant les muscles abdominaux) est environ de 1 litre : volume de réserve expiratoire

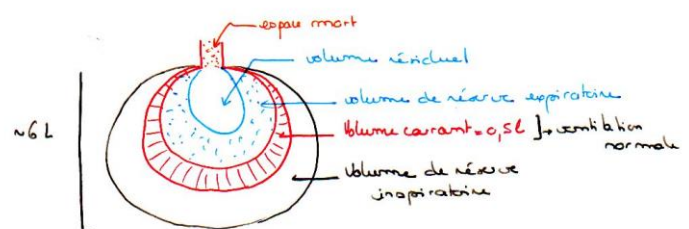
Mais même après l'expiration la plus vigoureuse, il reste toujours 1,2 litres dans les poumons : volume **résiduel**

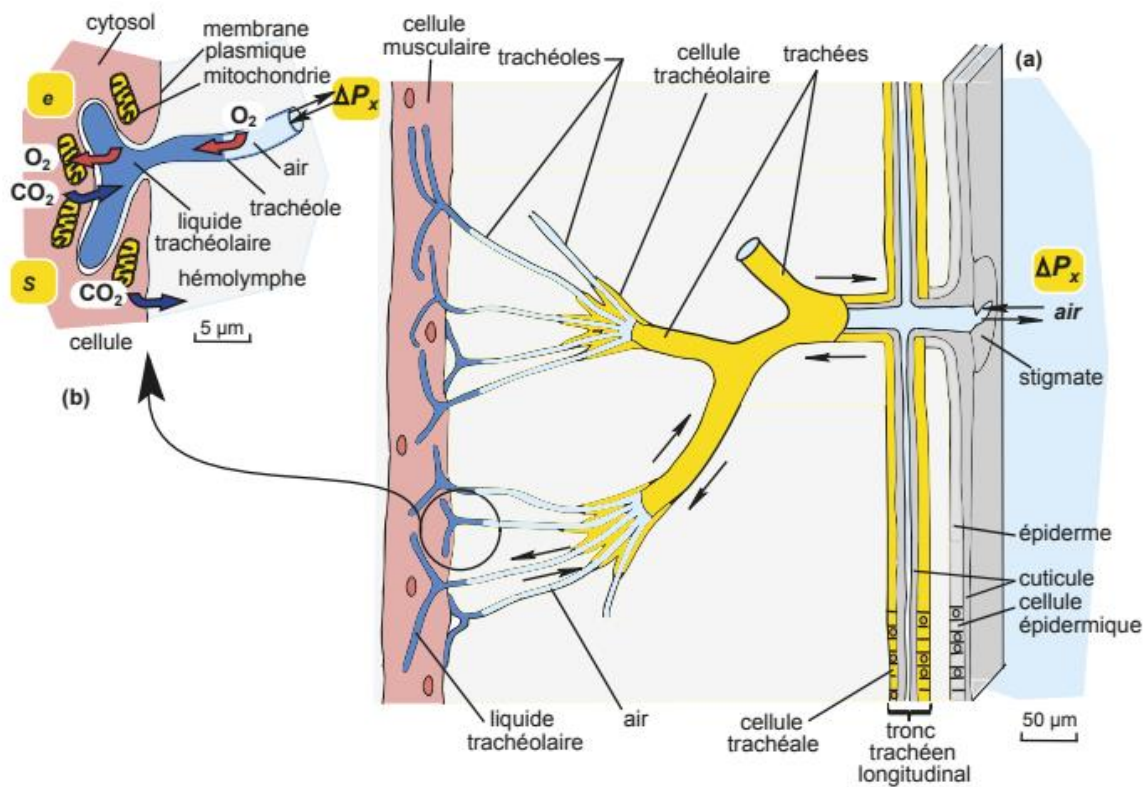
Ce volume résiduel contribue à maintenir les alvéoles ouvertes et à prévenir l'affaissement des poumons.

Une partie de l'air inspiré remplit les conduits et ne participe jamais aux échanges gazeux dans les alvéoles. Le volume de ces conduits correspond à l'espace mort. Il correspond à un volume de 150 ml.

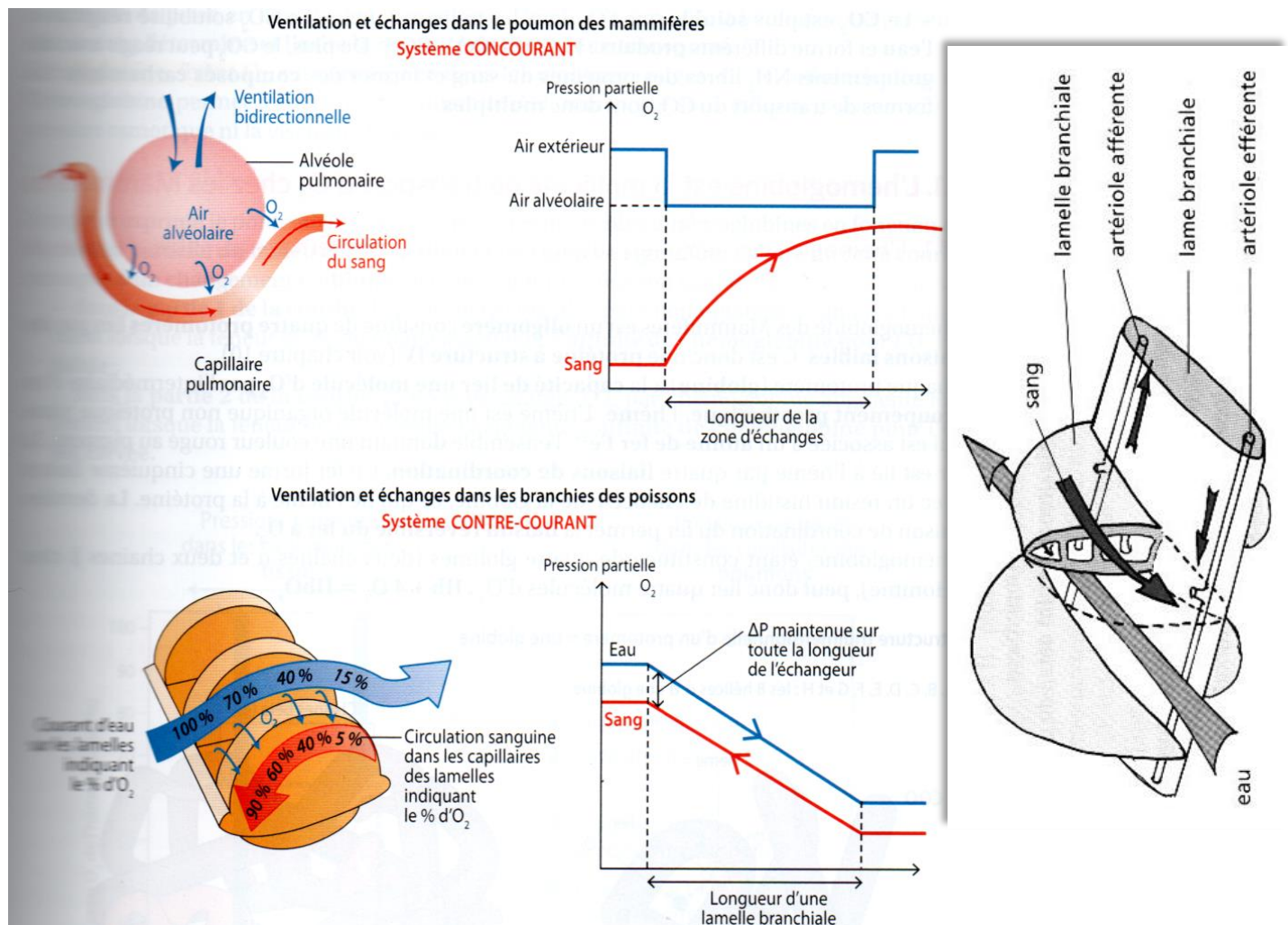
Lors de l'inspiration, l'air entrant froid et sec repousse ces 150 ml d'air de l'espace mort vers les poumons ce qui fait d'abord entrer dans les alvéoles 150 ml d'un air chaud et saturé de vapeur d'eau au contact de la paroi des bronches. Donc sur les 500 ml d'air frais inspiré, 350 ml vont dans les alvéoles mélangés à l'air de l'espace mort des voies respiratoires et 150 ml reste dans les voies respiratoires et remplace l'air repoussé dans les alvéoles.

Cela a un avantage : cela évite qu'un air trop sec déshydrate l'épithélium pulmonaire.





**Fig. 16. Trachées des Insectes et échanges gazeux.** ★★★ [2]



**Fig. 17. Systèmes co-courant et contre-courant et échanges gazeux.** ★★★ [3][1]

← Fig. 18. Double circulation des Mammifères et échanges gazeux. ★★ [2]

↓ Fig. 19. Divers systèmes circulatoires : Moule, Téléostéen, Mammifère. ★★★ [2]

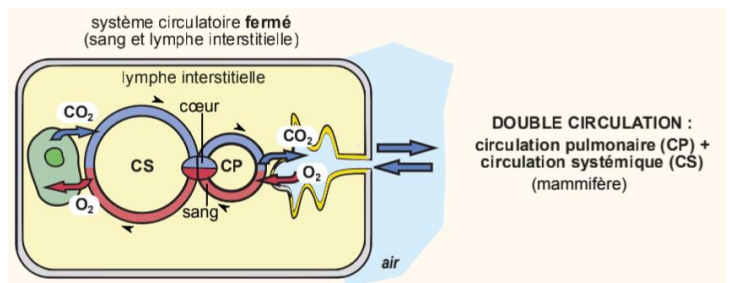
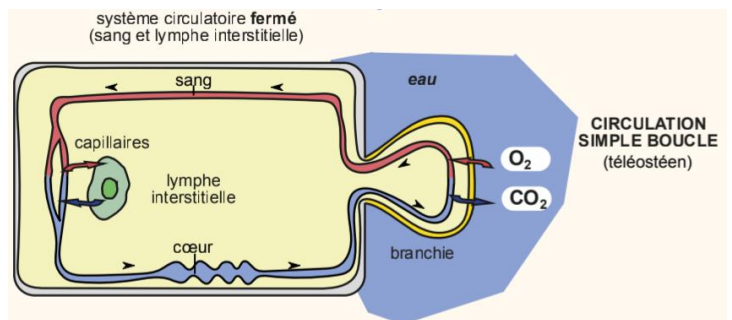
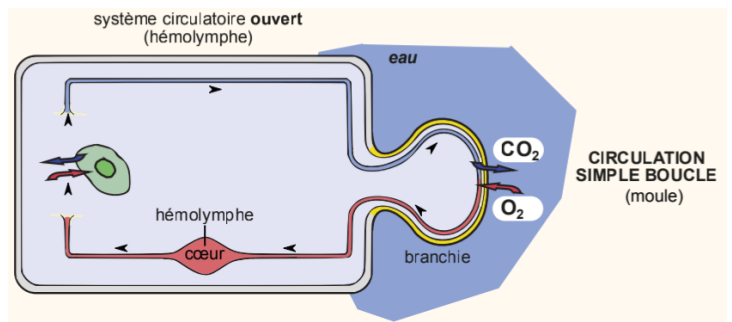
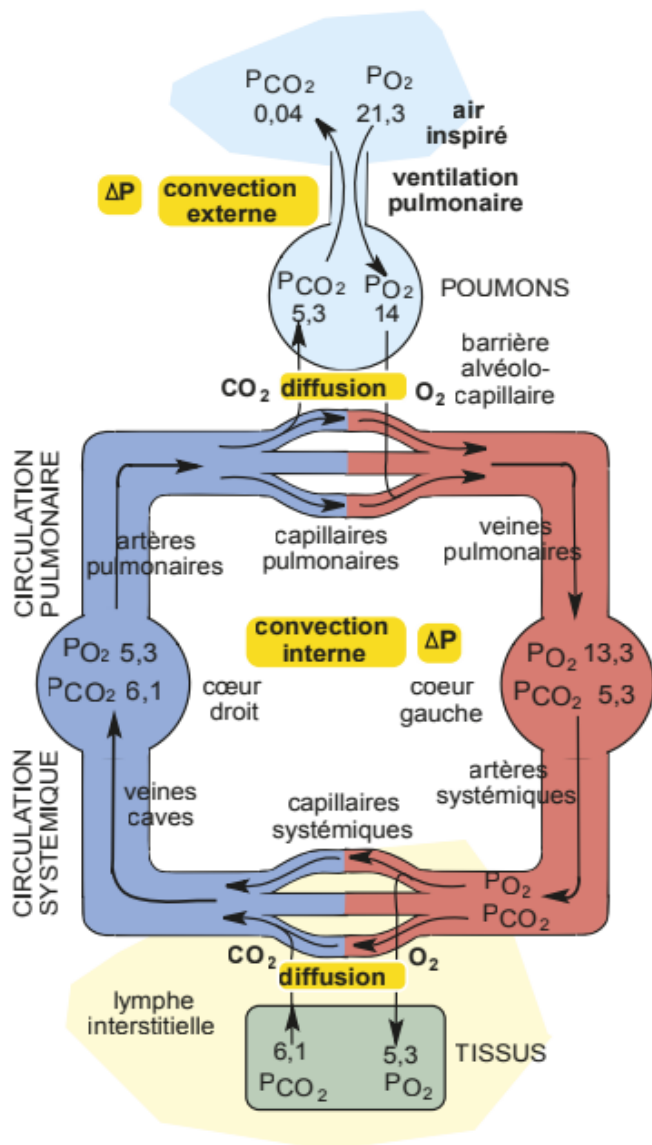
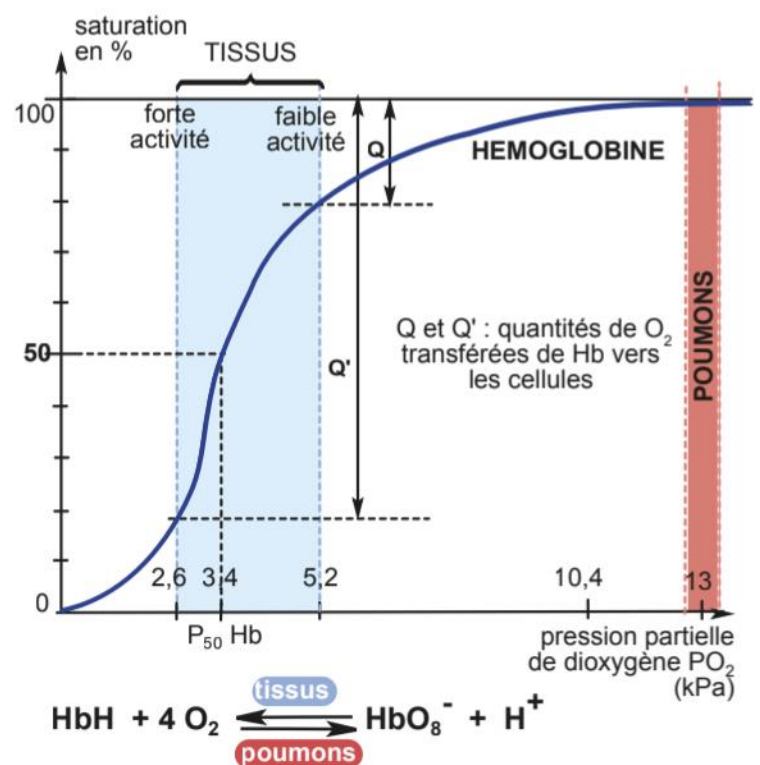
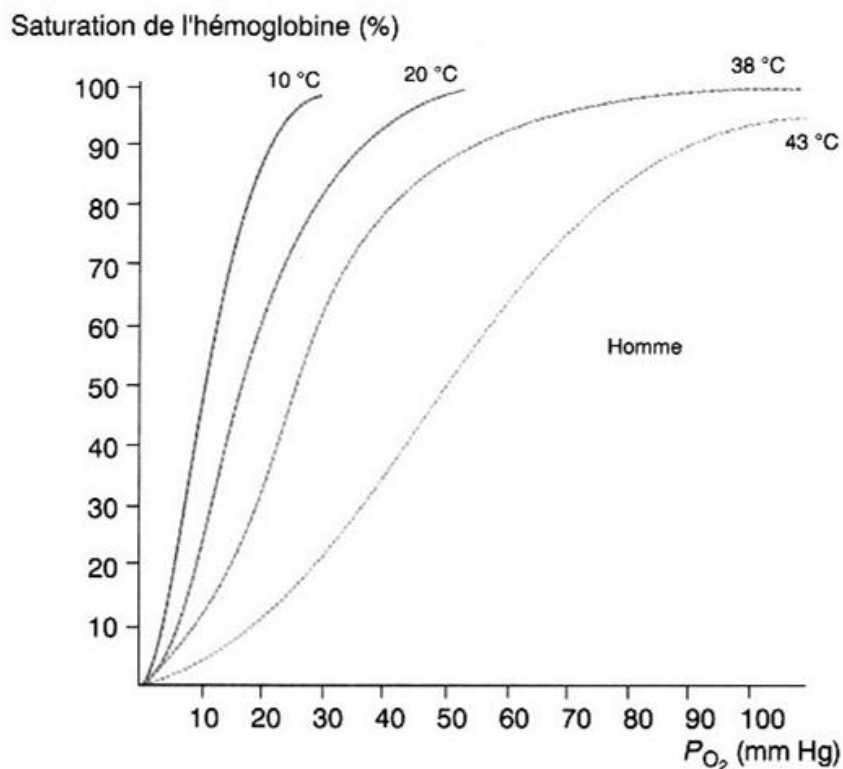
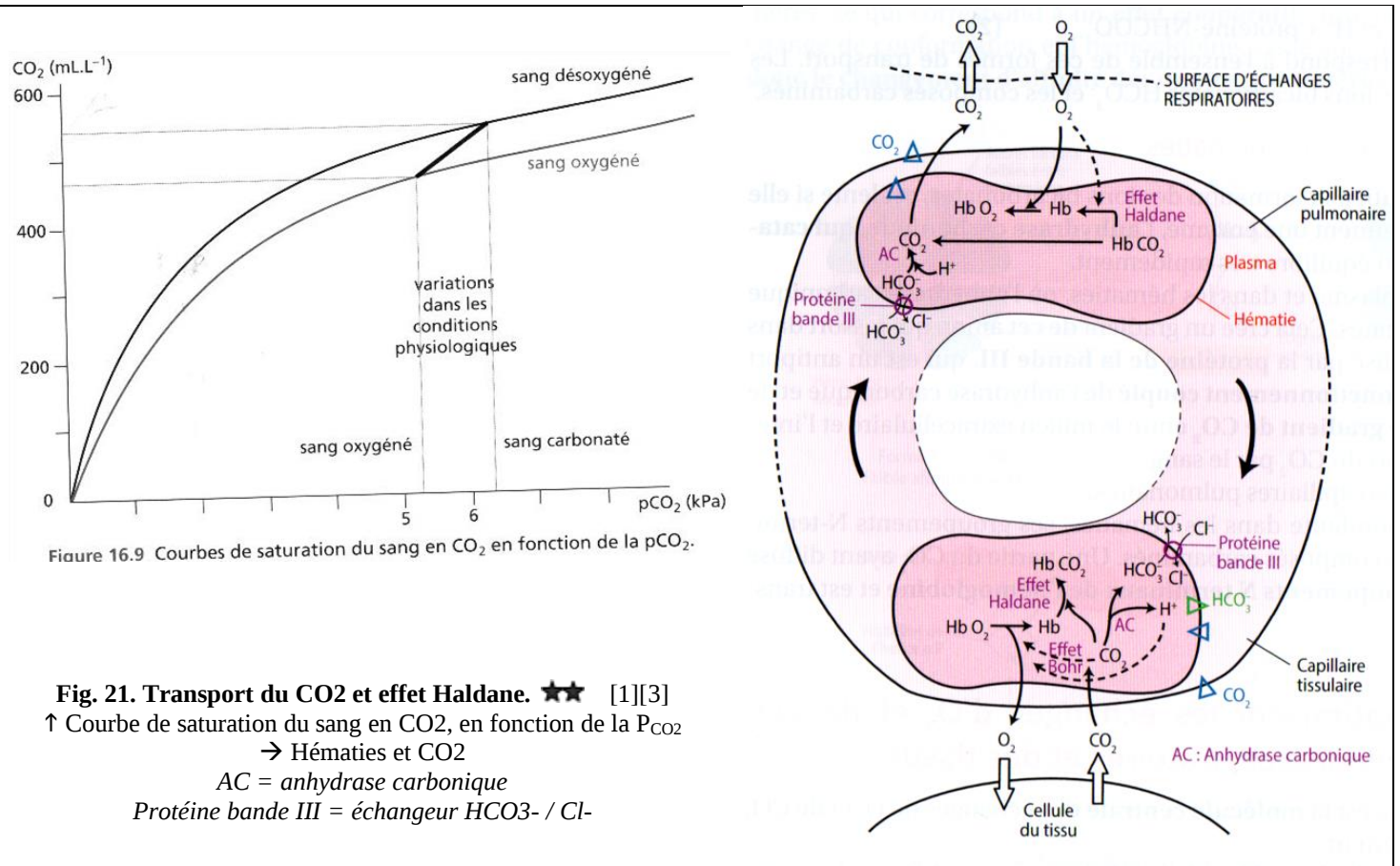


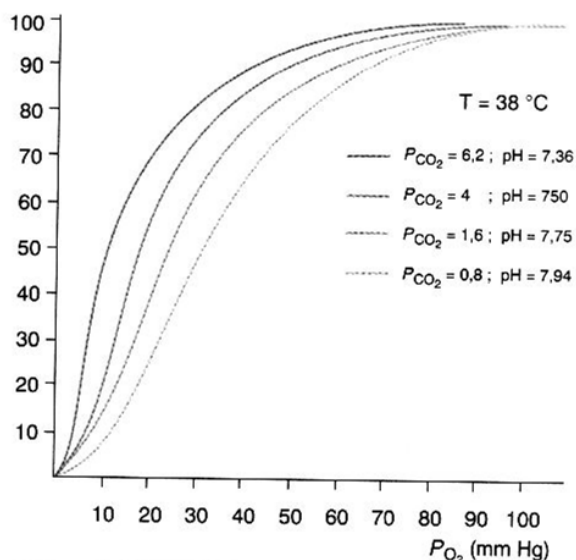
Fig. 20. Courbe de saturation de l'hémoglobine. ★★★ [2]



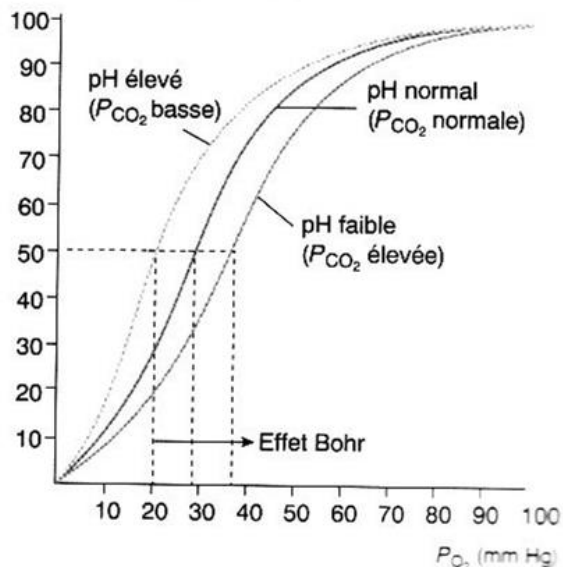


**Fig. 22. Effet de la température sur la fixation du  $\text{O}_2$  par l'hémoglobine. ★★**  
 [4]

Saturation de l'hémoglobine (%)

Fig. 23. Effet du pH et du CO<sub>2</sub> sur la fixation du O<sub>2</sub> par l'hémoglobine. ★★ [4]

Saturation de l'hémoglobine (%)

Fig. 24. Effet du pH sur la fixation du O<sub>2</sub> par l'hémoglobine : effet Bohr. ★★ [4]

Saturation de l'hémoglobine (%)

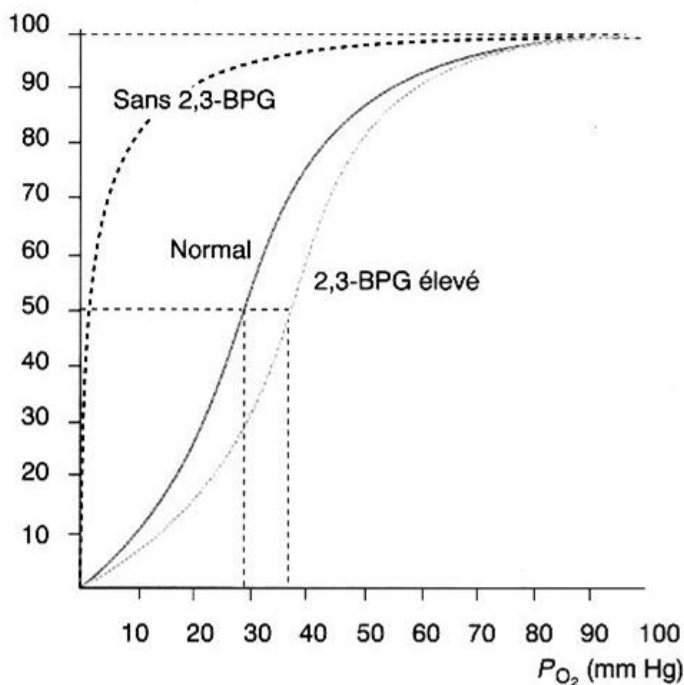
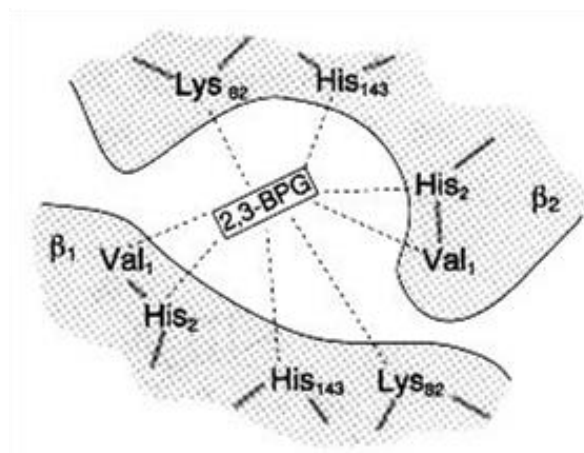
Fig. 25. Effet du 2,3-BPG sur la fixation du O<sub>2</sub> par l'hémoglobine ★★ [4]

Fig. 26. Fixation du 2,3-BPG sur les chaînes β de l'hémoglobine. ★ [4]

## Références

- [1] ou absence de numéro : Ouvrage ou page Internet non précisé
- [2] O. Dautel *et al.* Biologie Géologie BCPST1. Vuibert
- [3] C. Perrier *et al.* Biologie BCPST1 tout-en-un. Dunod
- [4] D. Richard. Physiologie des animaux tome 1. Nathan université (1997)