

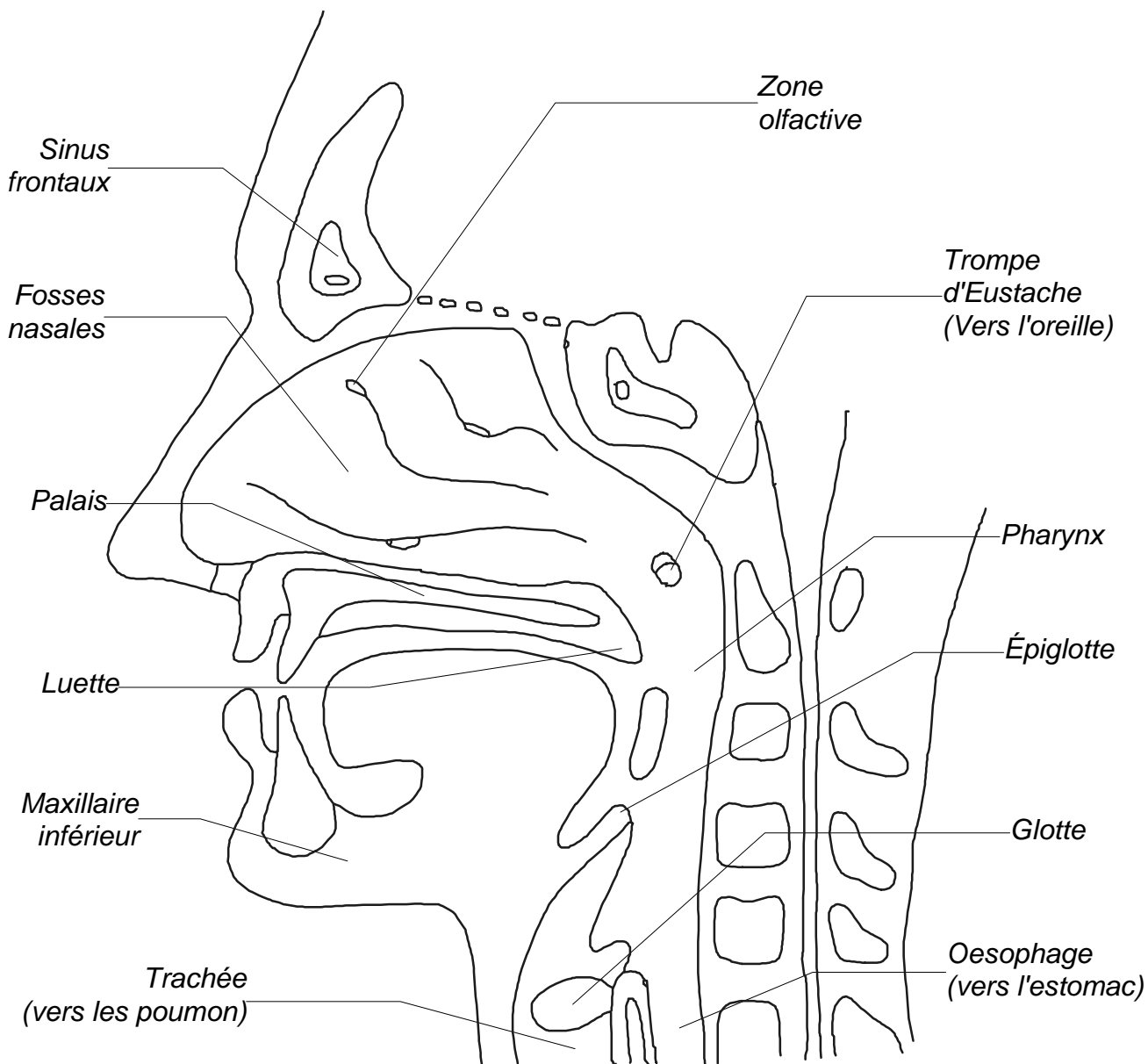
ELEMENTS D'ANATOMIE & PHYSIOLOGIE

L'APPAREIL RESPIRATOIRE.....	3
1) Anatomie	3
a) Les voies aériennes supérieures	3
b) Les poumons.....	4
2) Mécanismes de la respiration.....	6
3) Soufflet pulmonaire et rythme respiratoire en plongée.....	7
4) Applications à la plongée	10
L'APPAREIL CIRCULATOIRE.....	11
1) Anatomie	11
a) Le coeur	11
b) Le réseau d'irrigation	11
c) Fonctionnement	13
2) Le sang.....	13
LES ÉCHANGES GAZEUX	14
1) Au niveau des poumons	14
2) Transport des gaz par le sang.....	15
3) Au niveau des cellules.....	15
4) Bilan	15
L'APPAREIL O.R.L.....	16
1) L'oreille	16
a) L'oreille externe.....	16
b) L'oreille moyenne.....	16
c) L'oreille interne.....	17
2) Les sinus	17

L'APPAREIL RESPIRATOIRE

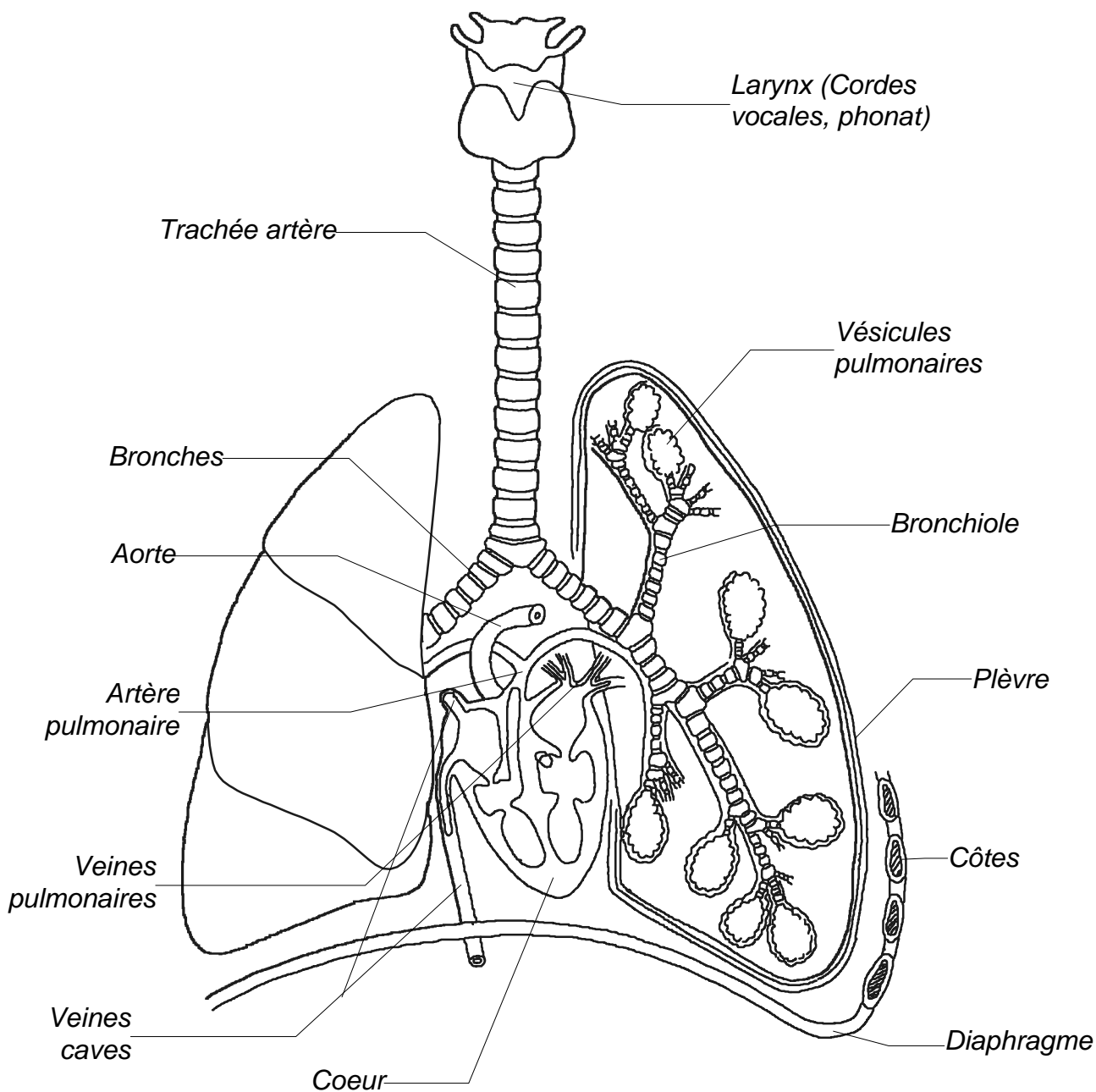
1) ANATOMIE

A) LES VOIES AERIENNES SUPERIEURES

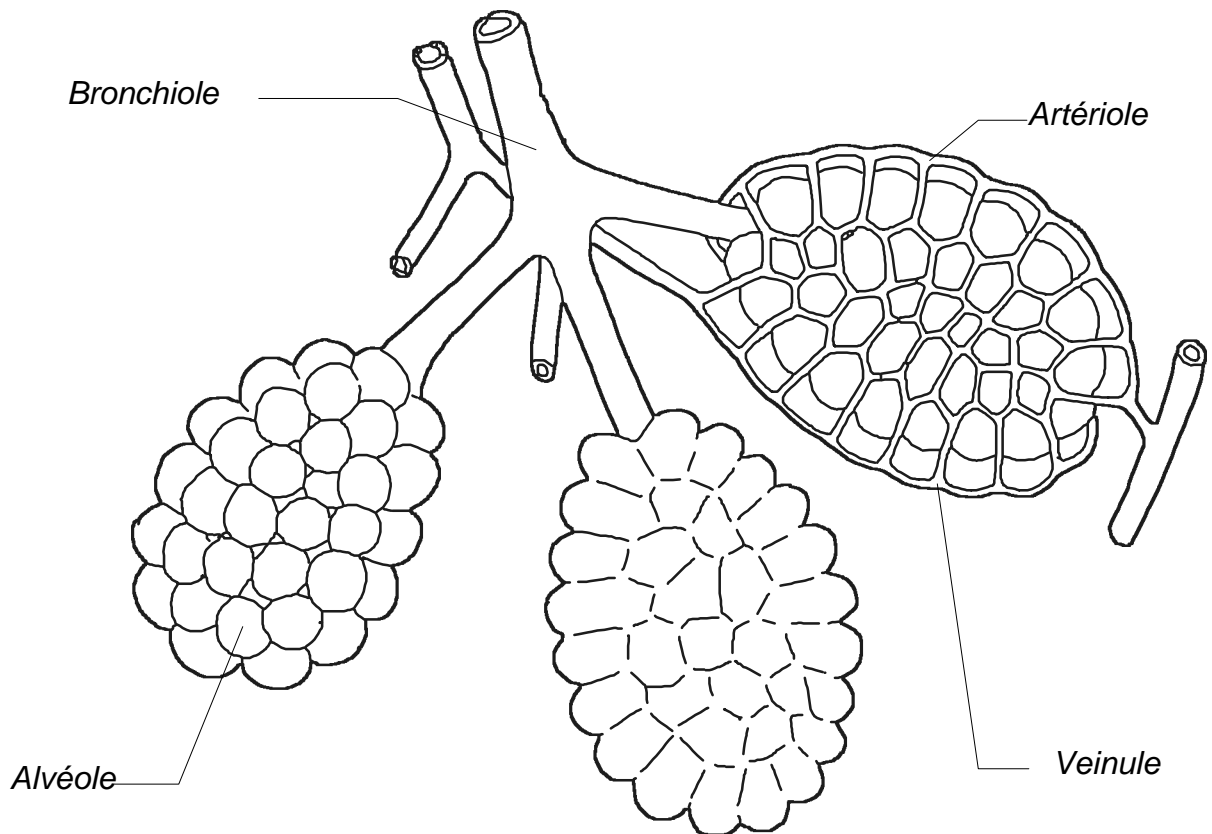


B) LES POUMONS

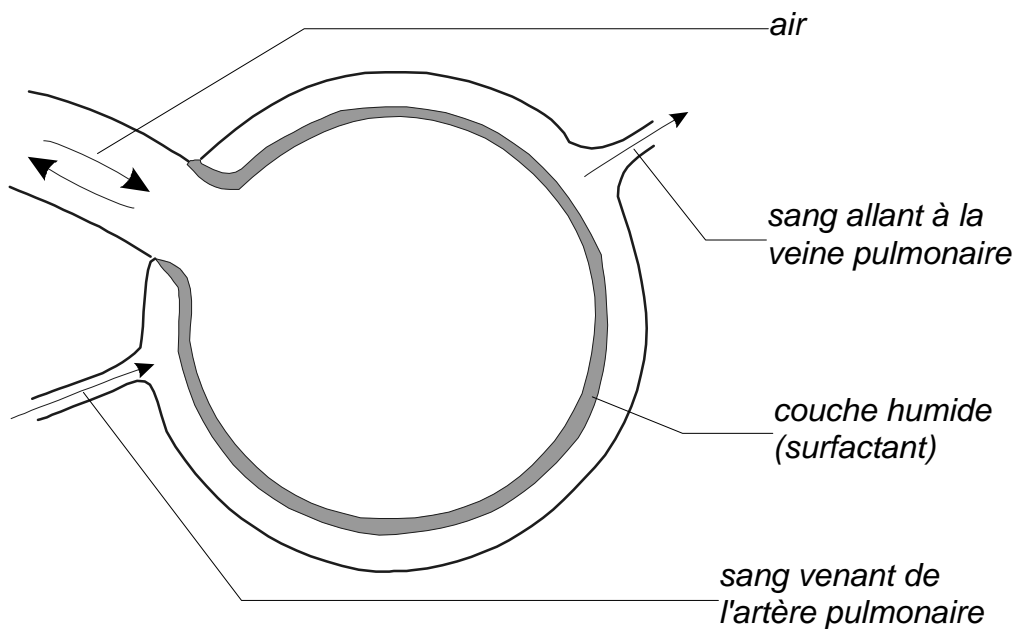
Face ventrale



Représentation schématique des vésicules pulmonaires

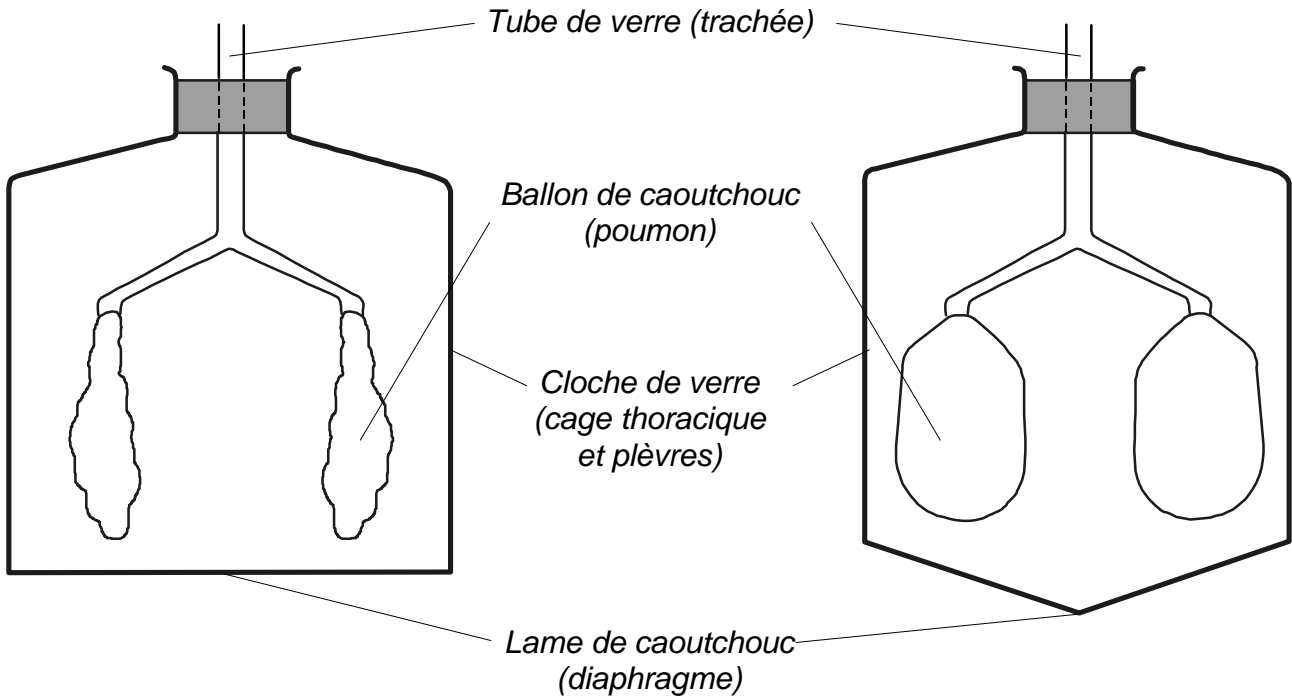


Représentation schématique d'une alvéole pulmonaire



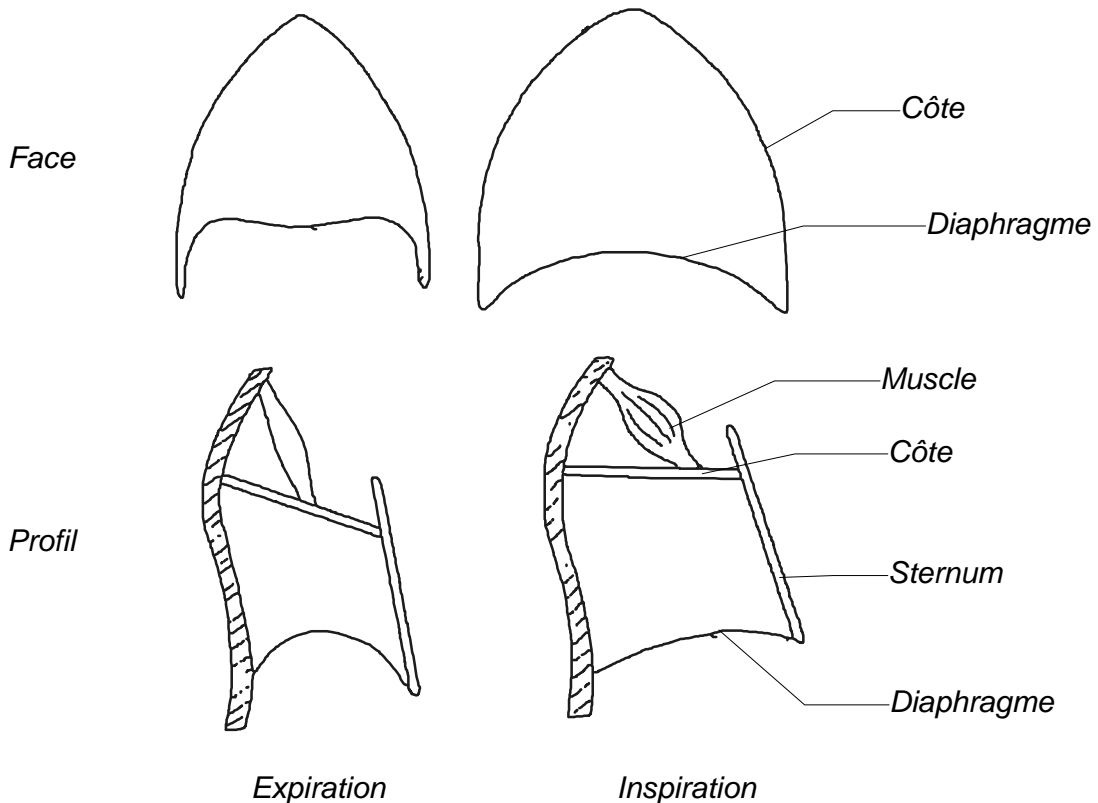
2) MECANISMES DE LA RESPIRATION

Considérons l'expérience suivante, simulant l'appareil respiratoire et son mécanisme



Lorsqu'on abaisse la lame de caoutchouc (**diaphragme**), une dépression s'établit qui a pour effet la pénétration d'air dans les ballons (**poumons**). L'adhérence des poumons à la cage thoracique est assurée par des membranes appelées **les plèvres**.

Application aux poumons

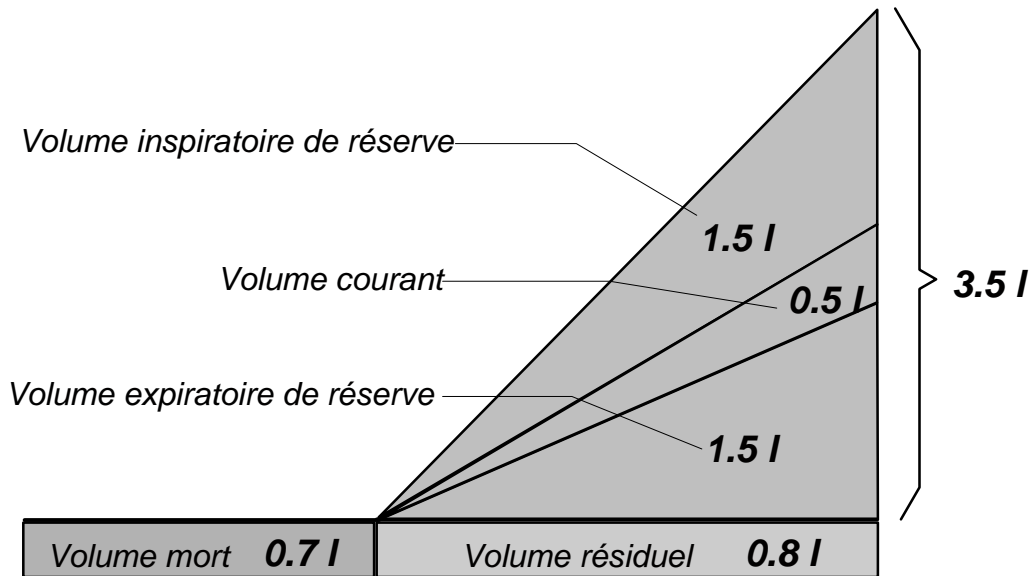


L'inspiration est un phénomène actif (contraction musculaire).

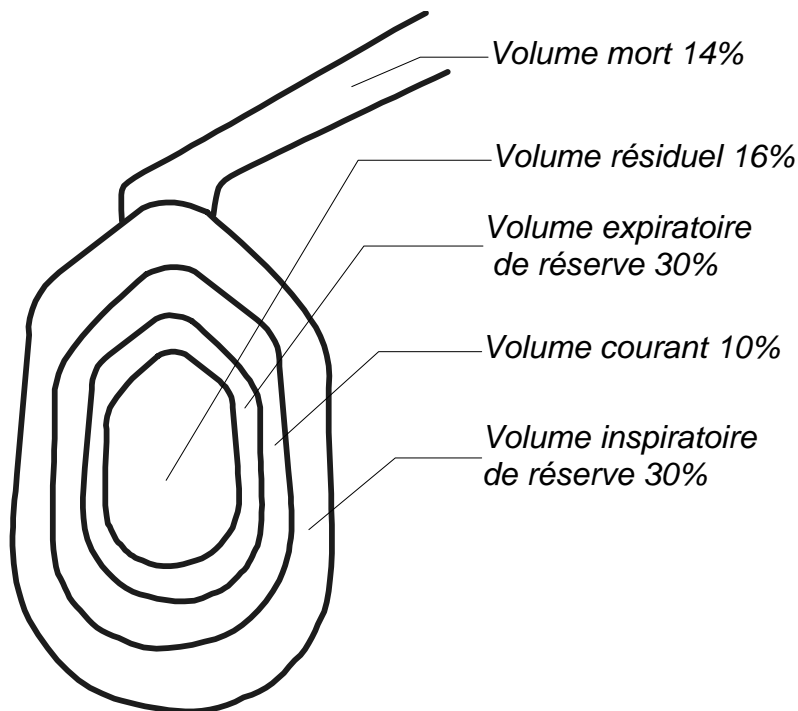
L'expiration normale est un phénomène passif (2 fois plus long qu'une inspiration).

Remarque : A l'inspiration, il y a augmentation de volume d'où, en plongée, augmentation de la poussée d'Archimède (cf. cours de physique).

3) SOUFFLET PULMONAIRE ET RYTHME RESPIRATOIRE EN PLONGEE



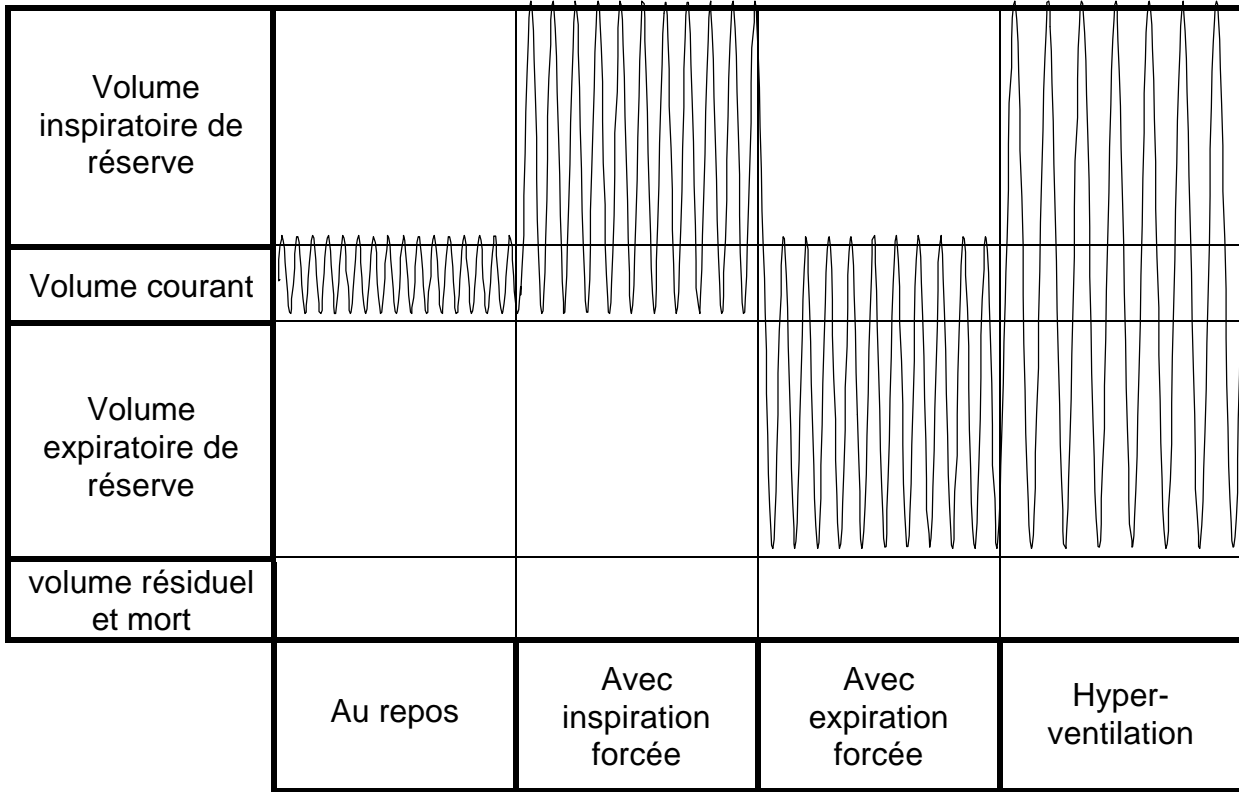
ou encore :



Le mouvement respiratoire est périodique, Deux grandeurs permettent de caractériser le **rythme respiratoire** :

- l'**amplitude** en litre d'air déplacé par cycle respiratoire (1 inspiration + 1 expiration)
- la **fréquence** en cycle respiratoire par minute)

Au repos, nous effectuons environ 16 Cycles/minute, de 0,5 l d'amplitude (volume courant), d'où la consommation : $0,5 \times 16 = 8$ l/mn.



Les volumes respiratoires autres que les volumes courant, résiduel et mort sont mis en jeu dès qu'il y a une activité physique.

Le bulbe rachidien commande la fonction respiratoire. Des stimulations diverses agissent sur le rythme respiratoire selon le tableau suivant :

Stimulation		Rythme respiratoire
PpCO2		
PpO2		
pH		
P° artérielle		

Un choc thermique (tension), une douleur (inflammation, oedème, crampe), une peur (adrénaline, afflux local de sang), un travail musculaire, etc. peuvent également modifier le rythme respiratoire.

Mais il est également possible de contrôler et de modifier volontairement sa respiration.

En plongée, les respirations sont différentes parce qu'elles sont exclusivement buccales et non nasales. Cela nécessite une certaine prise de conscience et de la volonté. De plus, le rythme varie en fonction de la profondeur (PpO₂ et PpCO₂ différentes), de l'effort produit et du réglage du détendeur.

L'adaptation à ces nouvelles conditions se fait grâce à un entraînement régulier à la natation.

Les principaux facteurs de la respiration en plongée sont donc :

- la prise de conscience
- l'adaptation du rythme aux besoins
- la discipline de la respiration

4) APPLICATIONS A LA PLONGEE

- l'essoufflement
- l'apnée en plongée libre

L'APPAREIL CIRCULATOIRE

1) ANATOMIE

A) LE COEUR

Le coeur (voir figure ci-contre) possède un système nerveux propre qui lui assure un rythme propre et qui est lui-même régulé par le système neurovégétatif.

Au cours d'une révolution sanguine, le sang passe deux fois dans le coeur :

- une fois dans le coeur droit, *vers les poumons* :

Organes → veines caves → OD → VD → artères pulmonaires → poumons.

- une fois dans le coeur gauche, *vers les différents organes* :

Poumons → veines pulmonaires → OG → VG → artère aorte → organes.

LE CYCLE CARDIAQUE :

1. Les oreillettes se contractent simultanément (systole auriculaire) et envoient le sang dans les ventricules.
2. Les ventricules se contractent simultanément et envoient le sang dans les artères (systole ventriculaire).
3. Relâchement, repos général du coeur (diastole).

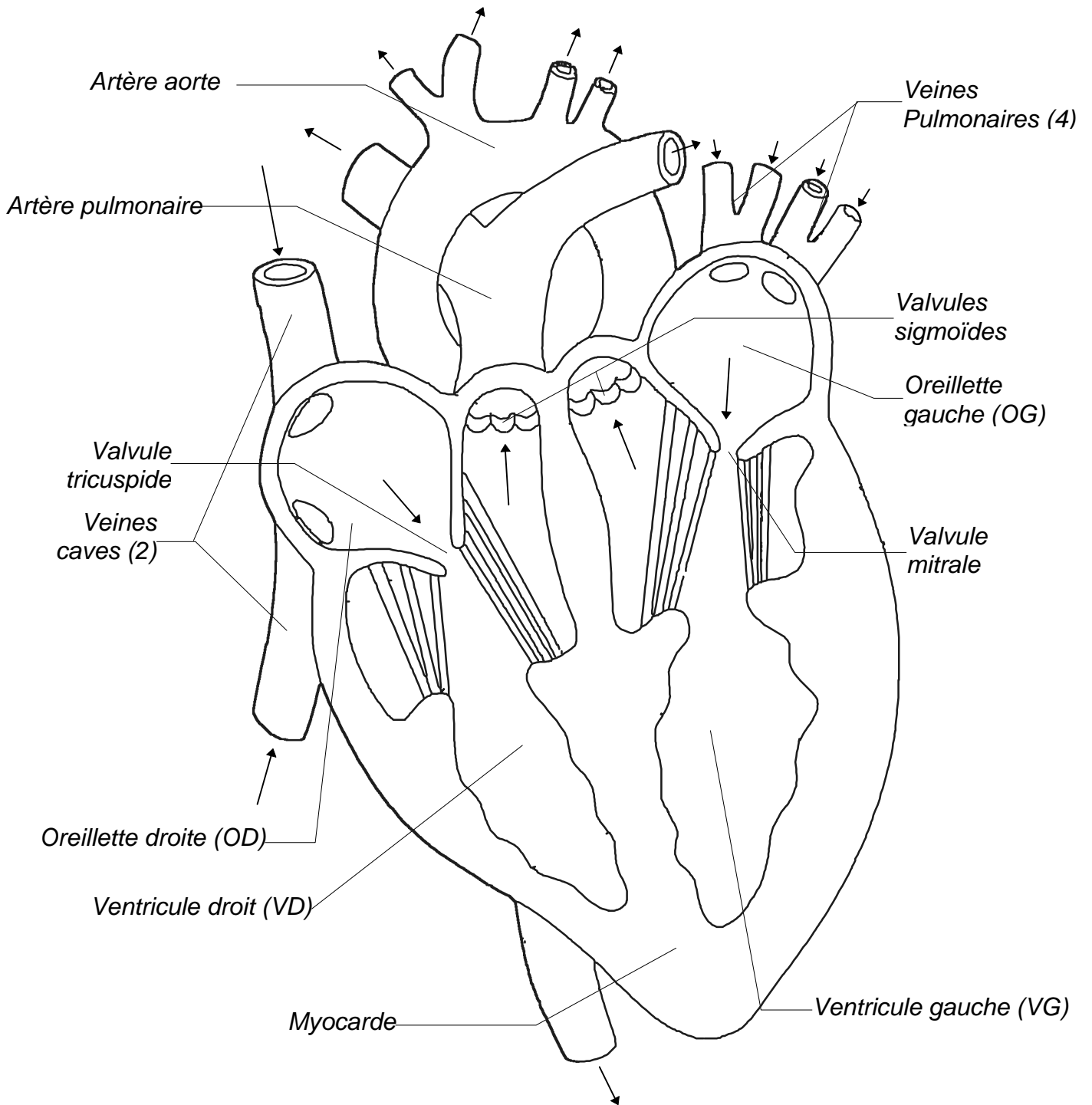
B) LE RESEAU D'IRRIGATION

On distingue trois sortes de vaisseaux sanguins:

- ◇ **Les artères** conduisent le sang du coeur aux organes.
- ◇ **Les veines** ramènent le sang vers le coeur.
- ◇ **Les capillaires** sont des vaisseaux très fins, situés au niveau des organes entre les artérioles et les veinules. Leur paroi extrêmement fine permet les échanges nutritifs et gazeux entre le sang et les cellules.

On appelle respectivement vasoconstriction ou vasodilatation la diminution ou l'augmentation de diamètre des vaisseaux sanguins.

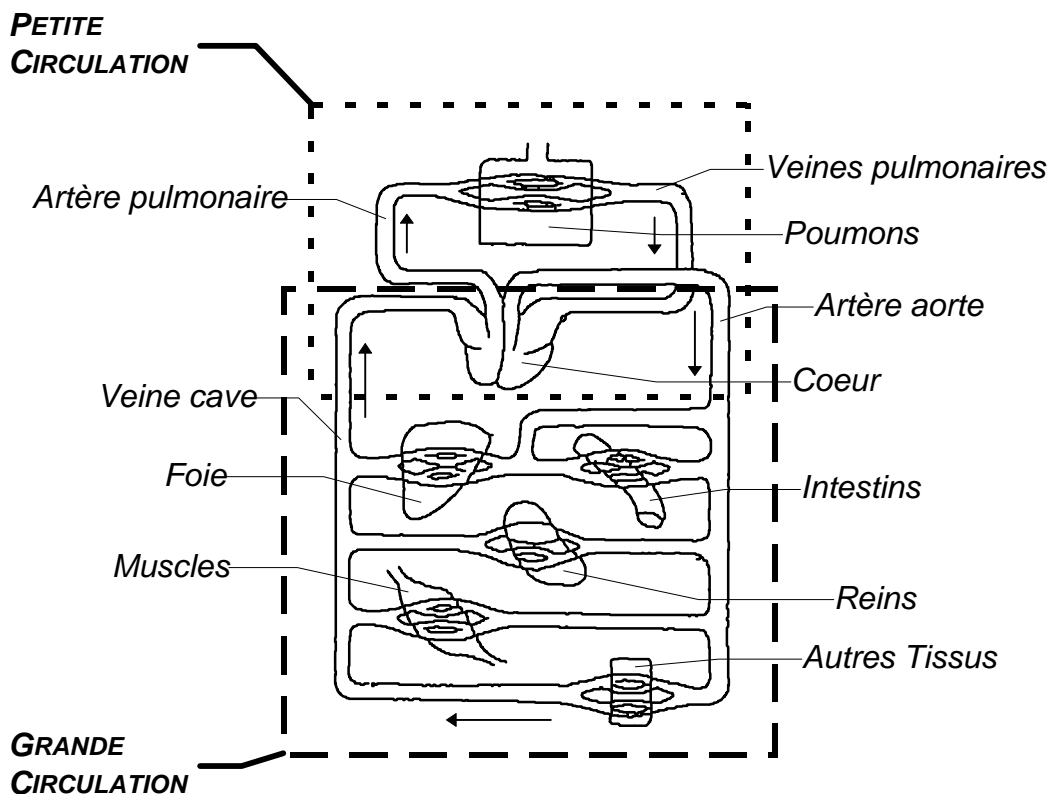
Représentation schématique du coeur



C) FONCTIONNEMENT

Dans l'appareil circulatoire, on peut distinguer deux parties qualifiées respectivement de petite et grande circulations :

- ◆ **La petite circulation** est le trajet suivi par le sang entre le coeur et les poumons : le sang chargé en gaz carbonique part du coeur pour aller vers les poumons où il est rechargé en oxygène et vidé du gaz carbonique, avant de repartir vers le coeur, d'où il sera envoyé dans la grande circulation
- ◆ **La grande circulation** est le trajet suivi par le sang entre le coeur et les organes à l'exclusion des poumons. Renouvelé en oxygène, le sang va alimenter les organes et en recueillir les déchets issus de l'activité cellulaire, dont le gaz carbonique.



2) LE SANG

Il se compose de :

- **plasma** (eau, sels minéraux, protéines, glucose)
- **leucocytes ou globules blancs** (agents de défense de l'organisme)
- **hématies ou globules rouges** (agents de transport de l'oxygène)
- **plaquettes** (agents de coagulation)

Le chemin suivi par le sang est le suivant :

Artères → artérioles → capillaires → veinules → veines

Les facteurs favorables à l'hématose sont :

- des capillaires en bon état
- un débit d'air suffisant
- une membrane (surfactant) la plus perméable possible
- une surface d'échange la plus importante possible

2) TRANSPORT DES GAZ PAR LE SANG

Dans le sang, l'oxygène se fixe sur l'hémoglobine, protéine pigmentaire colorant les globules rouges :

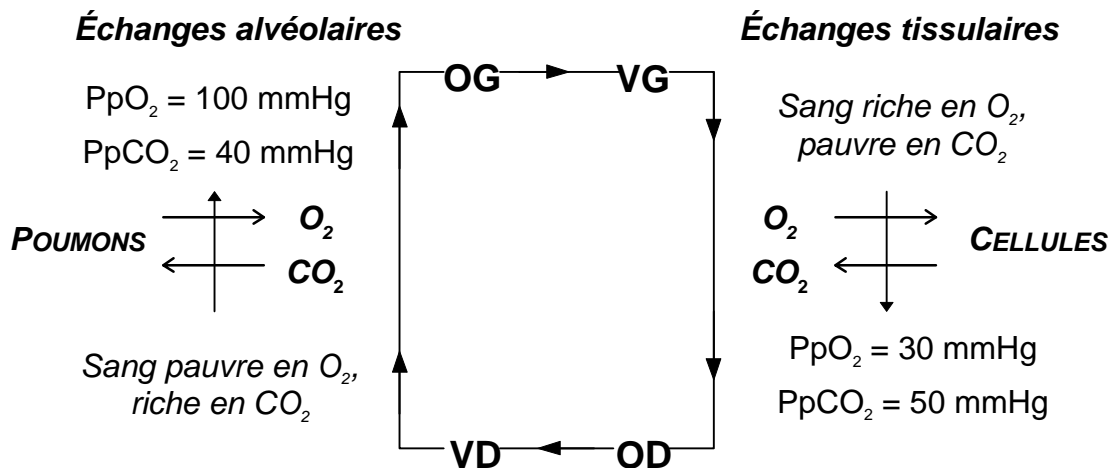


Le CO_2 est transporté en grande partie dissout dans le plasma.

3) AU NIVEAU DES CELLULES

Il se produit le même phénomène qu'au niveau des alvéoles mais en sens inverse. Le CO_2 libéré par l'activité cellulaire quitte les cellules et passe dans le sang. De l'oxygène passe du sang aux cellules.

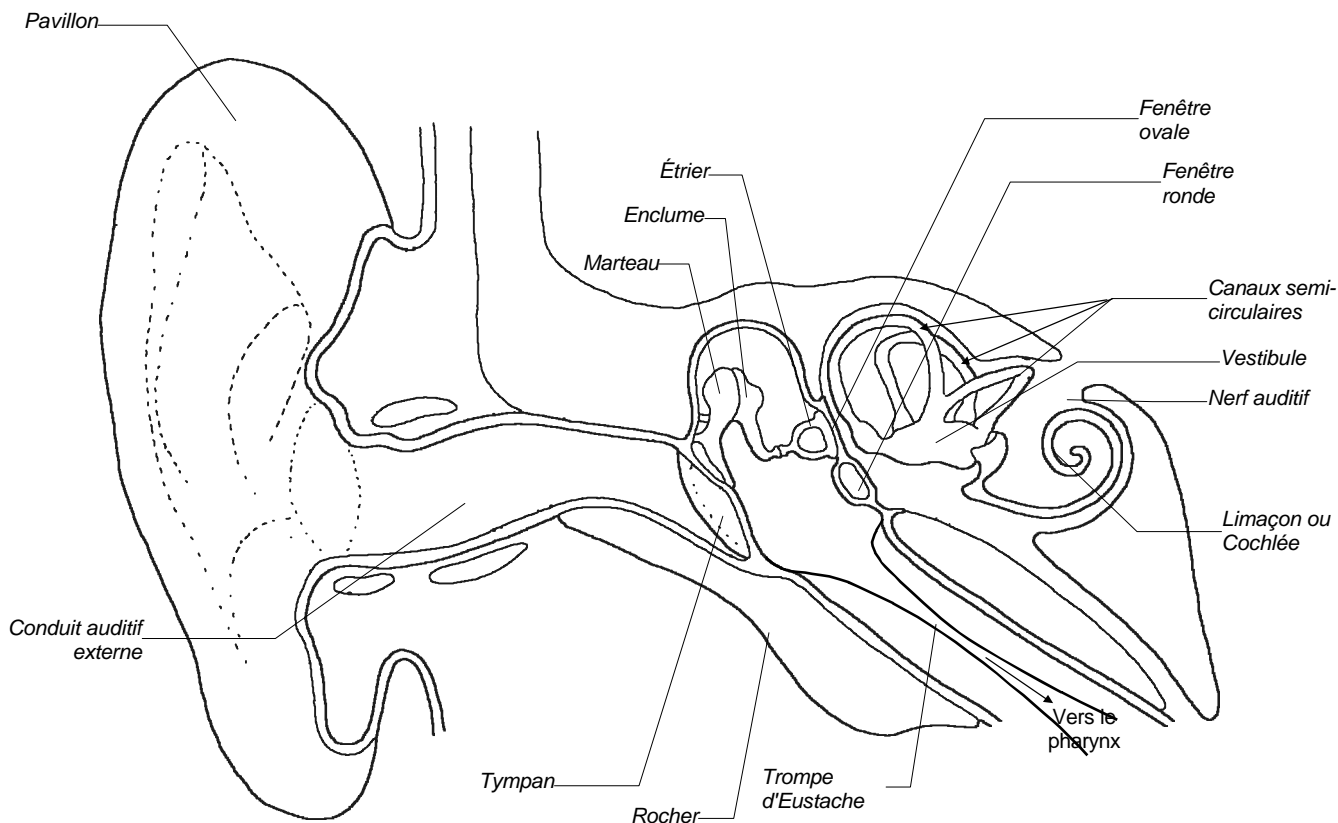
4) BILAN



L'APPAREIL O.R.L.

1) L'OREILLE

L'oreille est constituée de l'ensemble des organes de l'audition et de l'équilibre. Elle est divisée en trois parties :

**A) L'OREILLE EXTERNE**

Elle comprend le **pavillon** et le **conduit auditif** limité par le **tympan** qui capte les ondes sonores.

B) L'OREILLE MOYENNE

C'est une cavité remplie d'air à la pression ambiante. Elle contient : les **osselets**, le **marteau** solidaire du **tympan**, l'**enclume** et l'**étrier** appliqué sur la fenêtré ovale. Les osselets transmettent les vibrations sonores du tympan à l'oreille interne.

L'oreille moyenne communique avec le pharynx par un conduit très étroit (moins d'1 mm de diamètre) et long d'environ 4 cm. C'est la **trompe d'Eustache**.

En plongée, la pression augmentant avec la profondeur, il faut compenser la pression exercée par l'eau sur le côté externe du tympan en insufflant volontairement de l'air dans l'oreille moyenne par la trompe d'Eustache en effectuant la manoeuvre de Valsalva. La trompe d'Eustache doit, par conséquent, toujours être en libre.

C) L'OREILLE INTERNE

C'est une cavité osseuse remplie d'un liquide (liquide endolympatique) dans lequel baignent les organes nerveux de l'audition (le limaçon) et ceux de l'équilibre (les canaux semi-circulaires). L'oreille interne communique avec l'oreille moyenne par la fenêtre ovale et la fenêtre ronde. Les sensations sonores sont transmises au cerveau par le nerf auditif.

- **Les Canaux semi-circulaires**, au nombre de trois, sont orientés dans trois plans de l'espace. Le déplacement du liquide dans les canaux, provoqué par les mouvements de la tête, est capté par des cils microscopiques situés sur leur paroi interne. L'influx nerveux issu de ces capteurs permet au cerveau d'assurer l'équilibre du corps.
- **La Cochlée ou limaçon** transmet au nerf auditif les informations relatives aux sons. Les vibrations sonores parvenant au tympan sont communiquées à l'endolymphe cochléaire par l'intermédiaire des osselets et de la membrane ovale. Des capteurs identiques aux précédents traduisent les vibrations de l'endolymphe en influx nerveux.

2) LES SINUS

Les sinus sont des cavités à parois osseuses situées dans la partie antérieure du crâne. Ils permettent d'alléger et de consolider la paroi osseuse de la face. Ils sont tapissés de muqueuses très irriguées, sensibles et irritables. Le gonflement de celles-ci peut obturer les sinus et empêcher la mise en équipression.

On distingue du haut vers le bas du visage les sinus :

- **frontaux**, situés au-dessus des sourcils.
- **sphénoïdaux**, situés dans l'os sphénoïde, en arrière de la cavité nasale.
- **ethmoïdaux**, situés dans l'os ethmoïde, à la hauteur de la racine du nez.
- **maxillaires**, situés à la base du nez.

