

Appareil cardio-respiratoire

*Pr. Fabien Van Coppenolle
INSERM U 1060; Laboratoire CarMeN
GHE; Hôpital Cardiologique; B13
Université Claude Bernard Lyon I.*

Appareil cardio-respiratoire

Introduction.

I- Présentation de l'appareil cardiovasculaire.

II- Présentation de l'appareil respiratoire.

III- Physiologie de l'appareil cardio vasculaire et respiratoire. Régulations physiologiques.

Appareil cardio-respiratoire

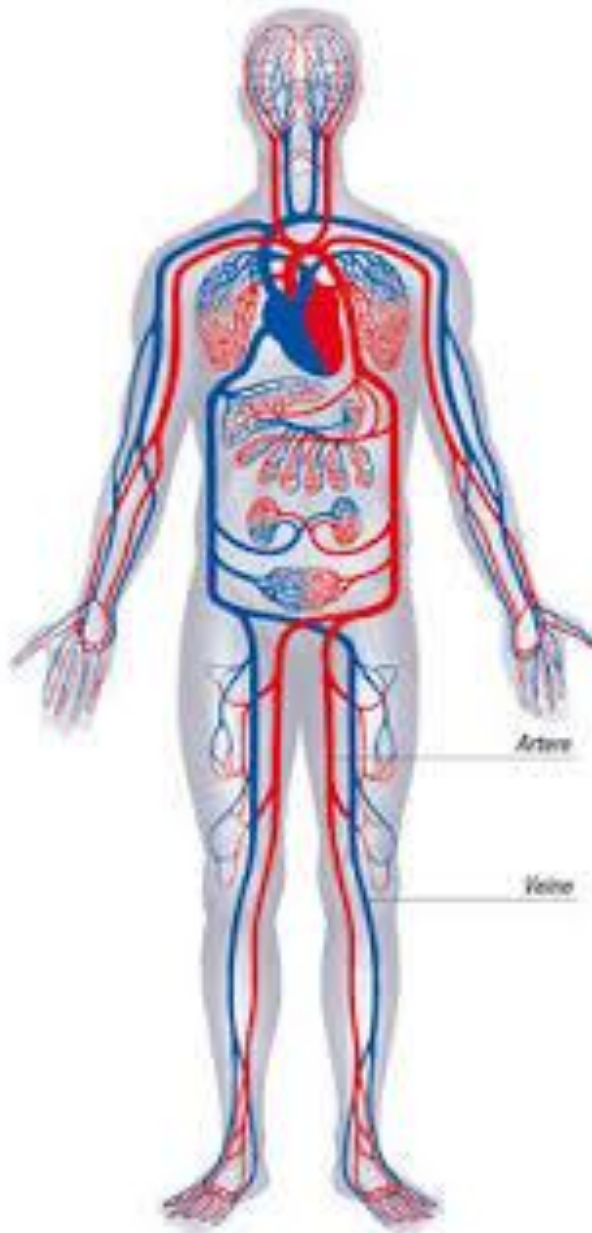
Introduction.

I- Présentation de l'appareil cardiovasculaire.

II- Présentation de l'appareil respiratoire.

III- Physiologie de l'appareil cardio vasculaire et respiratoire. Régulations physiologiques.

Circulation sanguine



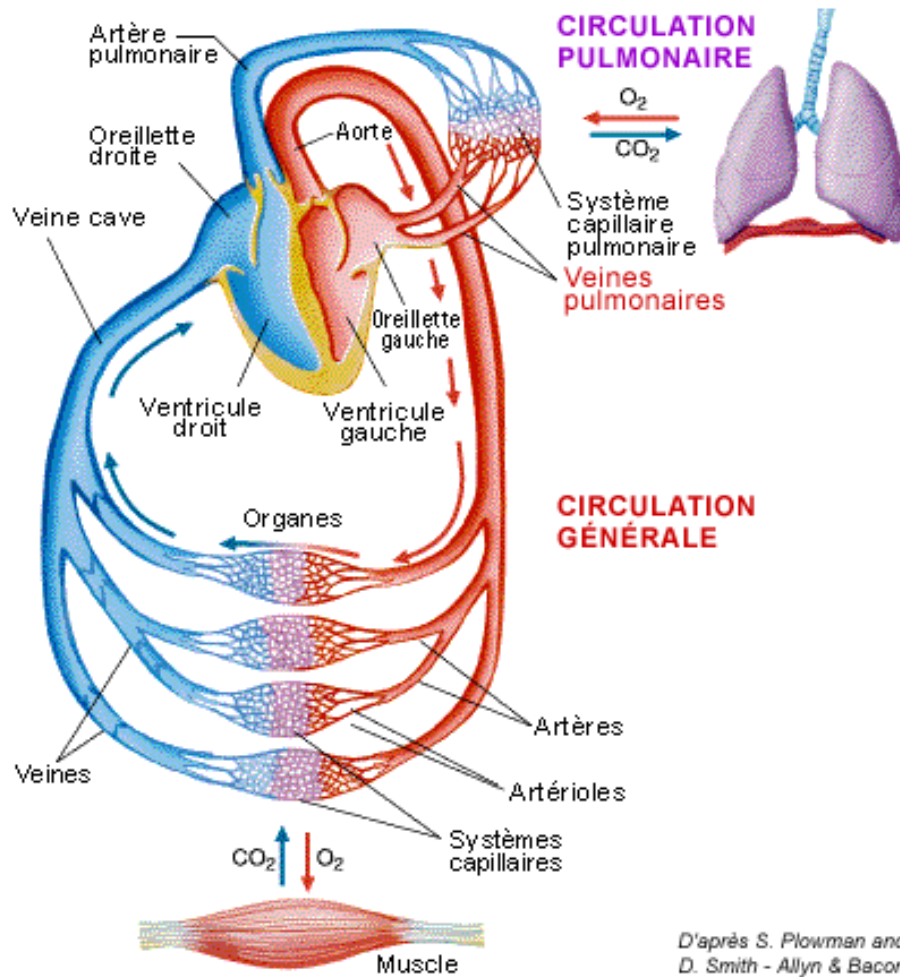
- Les vaisseaux sanguins transportant du sang riche en O_2 sont représentés en rouge.

Les artères sont représentées en général en rouge (sauf dans la circulation pulmonaire), elles transportent le sang du coeur vers les organes et les membres

- Les vaisseaux sanguins qui transportent du sang riche en CO_2 sont représentés en bleu.

Les veines sont représentées en général en bleu (sauf dans la circulation pulmonaire), elles rapportent le sang des organes vers le coeur

Circulation sanguine

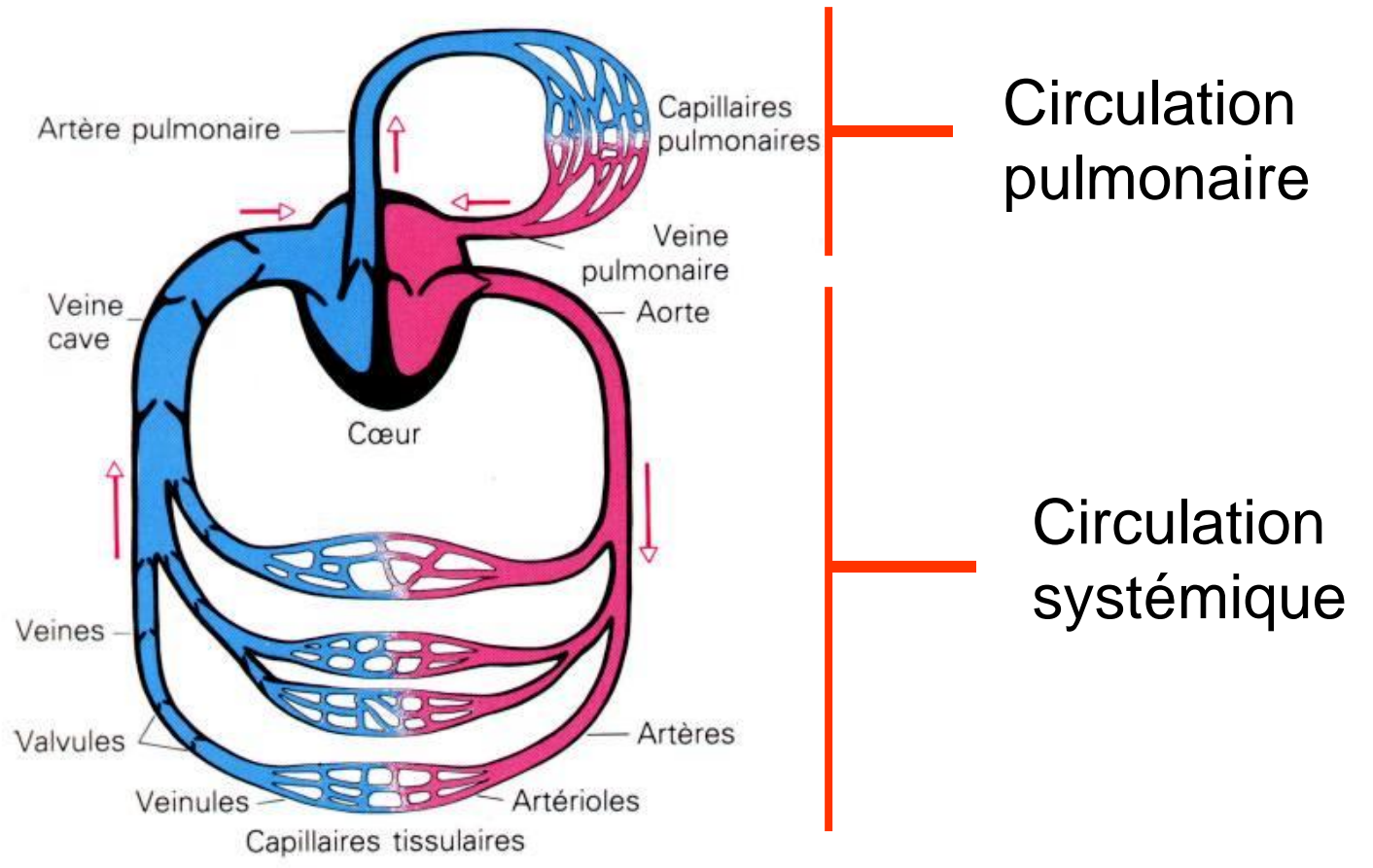
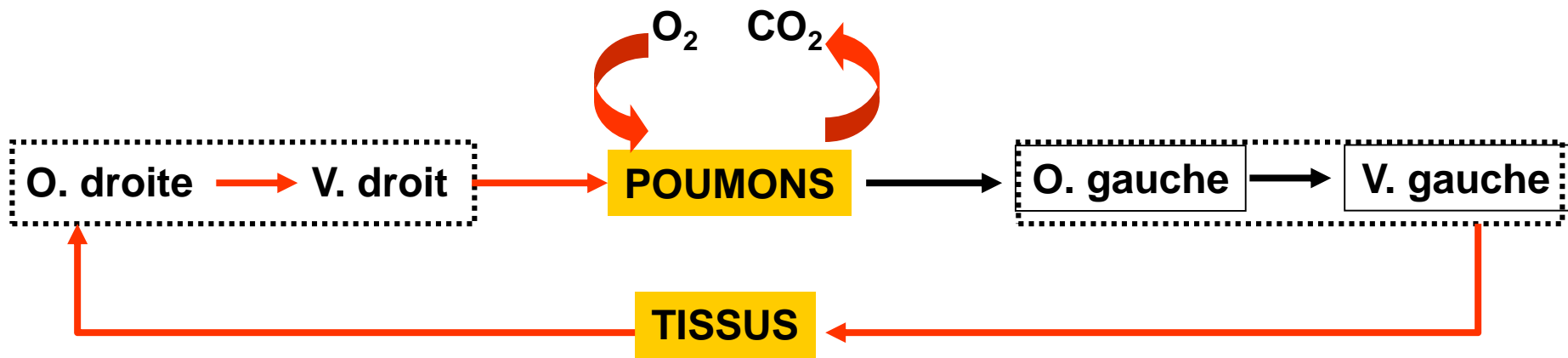


On distingue 2 circulations :

-La grande: entre le coeur et les membres, le cerveau et les organes abdominaux. Encore appelée circulation systémique.

-La petite entre le coeur et les poumons. Encore appelée circulation pulmonaire.

D'après S. Plowman and D. Smith - Allyn & Bacon



Appareil cardio-respiratoire

Introduction.

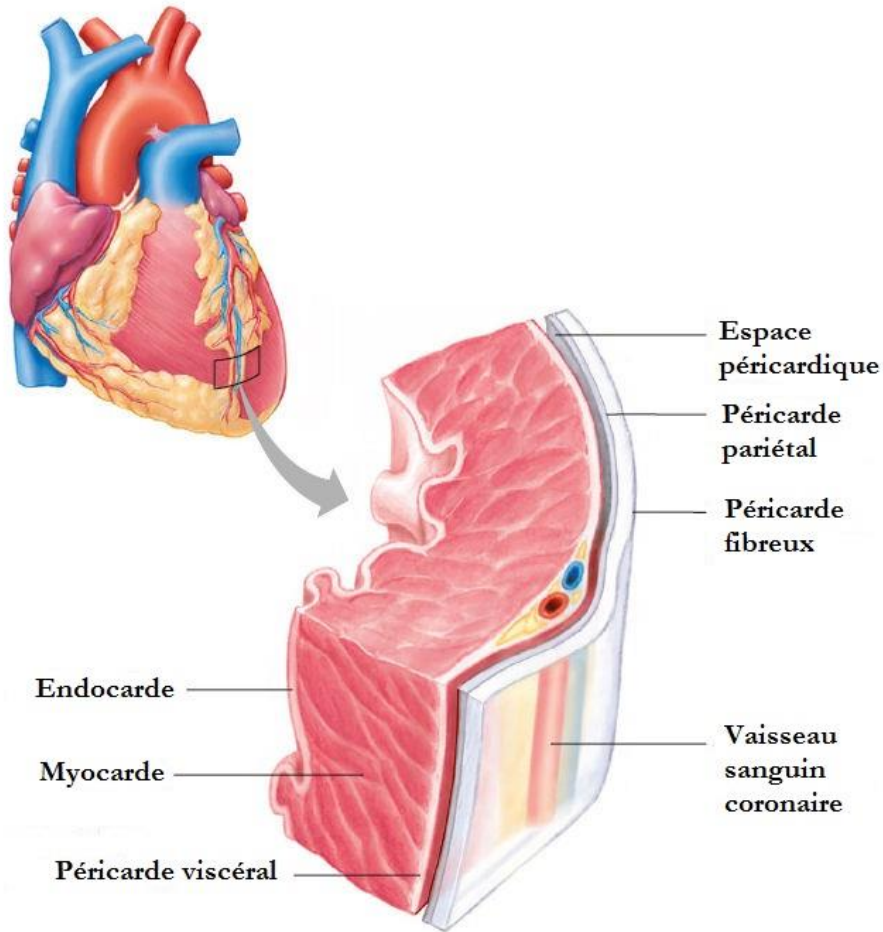
I- Présentation de l'appareil cardiovasculaire.

II- Présentation de l'appareil respiratoire.

III- Physiologie de l'appareil cardio vasculaire et respiratoire. Régulations physiologiques.

I- L'appareil cardiovasculaire

I.1 Anatomie cardiaque



Le cœur: pompe qui fait circuler le sang dans les vaisseaux

- C'est un muscle (myocarde) creux entouré d'une membrane, le péricarde, et tapissé à l'intérieur d'une autre membrane, l'endocarde
- Divisé en 2 côtés : droit et gauche, chacun composé de 2 cavités : 1 oreillette et 1 ventricule, séparés par une valvule
- Il est alimenté en énergie par les artères coronaires

VALEURS CARACTERISTIQUES

Taille 12 cm

Poids 250-350 g

Fréquence 60-80

Batt./jour 100 000

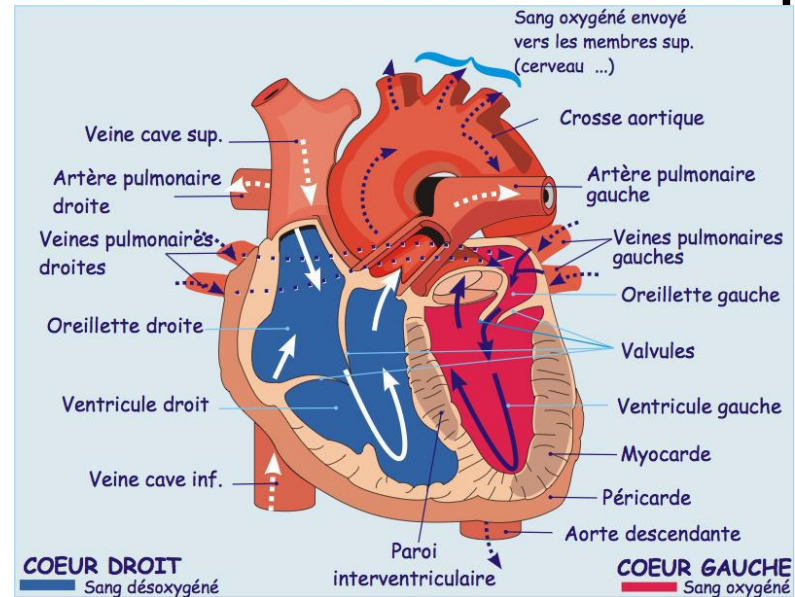
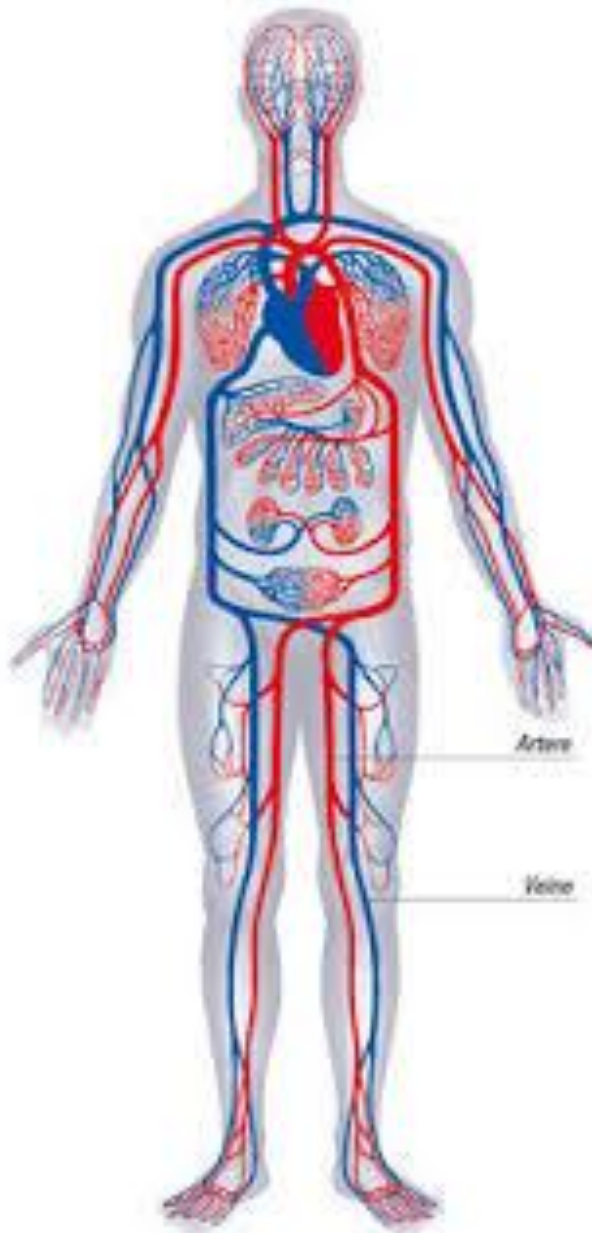
Batt./vie 3 milliards

Vol. éjection (VE) 80 ml/ battement

VE/jour 8 000 litres / jour

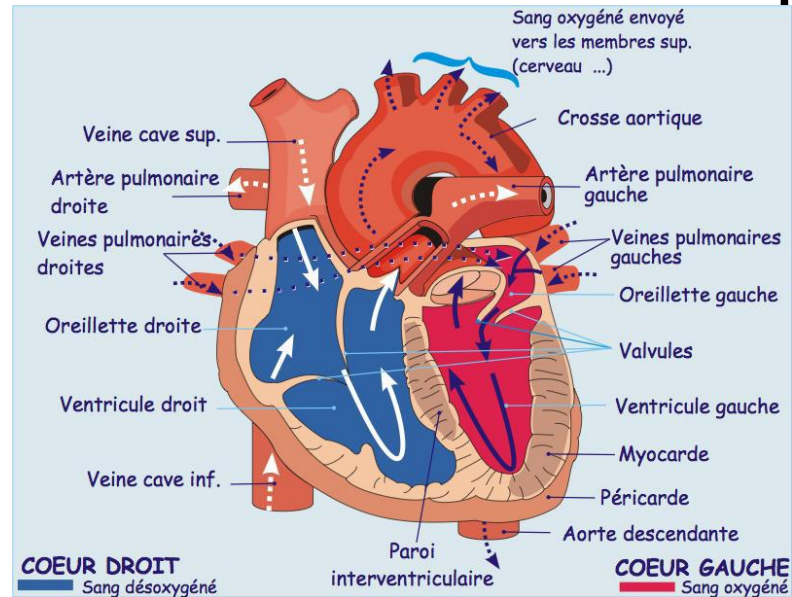
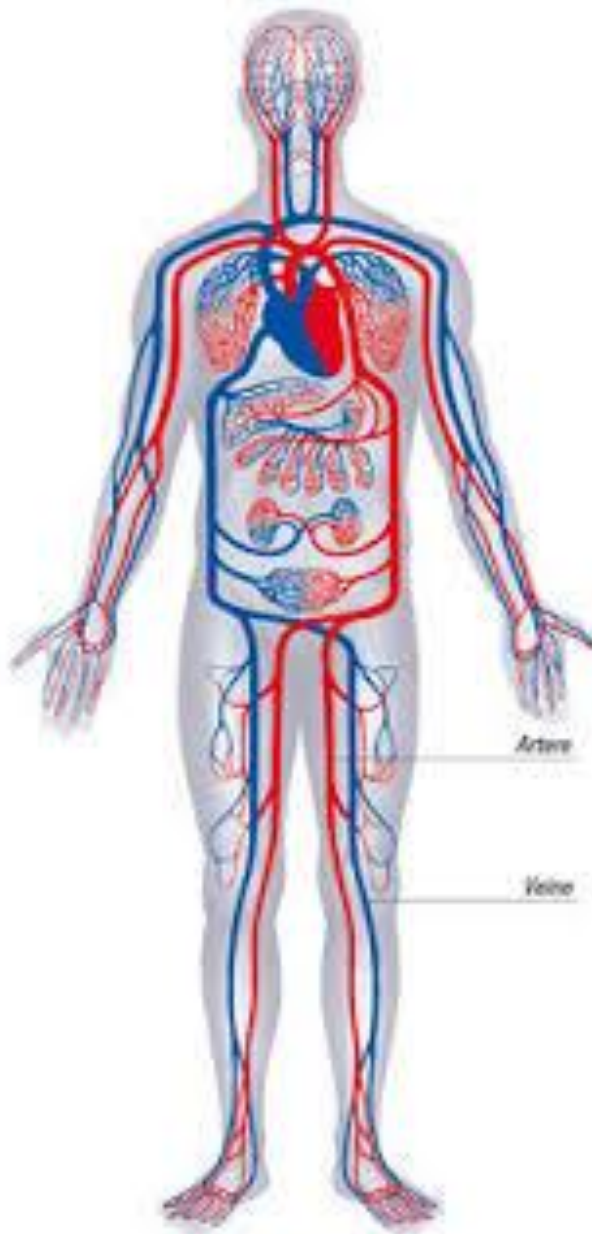


Circulation sanguine et révolution cardiaque



- Le sang arrive des membres par les veines caves supérieure et inférieure jusqu'à l'oreillette droite qui se remplit
- L'oreillette droite se contracte (systole auriculaire), la valvule tricuspide s'ouvre, le sang entre dans le ventricule droit (diastole)
- Le ventricule droit se contracte, la valvule tricuspide se ferme et la valvule pulmonaire s'ouvre, le sang est expulsé dans l'artère pulmonaire
- La valvule pulmonaire se ferme pour éviter un reflux

Circulation sanguine et révolution cardiaque

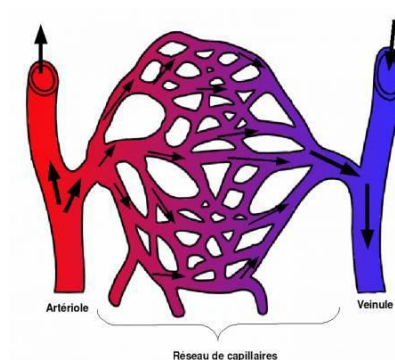


Le sang revient des poumons par les veines pulmonaires jusqu'à l'oreillette gauche qui se remplit




- L'oreillette gauche se contracte (systole auriculaire), la valvule mitrale s'ouvre et le sang se déverse dans le ventricule gauche (diastole)
- Le ventricule gauche se contracte, la valvule mitrale se ferme, la valvule aortique s'ouvre et le sang est éjecté dans l'aorte
- La valvule aortique se ferme pour éviter un reflux

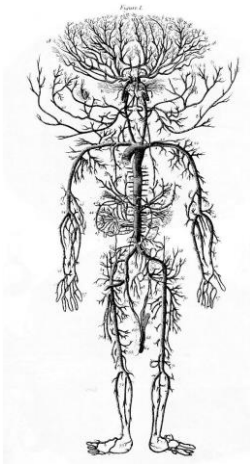
Systeme vasculaire

Vaisseau	Diamètre (mm)	Nombre	Longueur approx. (cm)	Surface (cm ²)	Volume total (cm ³)
Aorte	10	1	40	0,8	190
Grosses artères	3	40	20	3	
Branches artériolaires	1	2.400	5	5	
Artérioles	0,02	40.000.000	0,2	125	60
Capillaires	0,008	1.200.000.000	0,1	600	
Veinules	0,03	80.000.000	0,2	570	680
Veines	2	2.400	5	30	
Grosses veines	6	40	20	11	
Veine cave	12,5	1	40	1,2	



Légende

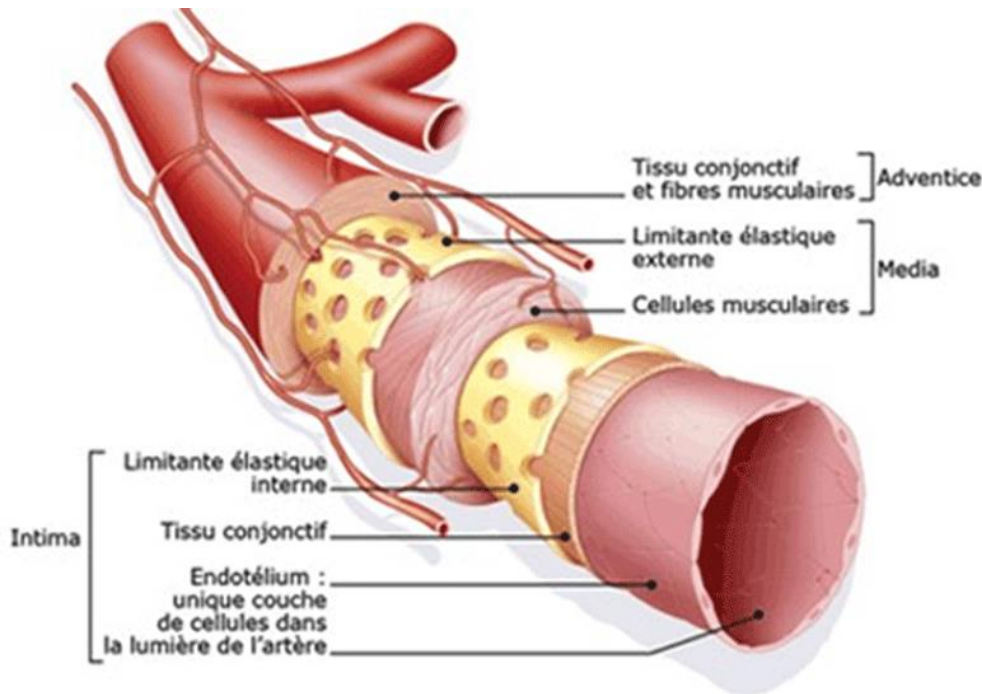
-  sens de circulation du sang
-  sang riche en dioxygène et pauvre en dioxyde de carbone
-  sang pauvre en dioxygène et riche en dioxyde de carbone



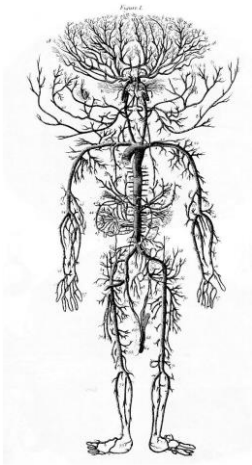
Les artères

Vaisseaux qui transportent le sang du coeur vers les organes

- Haute pression (130 mmHg en systole, 80 mmHg en diastole)
- Paroi musculeuse et élastique pour absorber les à-coups de la colonne sanguine induites par les contraction cardiaques
- Se divisent pour donner des artères de plus en plus petites, des artérioles puis des capillaires

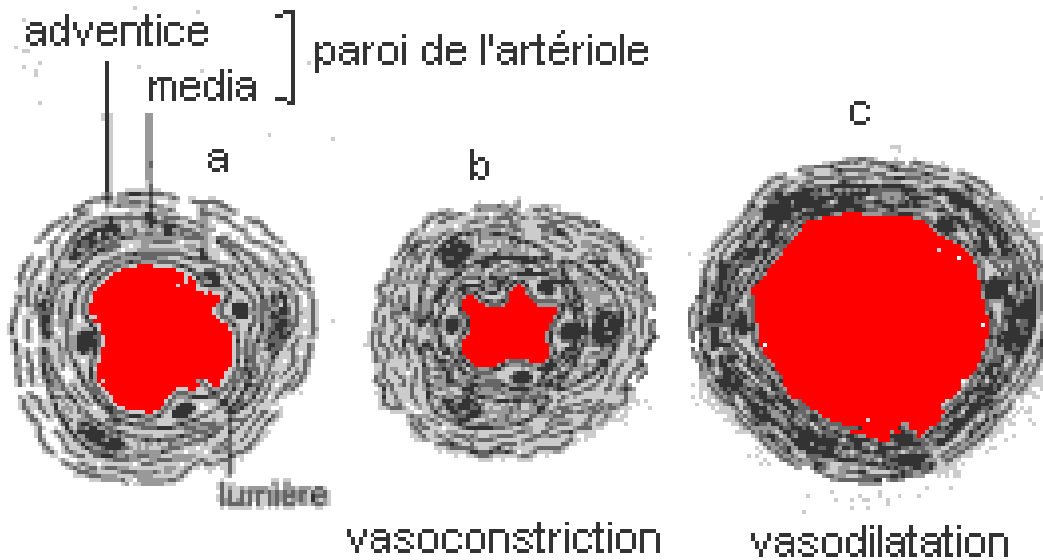


Artère de moyen calibre et ses trois tuniques : intima, média, adventice



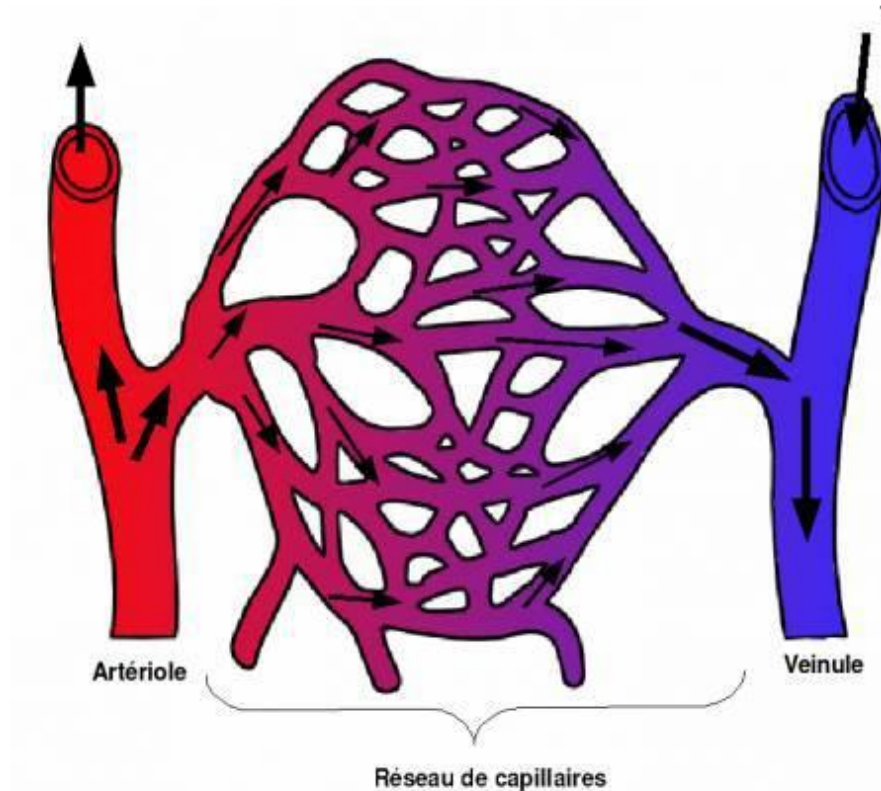
Tonus vasculaire.

Petites artères et capillaires peuvent varier de calibre






- La paroi musculieuse se contracte ou se relâche
- Vasoconstriction = réduction de calibre
- Vasodilatation = augmentation de calibre

Capillaires

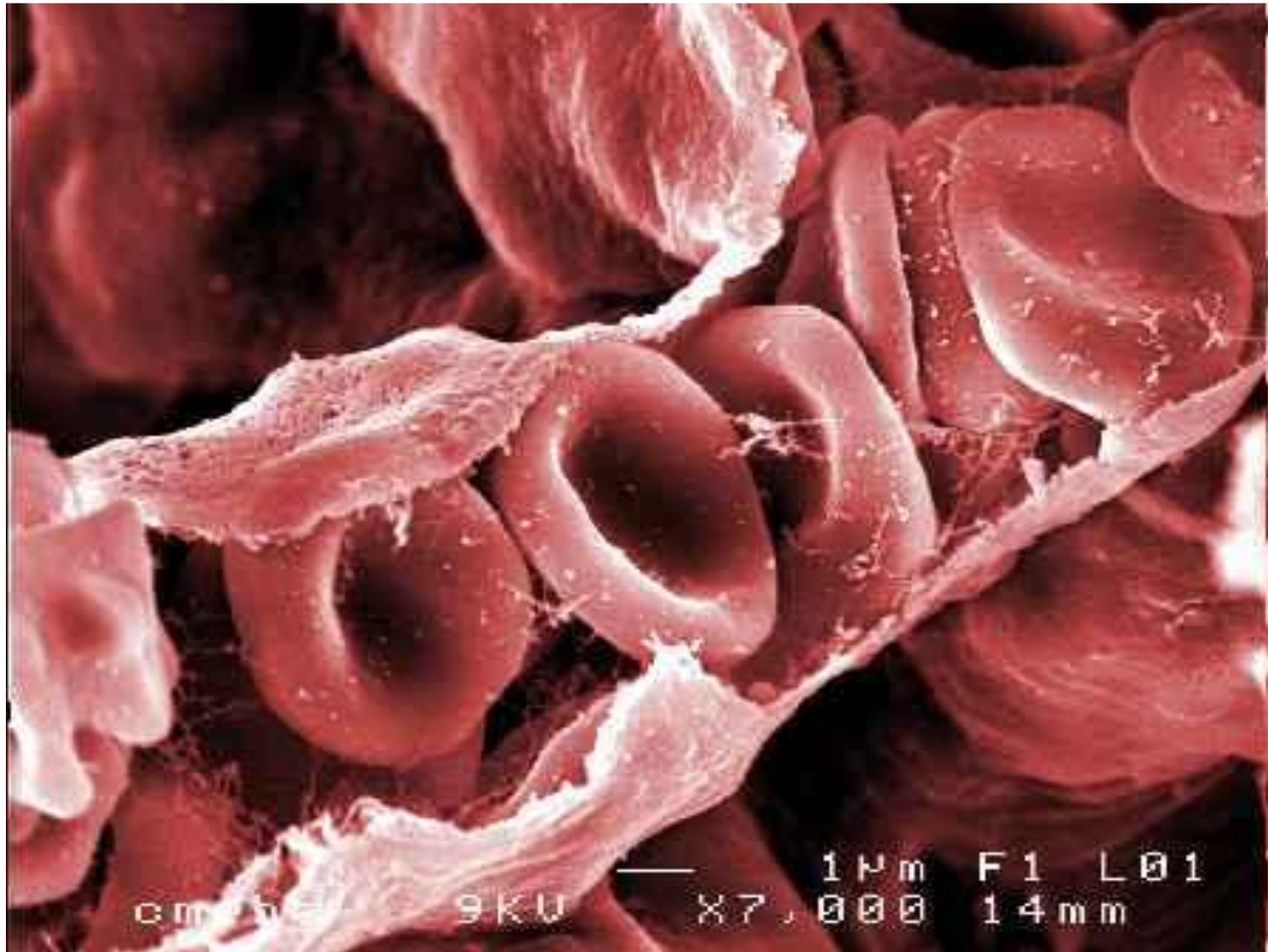


Légende

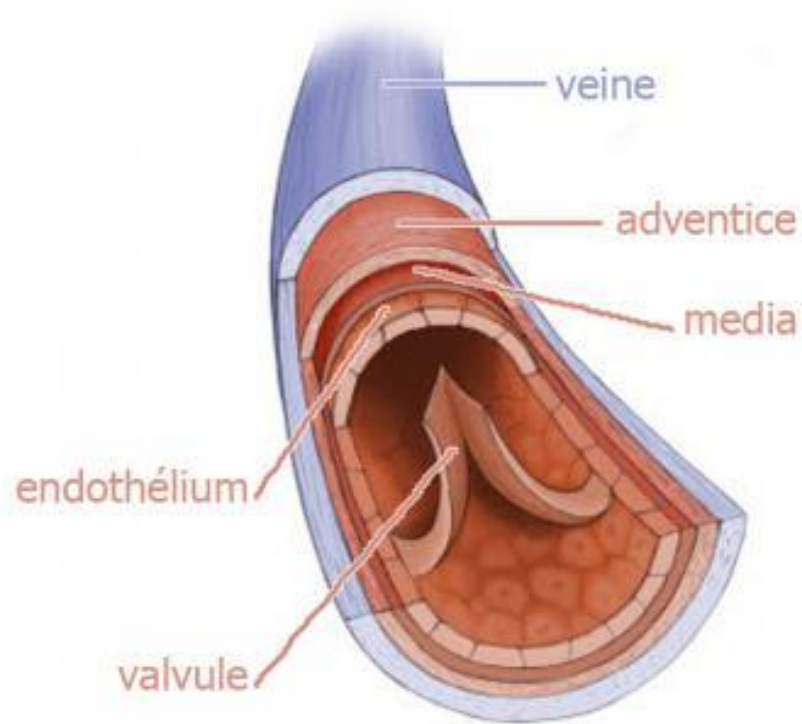
-  sens de circulation du sang
-  sang riche en dioxygène et pauvre en dioxyde de carbone
-  sang pauvre en dioxygène et riche en dioxyde de carbone

- Vaisseaux
microscopiques
- Paroi fenestrée
- Lieu d'échange
entre le sang et
les tissus
- Le sang se
décharge en O₂,
se charge en
CO₂
- Capillaires se
jettent dans des
veinules puis des
veines

Capillaires

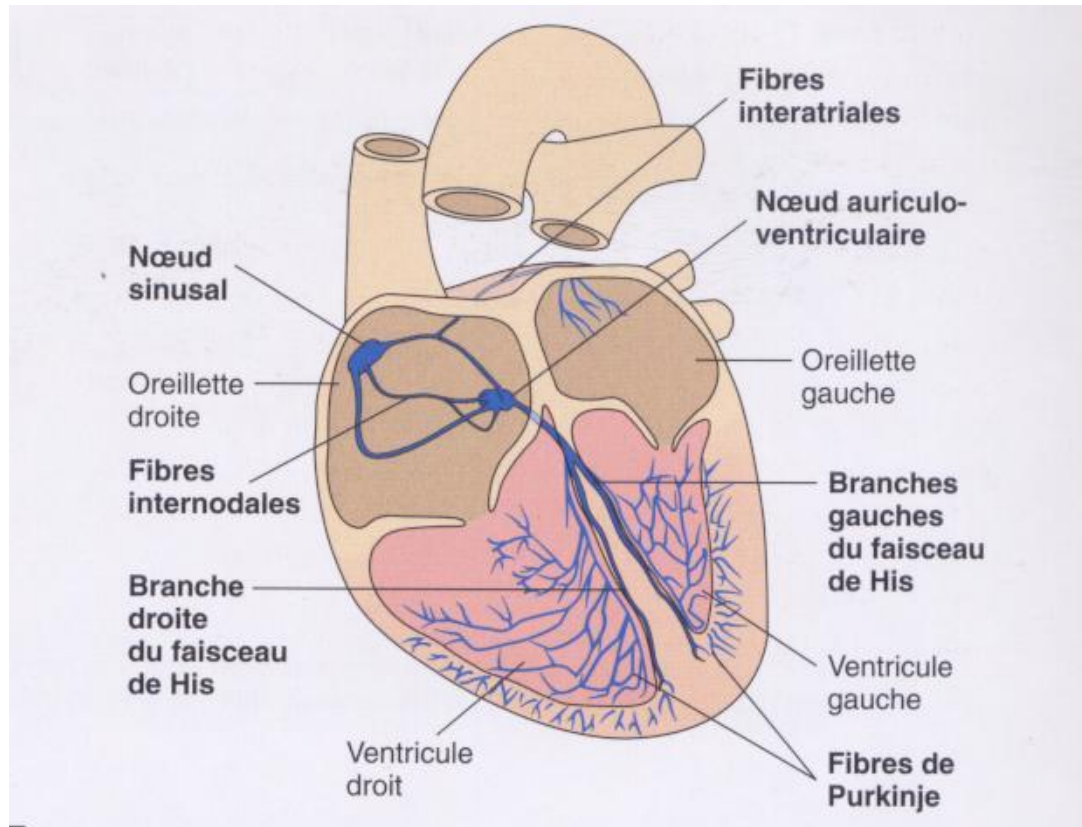


Veines

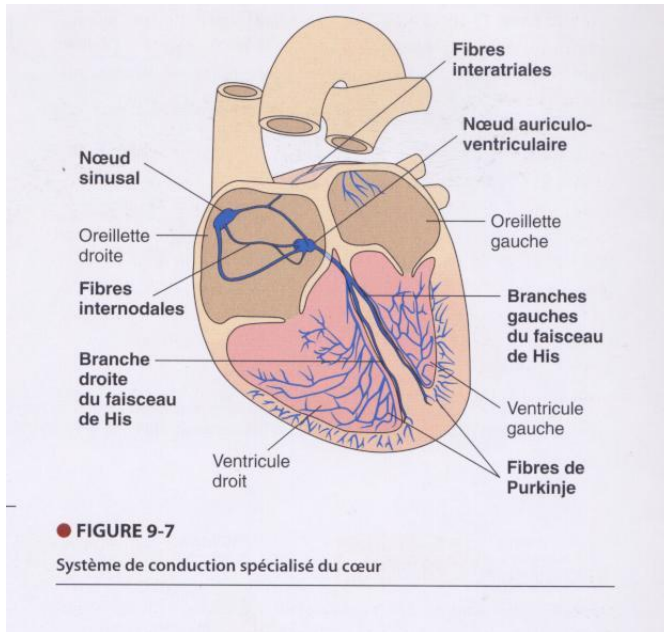


- Ramènent le sang des organes vers le coeur
- Plus nombreuses que les artères
- Se laissent distendre facilement
- Système à basse pression et bas débit
- Le sang avance grâce à la gravité, la contraction des muscles environnants, des valvules et la dépression intrathoracique

Systemes de conduction spécialisés du cœur.



Systemes de conduction spécialisés du cœur.



Dans le muscle cardiaque il y a des fibres nerveuses qui commandent la contraction

- Cela démarre dans l'oreillette droite où il y a un nœud électrique qui donne des impulsions régulières à environ 100 bpm
- Le courant est d'abord transmis aux oreillettes qui se contractent quasi simultanément
- Puis aux ventricules qui se contractent aussi quasi simultanément

Physiologie cardiaque

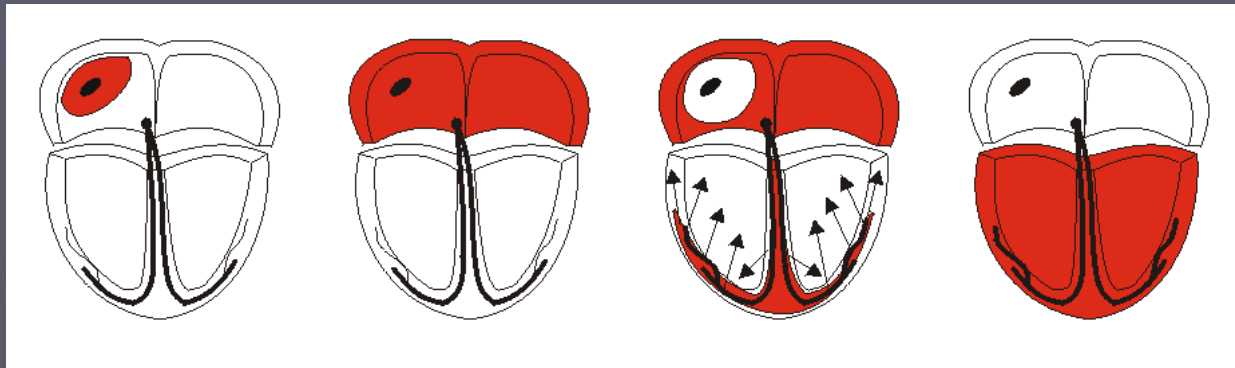
Pour fonctionner comme une pompe, le cœur répète successivement 2 phases:

Dépolarisation des cellules qui provoque la systole: phase de contraction;

Repolarisation des cellules qui provoque la diastole, phase de relâchement qui permet le remplissage des oreillettes et des ventricules.

Un cycle cardiaque comprend une alternance de phénomènes électriques et mécaniques.

Alternance systole-diastole



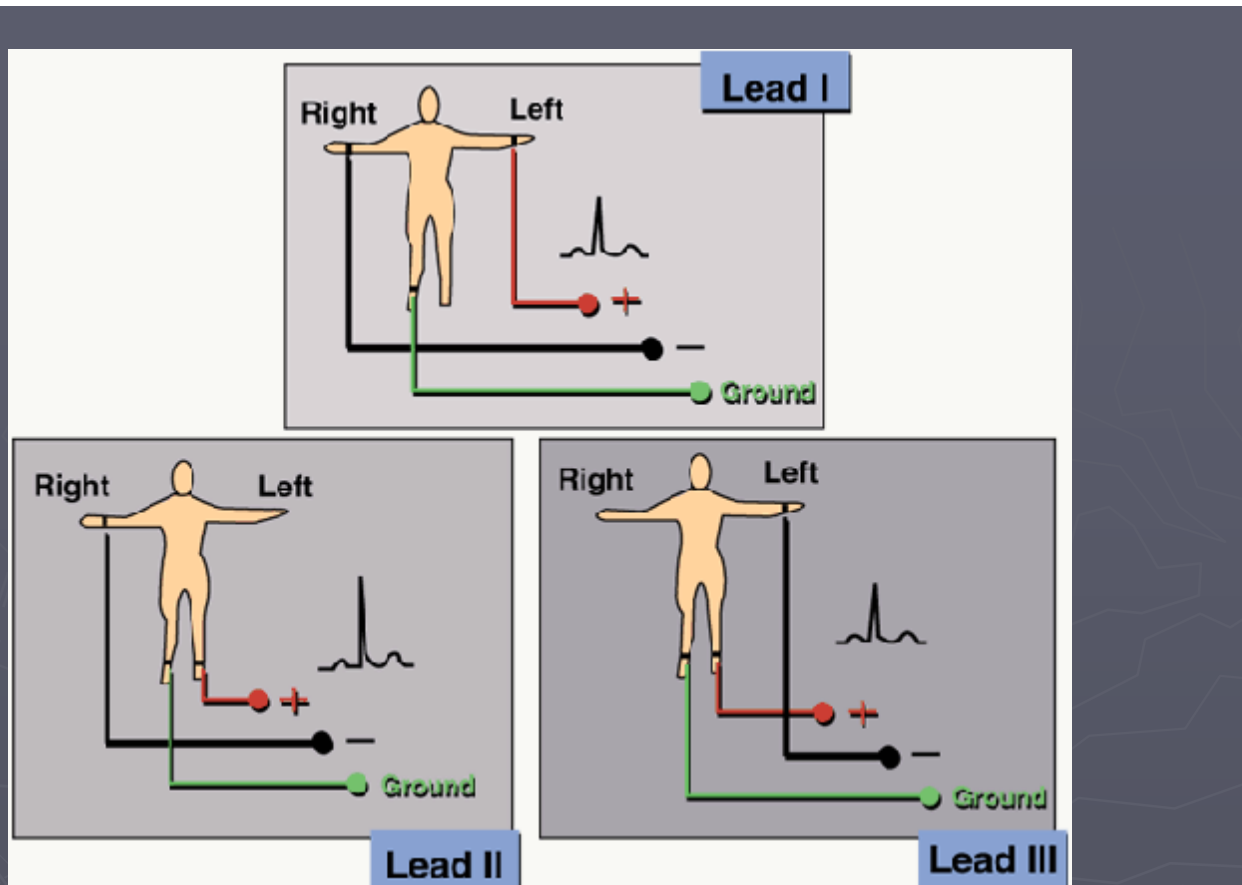
Dépolarisation
du nœud
sinusal se
transmet aux
cellules des
oreillettes

Les oreillettes
se
dépolarisent
==> **systole
auriculaire**

La dépolarisation
se transmet aux
ventricules par le
faisceau de His et
les fibres de
Purkinje

Les cellules des
ventricules se
dépolarisent
==> **systole
ventriculaire**

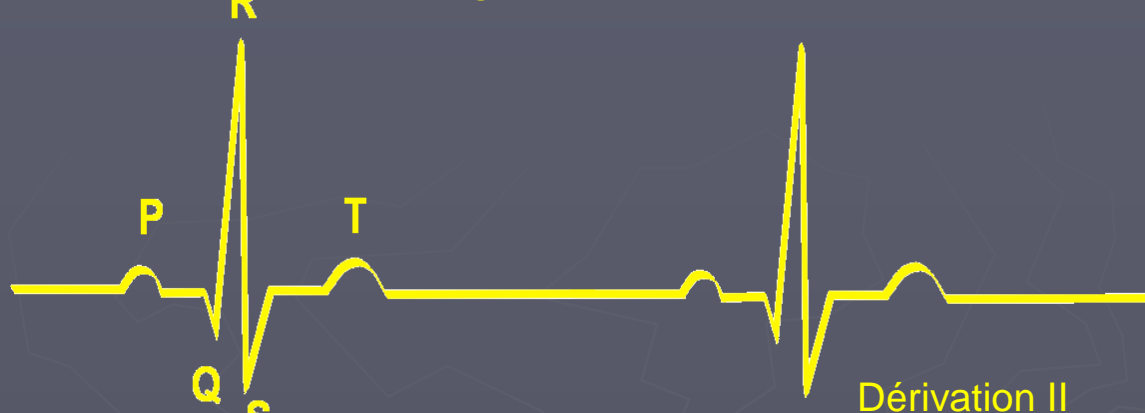
Electrocardiogramme (ECG).



Dérivations (lead) I, II et III

Onde P, complexe QRS et onde T

Tracé obtenu change selon la dérivation utilisée.



Onde P = **Dépolarisation des oreillettes** (correspond à la dépolarisation auriculaire qui va déclencher la systole auriculaire)

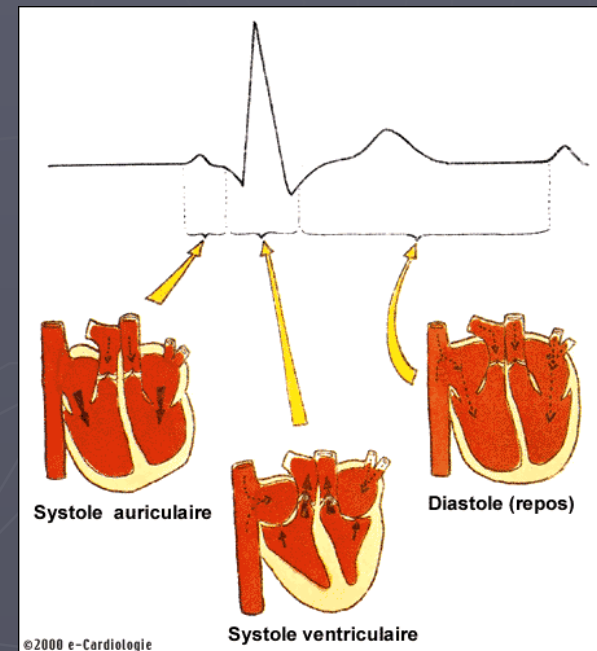
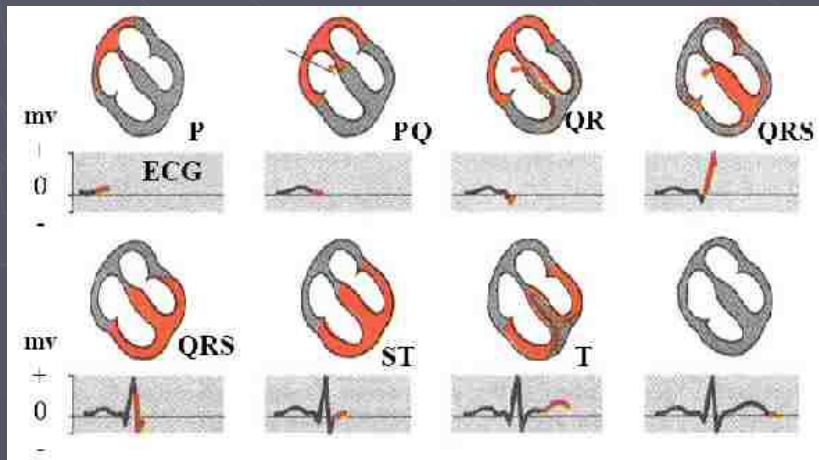
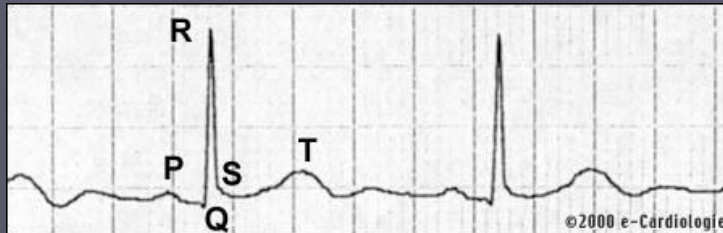
Onde QRS = **Dépolarisation des ventricules** (correspond à la dépolarisation ventriculaire qui va déclencher la systole ventriculaire)

Onde T = **Repolarisation des ventricules** est contemporaine de la contraction ventriculaire et marque électriquement le retour de la polarisation normale du muscle ventriculaire

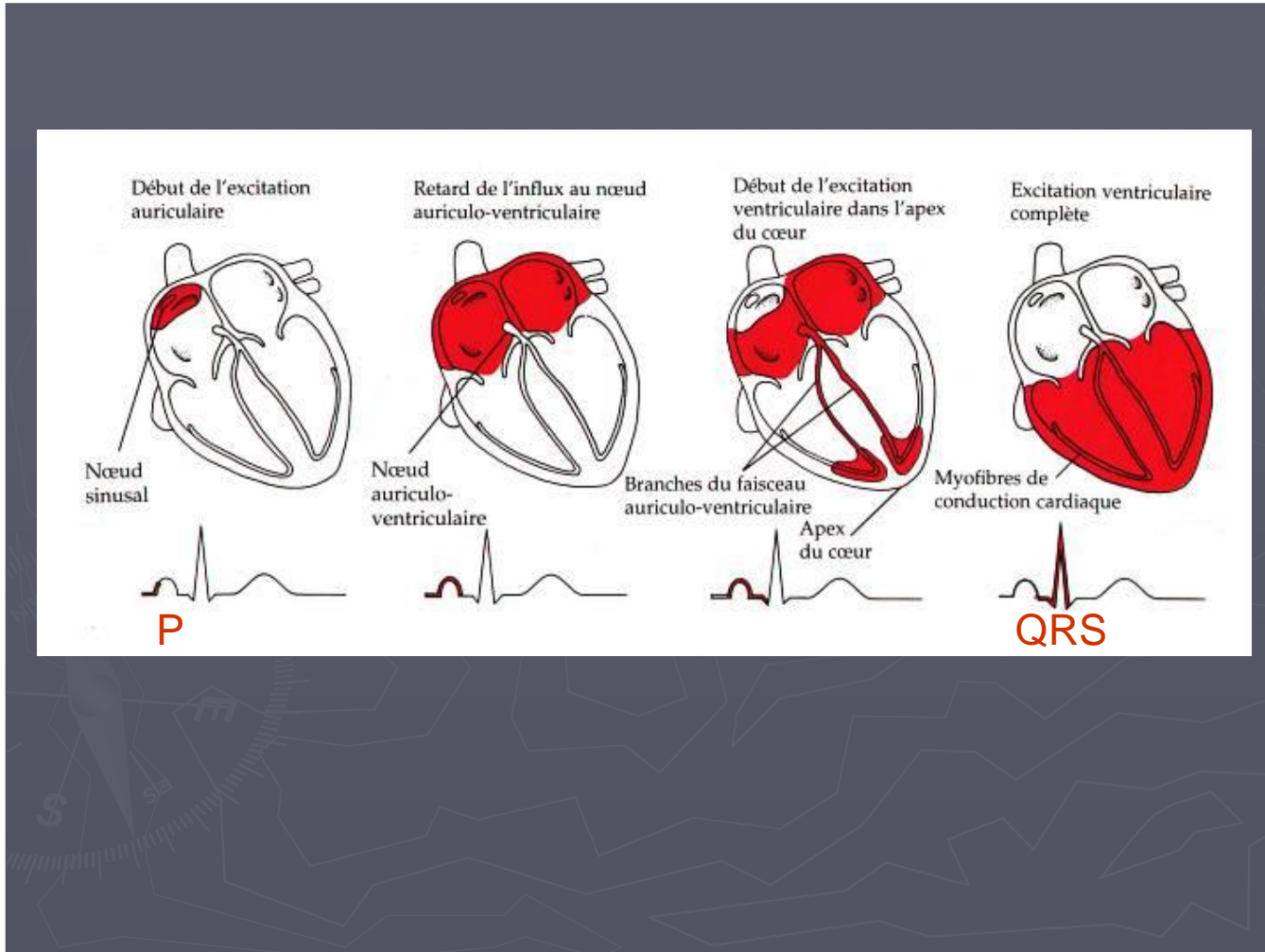
Le segment ST marque la repolarisation ventriculaire totale. Elle est contemporaine du début de la contraction ventriculaire

ECG

- ☀ L'activité électrique cardiaque peut être suivie à partir de la peau (Marey, Waller 1880)
- ☀ Chaque phase du battement possède une trace électrique particulière



ECG



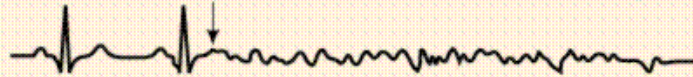
Troubles du rythme

Some abnormal EKGs

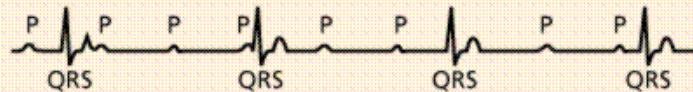
Tachycardia (heart rate of over 100 beats/min)



Ventricular fibrillation (uncoordinated contractions)



Heart block (failure of stimulation to ventricles following atrial contraction)



Dérivation I

Dérivation II

Dérivation III



Normal

Infarctus aigu de la paroi antérieure du myocarde

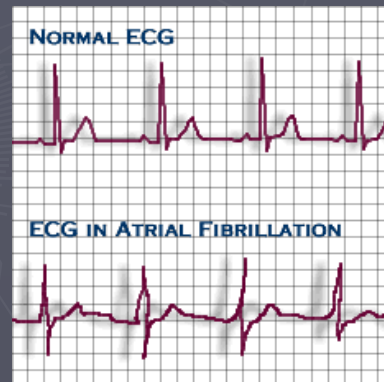
Infarctus apical aigu de la paroi postérieure du myocarde

Défibrillation

Fibrillation cardiaque = perte totale de la coordination des contractions



Défibrillation suite à une fibrillation ventriculaire



Fibrillation auriculaire

Appareil cardio-respiratoire

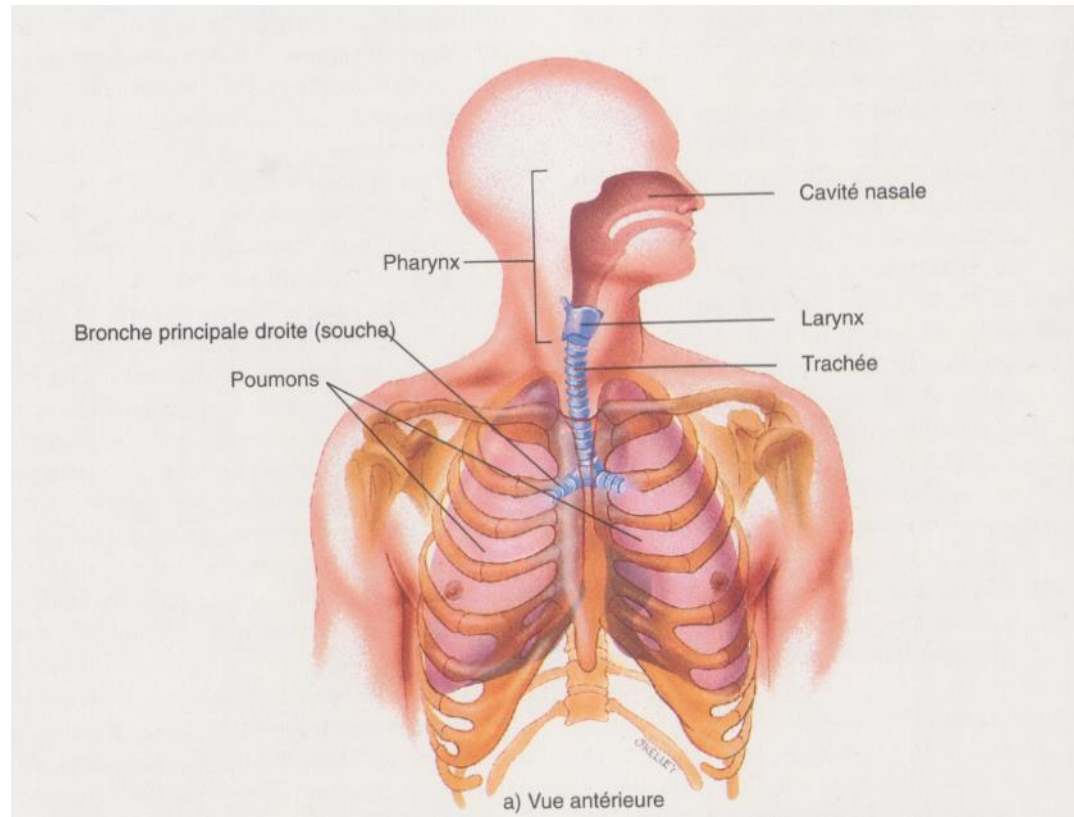
Introduction.

I- Présentation de l'appareil cardiovasculaire.

II- Présentation de l'appareil respiratoire.

III- Physiologie de l'appareil cardio vasculaire et respiratoire. Régulations physiologiques.

L'appareil respiratoire



Voies respiratoires supérieures: Nez, Pharynx et structures associées

Voies respiratoires inférieures: Larynx, trachée et poumons

Zone conductrice: Nez, Pharynx, larynx, trachée, bronches et bronchioles

Zone respiratoire: Bronchioles respiratoires, canaux alvéolaires et alvéoles

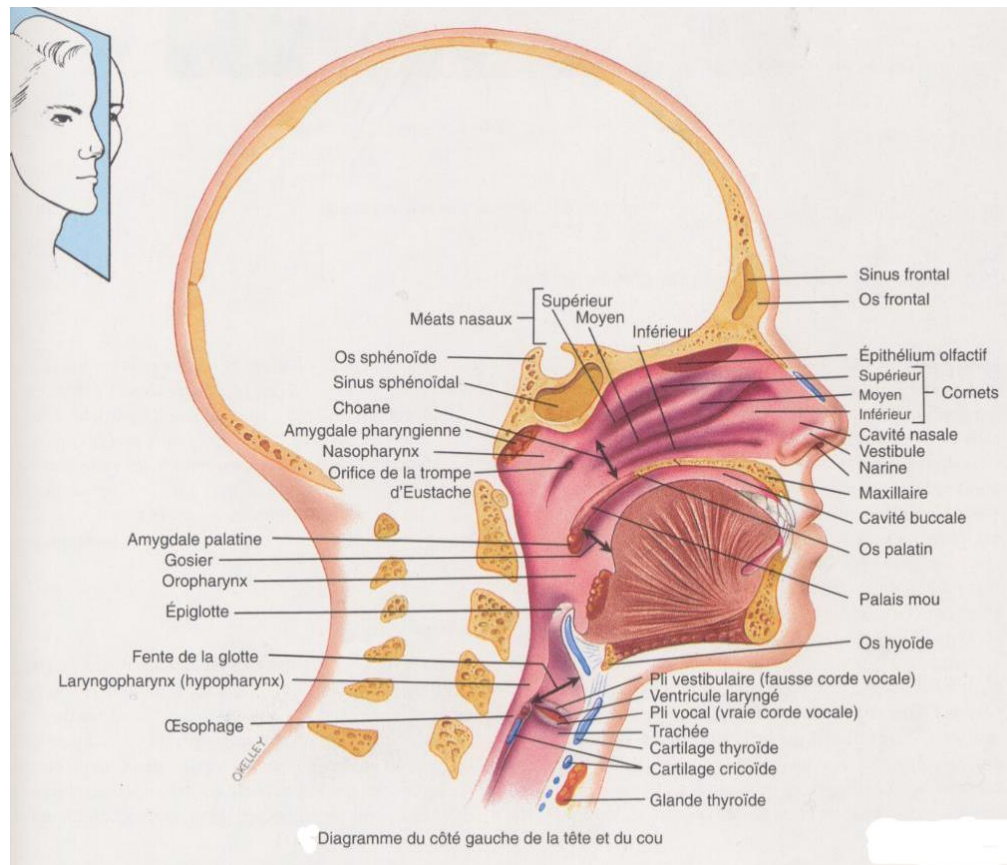
Le nez



1. **Racine.** Attache supérieure du nez sur le front entre les yeux.
2. **Apex.** Pointe du nez
3. **Dos du nez.** Bord antérieur arrondi reliant la racine et l'apex; de profil, peut être droit, convexe, concave ou ondulé.
4. **Narine externe.** Ouverture externe du nez.
5. **Arête.** Partie supérieure du dos du nez recouvrant les os du nez.

a) Vue antérieure

Rôles: Passage respiration, humidifie et réchauffe l'air, filtration, olfaction et caisse de résonance.



Structures externes du nez:

- Charpente osseuse: os nasal de la racine du nez;
- Cartilages hyalins recouverts de peau et de muscle (forme du nez);
- Tapissé d'une muqueuse;
- Intérieur narines: vestibule;
- Cloison nasale: cartilage hyalin à l'avant et lame perpendiculaire de l'ethmoïde à l'arrière.

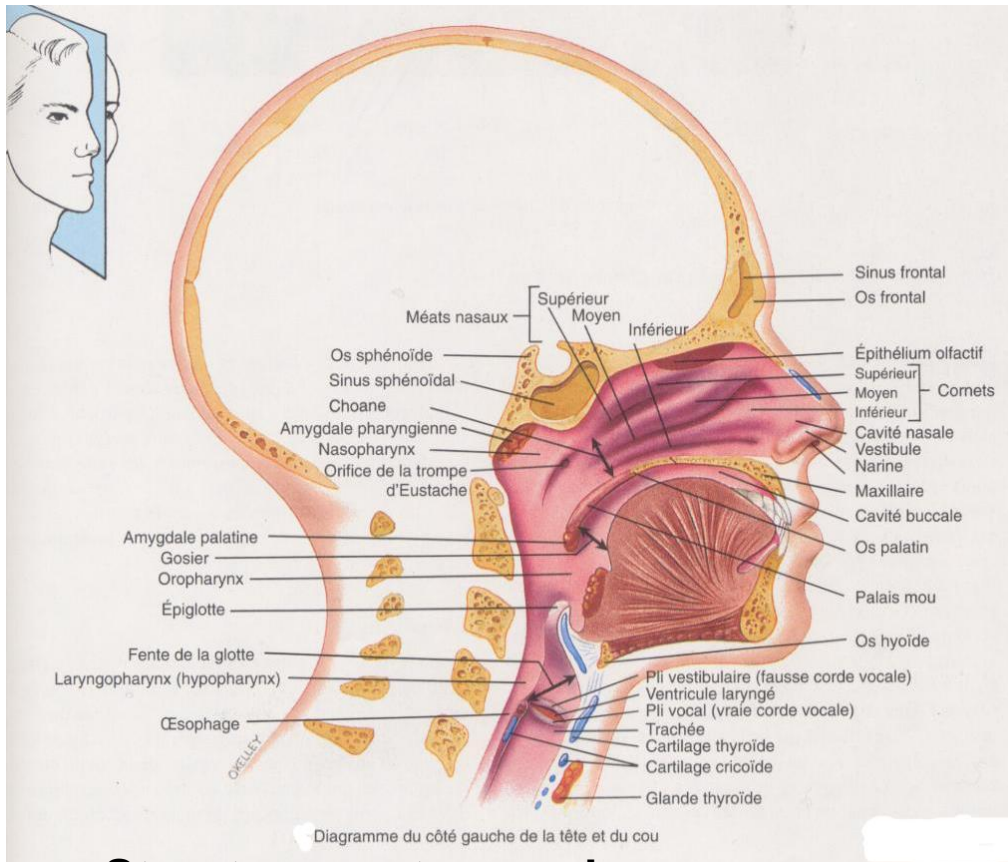
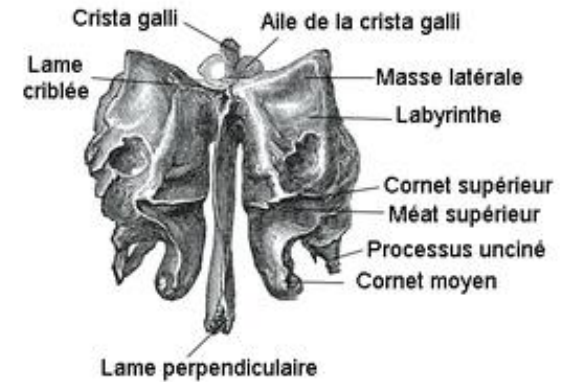
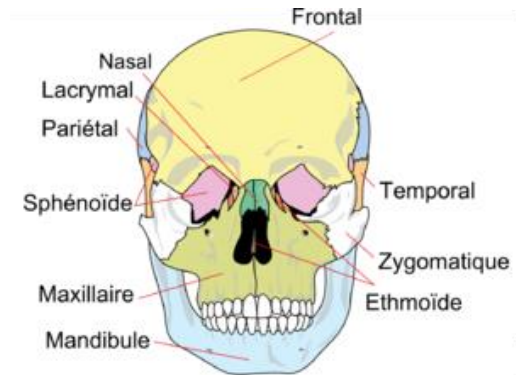


Diagramme du côté gauche de la tête et du cou

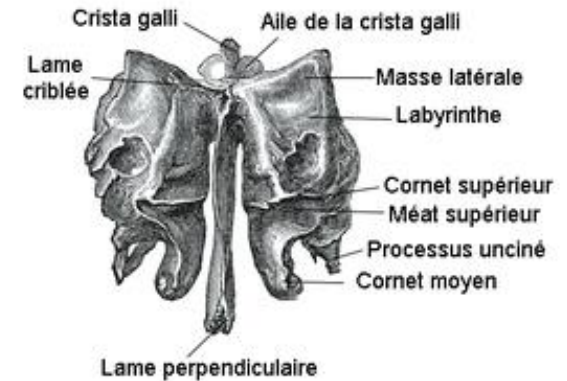
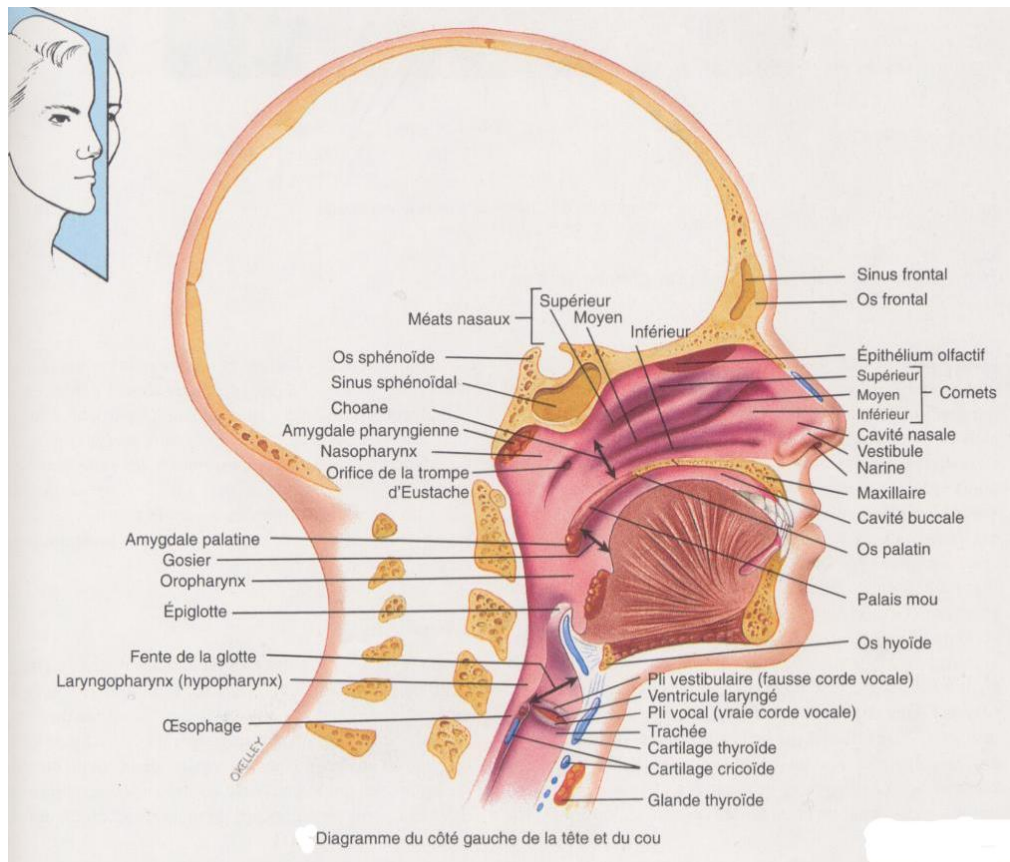


Ethmoïde (vue postérieure)



Structures externes du nez:

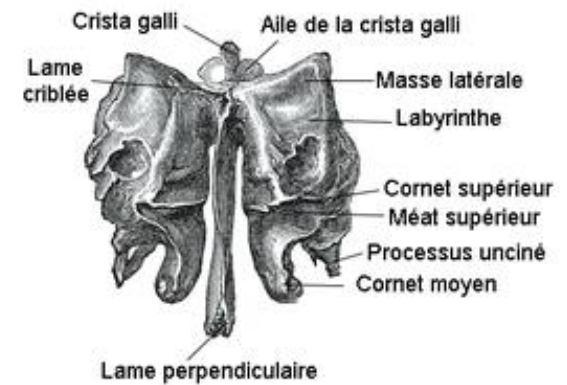
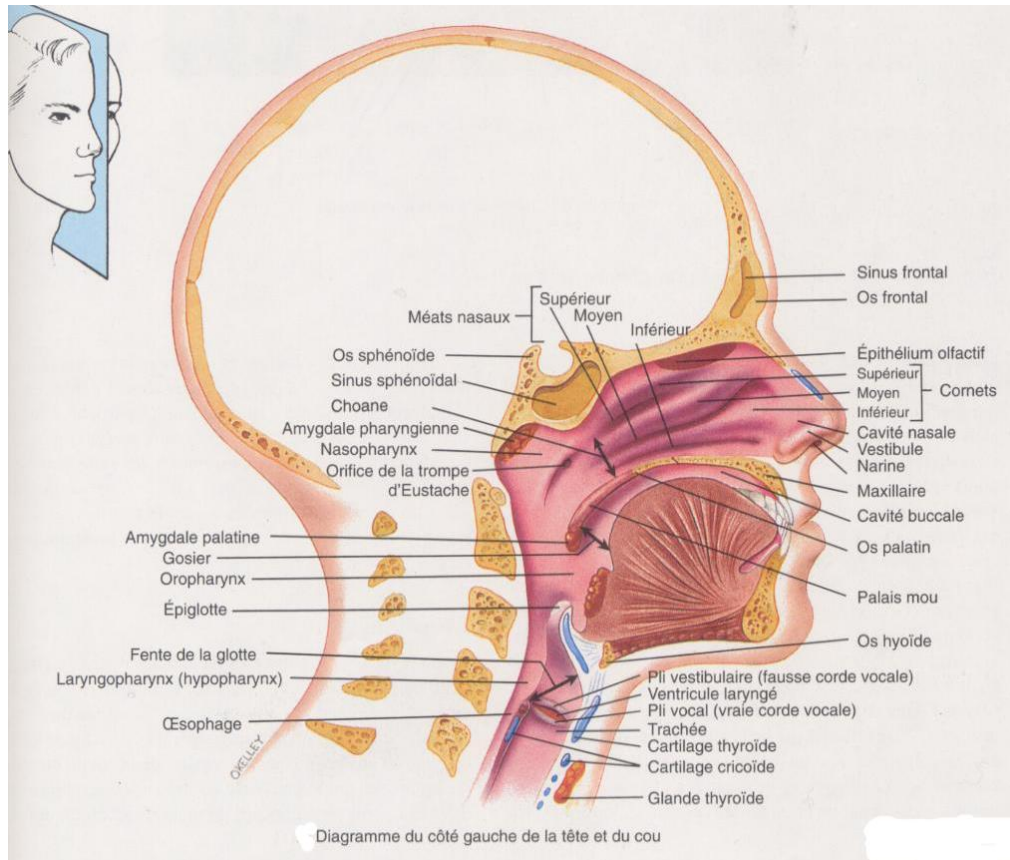
- Charpente osseuse: os nasal de la racine du nez;
- Cartilages hyalins recouverts de peau et de muscle (forme du nez);
- Tapissé d'une muqueuse;
- Intérieur narines: vestibule;
- Cloison nasale: cartilage hyalin à l'avant et lame perpendiculaire de l'ethmoïde à l'arrière.



Ethmoïde
(vue postérieure)

Structures internes du nez:

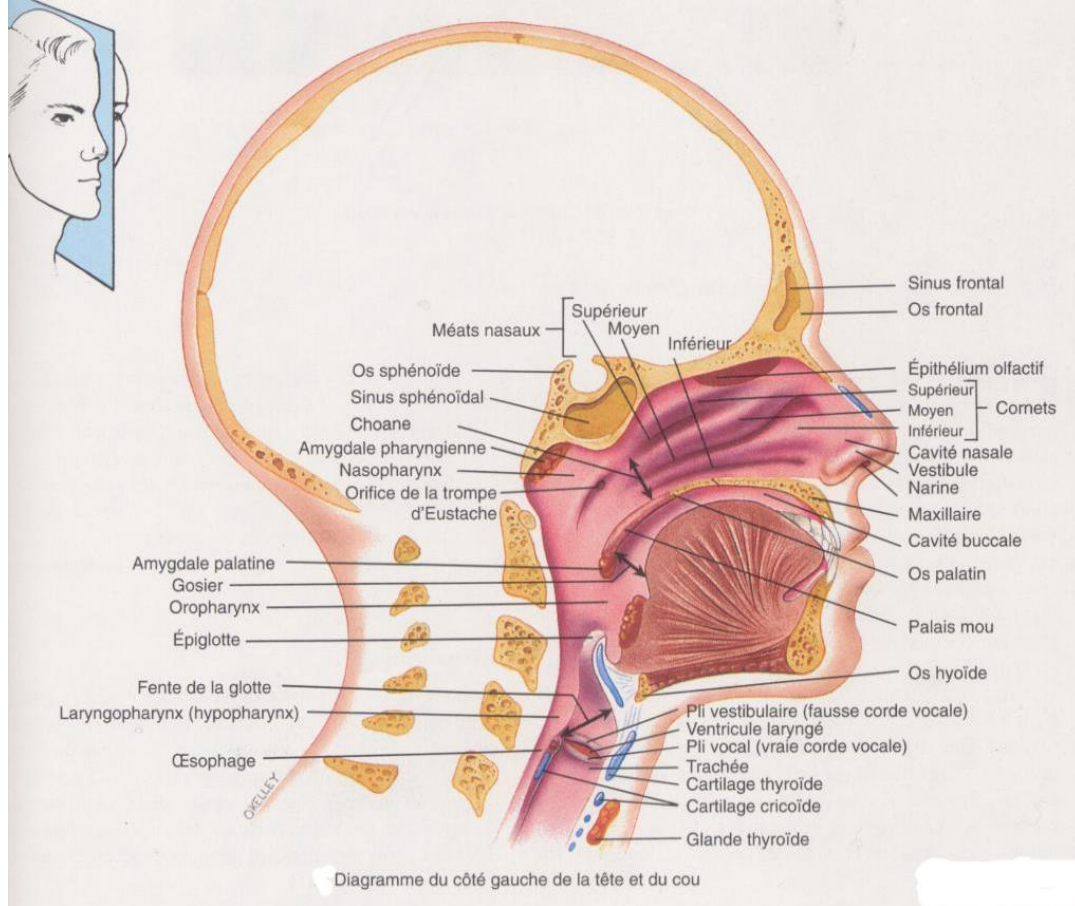
- Sous la boîte crânienne, au dessus de la bouche;
- Communication à l'arrière avec le pharynx: 2 CHOANES;
- Parois latérales: os ETHMOÏDE (toit) forme les cornets nasaux supérieur, moyen et inférieur;
- Plancher: Palais dur = apophyse palatine du maxillaire et os palatin;
- Arrière: Palais mou = composition musculaire;
- Arrière : os SPHENOÏDAL.



Ethmoïde
(vue postérieure)

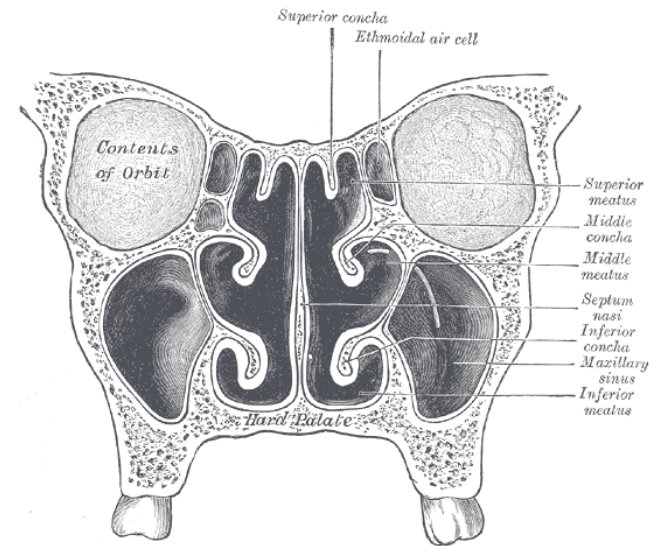
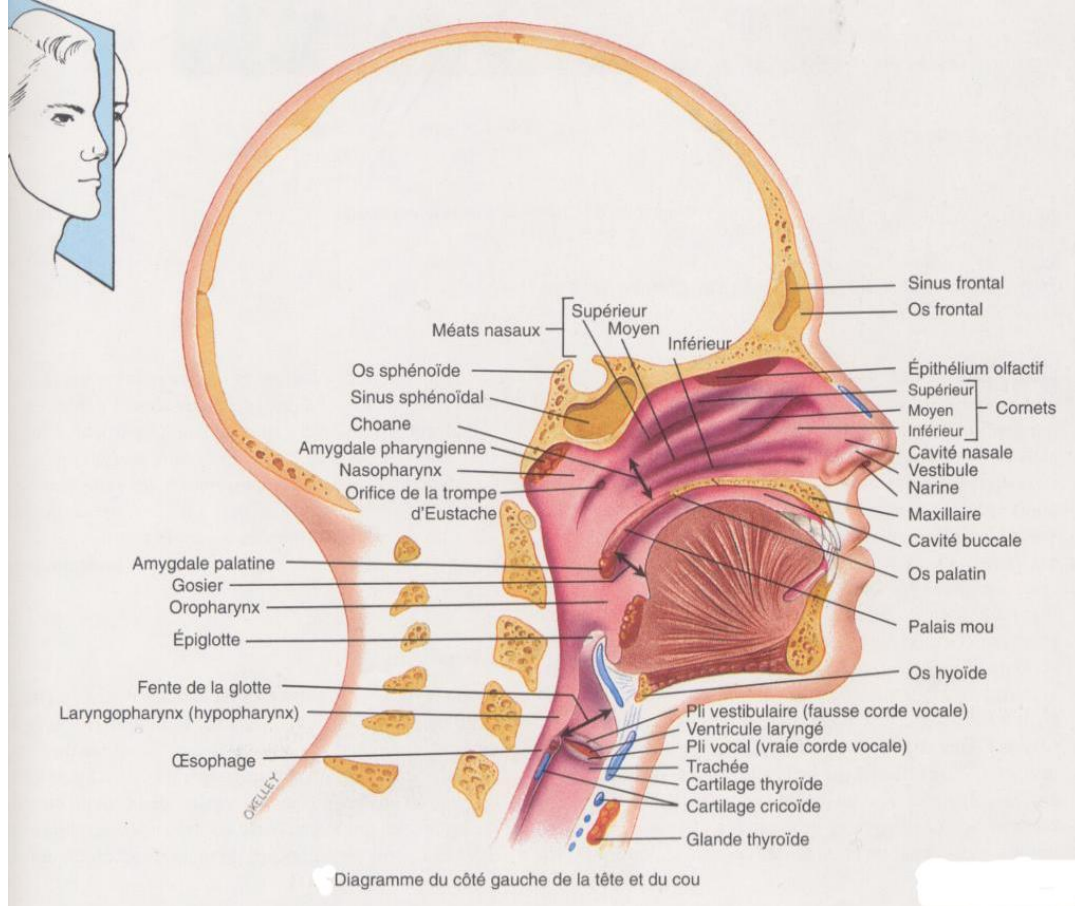
Trajet de l'air inspiré:

- Narines et vestibule: Filtre (poils);
- Cornets ethmoïde: sillons (méats supérieur, moyen et inférieur) = augmentation surface
- Réchauffement air: vascularisation par veines à parois fines;
- Muqueuse olfactive: cornet supérieur et cloison adjacente;
- Région inférieure = région respiratoire (épith. pseudostratifié, cellules caliciformes, glandes muqueuses (mucus) et séreuses (liquide aqueux avec enzymes));
- Mouvement de cils = vers le pharynx (déglutition ou expectoration).



Les Sinus:

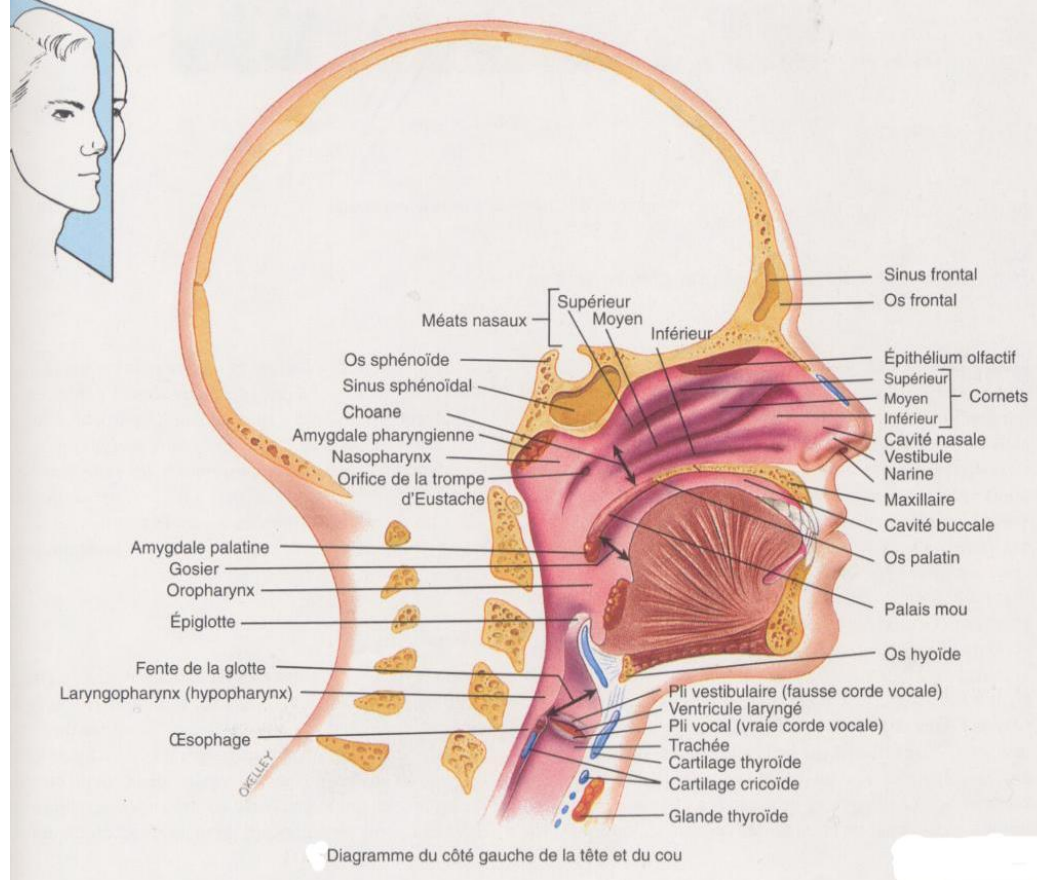
- Creusés dans les os: **frontal, sphénoïde, ethmoïde et maxillaire;**
- Rôles: réchauffement et humidification de l'air;
Production de mucus;
Caisse de résonance pour la voix.
- Virus rhume et streptocoques: rhinite, inflammation muqueuses, production excessive de mucus et congestion nasale;
- Sinusite: inflammation des sinus, modification de la tonalité de la voix.



Henry Gray's Anatomy of Human Body. 1858.

Les Sinus:

- Creusés dans les os: **frontal, sphénoïde, ethmoïde et maxillaire;**
- Rôles: réchauffement et humidification de l'air;
Production de mucus;
Caisse de résonance pour la voix.
- Virus rhume et streptocoques: rhinite, inflammation muqueuses, production excessive de mucus et congestion nasale;
- Sinusite: inflammation des sinus, modification de la tonalité de la voix.



Le Pharynx

* Forme d'entonnoir de 13 cm de long environ = la "gorge";

* Liaison Nez - Bouche avec Larynx - Oesophage;

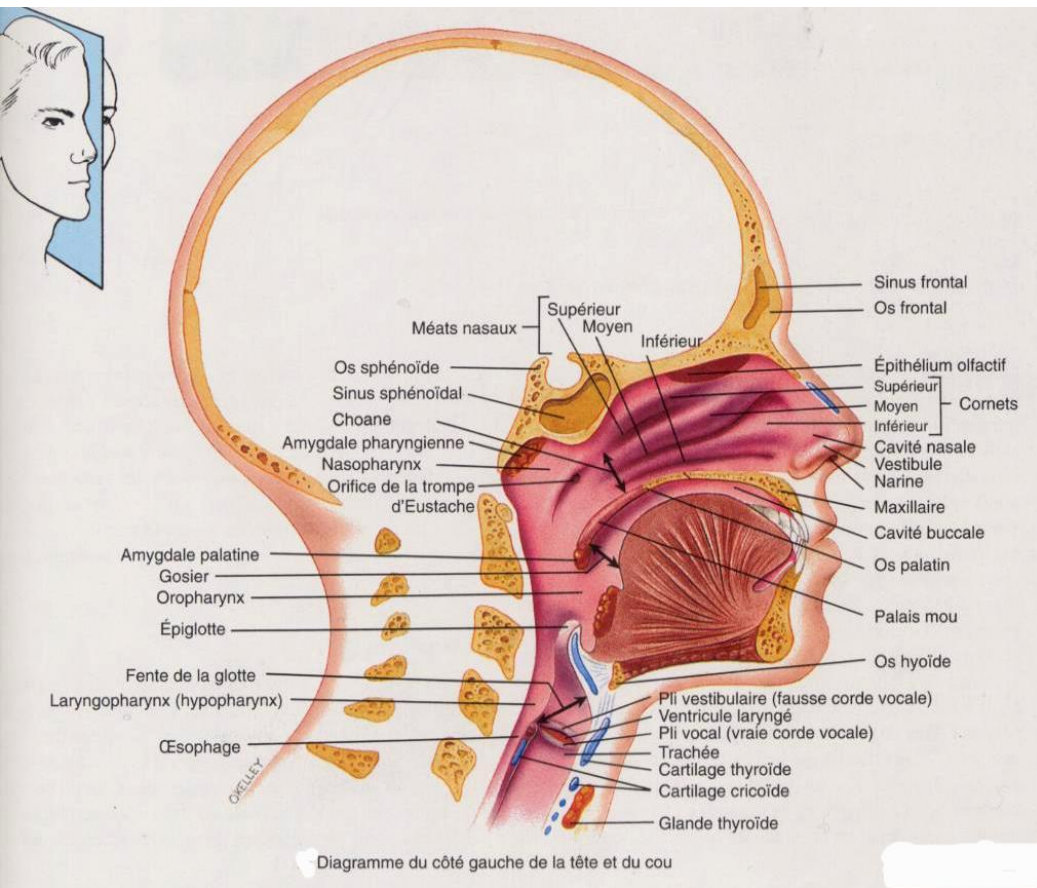
* Paroi musculaire;

***3 sections:**

Nasopharynx;

Oropharynx;

Laryngopharynx.



Le Pharynx

Le Nasopharynx (air):

- épith. pseudostratifié cilié;
- jusqu'au voile du palais mou;
- 4 ouvertures (2 choanes et 2 trompes d'Eustache);
- Amygdales pharyngienne ou "Adénoïde".

L'Oropharynx (aliments + air):

- épith. pavimenteux stratifié;
- Palais mou jusqu'à os hyoïde;
- 1 ouverture: le "Gosier";
- 2 paires d'Amygdales palatines et linguales.

Le Laryngopharynx (aliments + air):

- épith. pavimenteux stratifié;
- vers le bas à partir de l'os hyoïde;
- Œsophage à l'arrière et larynx à l'avant.

Le Pharynx

Le Nasopharynx (air):

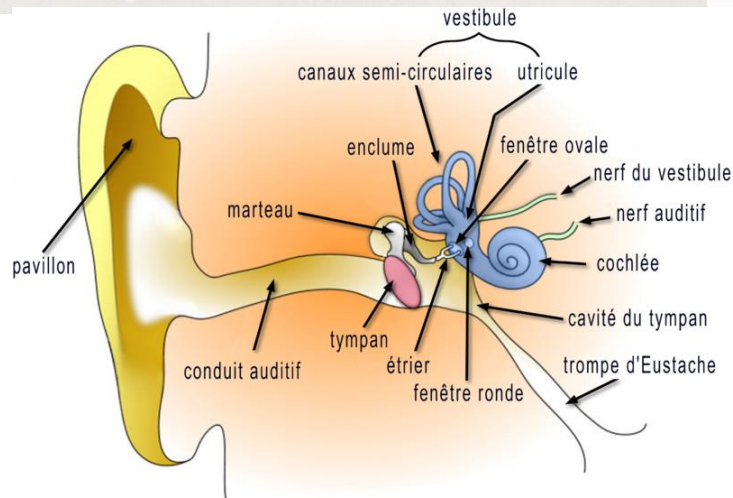
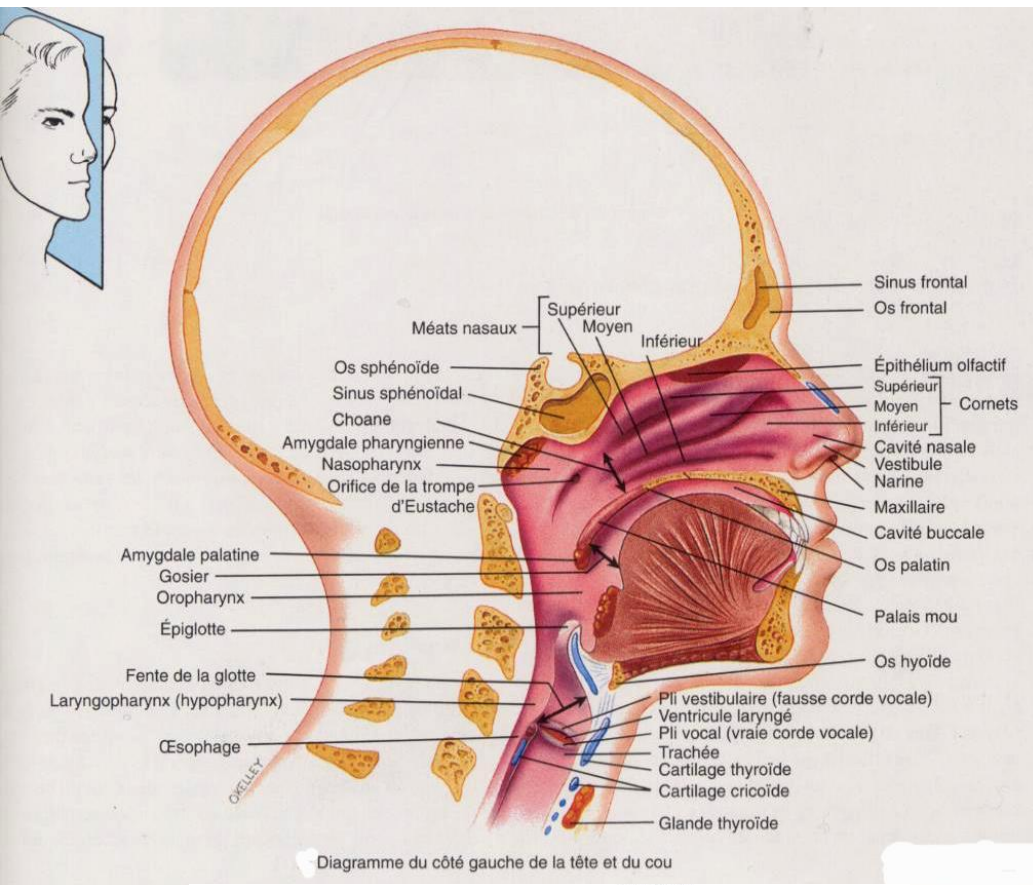
- épith. pseudostratifié cilié;
- jusqu'au voile du palais mou;
- 4 ouvertures (2 choanes et 2 trompes d'Eustache);
- Amygdales pharyngienne ou "Adénoïde".

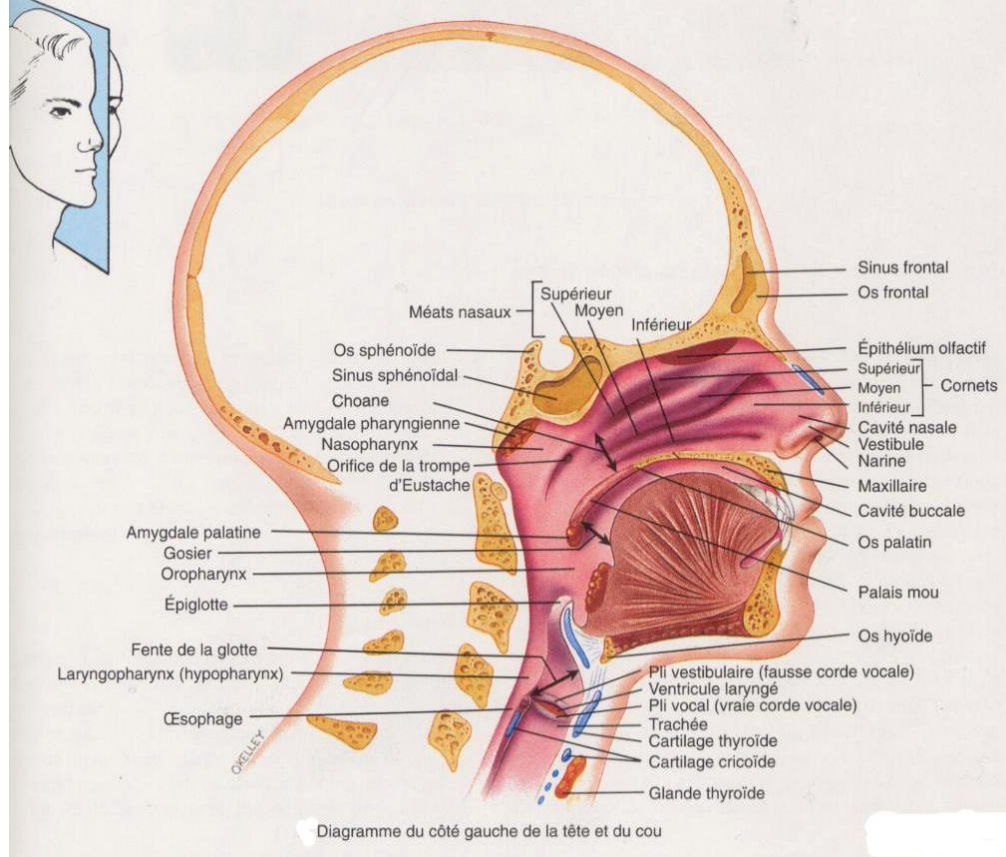
L'Oropharynx (aliments + air):

- épith. pavimenteux stratifié;
- Palais mou jusqu'à os hyoïde;
- 1 ouverture: le "Gosier";
- 2 paires d'Amygdales palatines et linguales.

Le Laryngopharynx (aliments + air):

- épith. pavimenteux stratifié;
- vers le bas à partir de l'os hyoïde;
- Oesophage à l'arrière et larynx à l'avant.

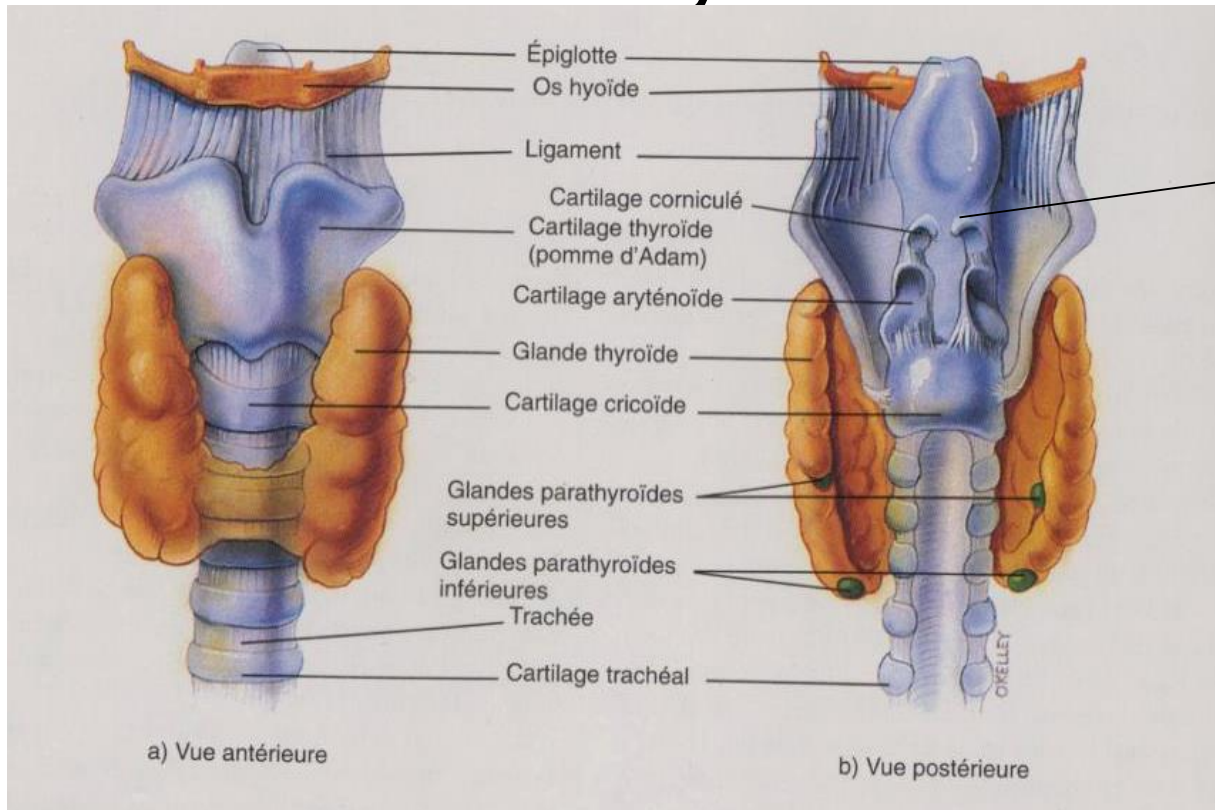




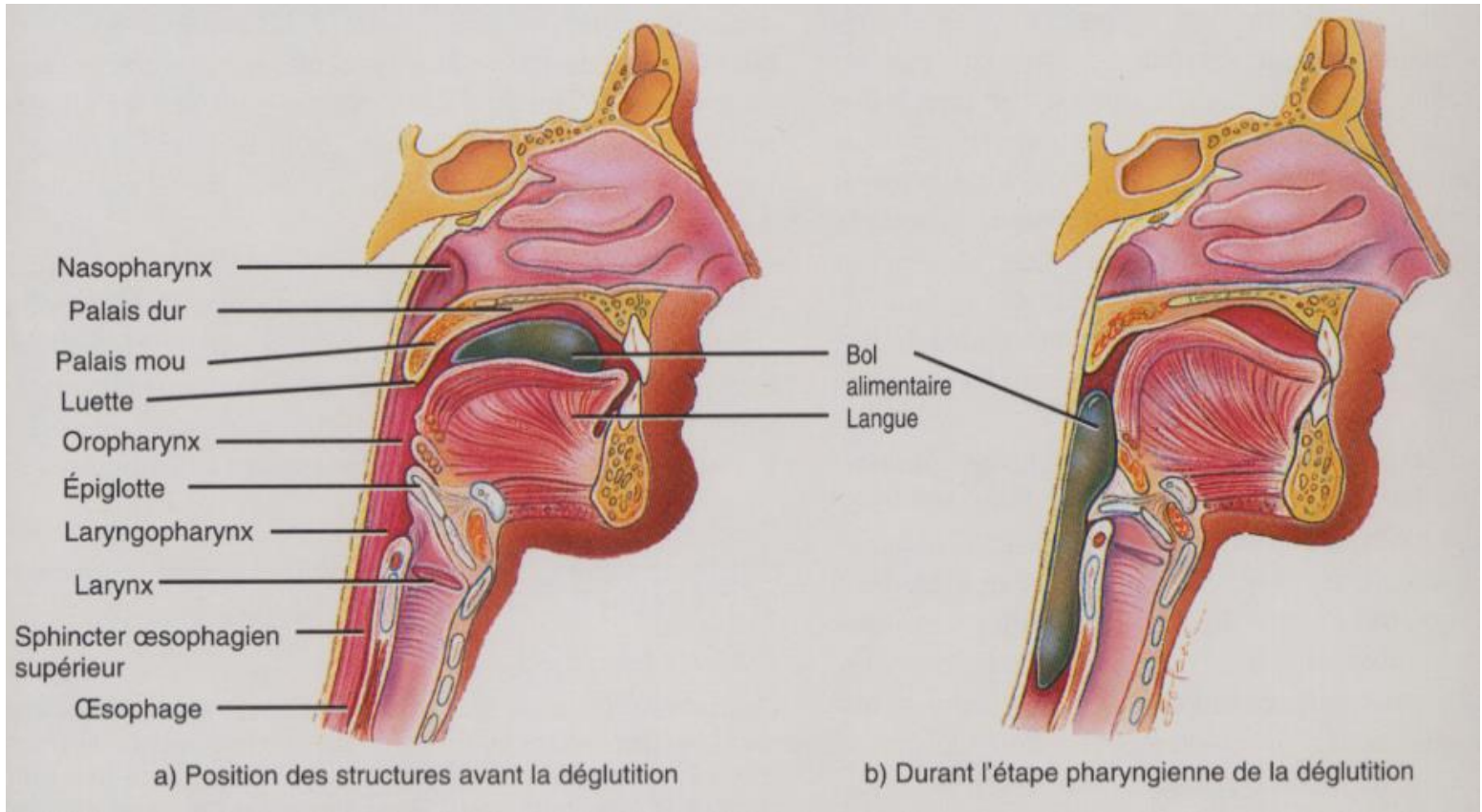
Le Larynx

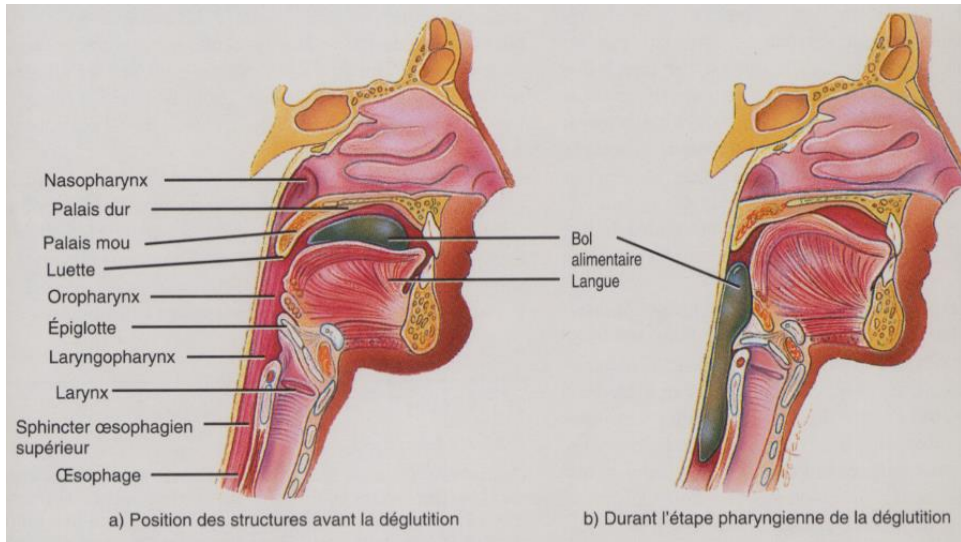
- * Structure hautement spécialisée de 5 cm de long environ;
 - * Partie supérieure reliée à l'os hyoïde et s'ouvre sur le laryngopharynx;
 - * Partie inférieure communique avec la trachée;
 - * Epith. pseudostratifié cilié sous les cordes vocales (cellules cylindriques ciliées, caliciformes);
 - * mucus retient et élimine les poussières;
 - * sous le pharynx: cils renvoyant mucus et poussières vers le haut;
 - * 3 fonctions:
- Passage air;
- aiguille les aliments vers l'oesophage;
- Phonation : cordes vocales.

Le Larynx

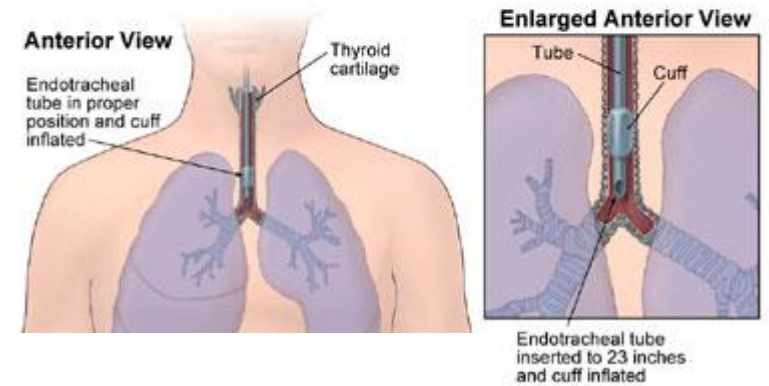
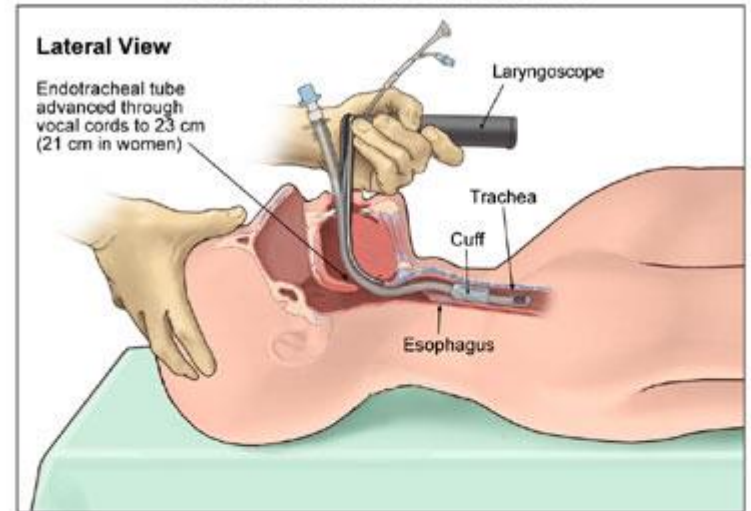


- Charpente larynx = 9 pièces de cartilage reliées par des membranes et des filaments:
- 3 paires: cart. cunéiformes, corniculés et aryténoïdes;
- 3 impaires: cart. thyroïde, cricoïde et épiglote.
- Tous les cartilages sont hyalins sauf l'épiglotte et les cartilages cunéiformes (élastiques).

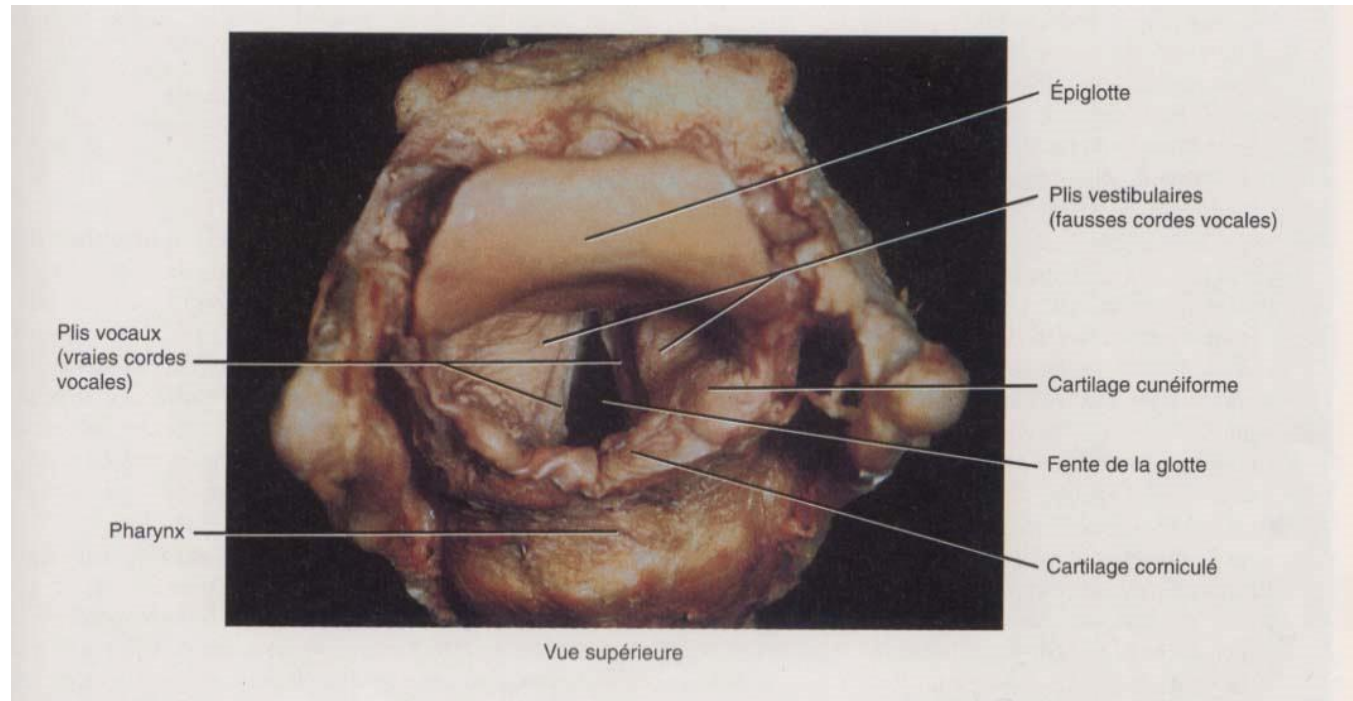




Endotracheal Intubation

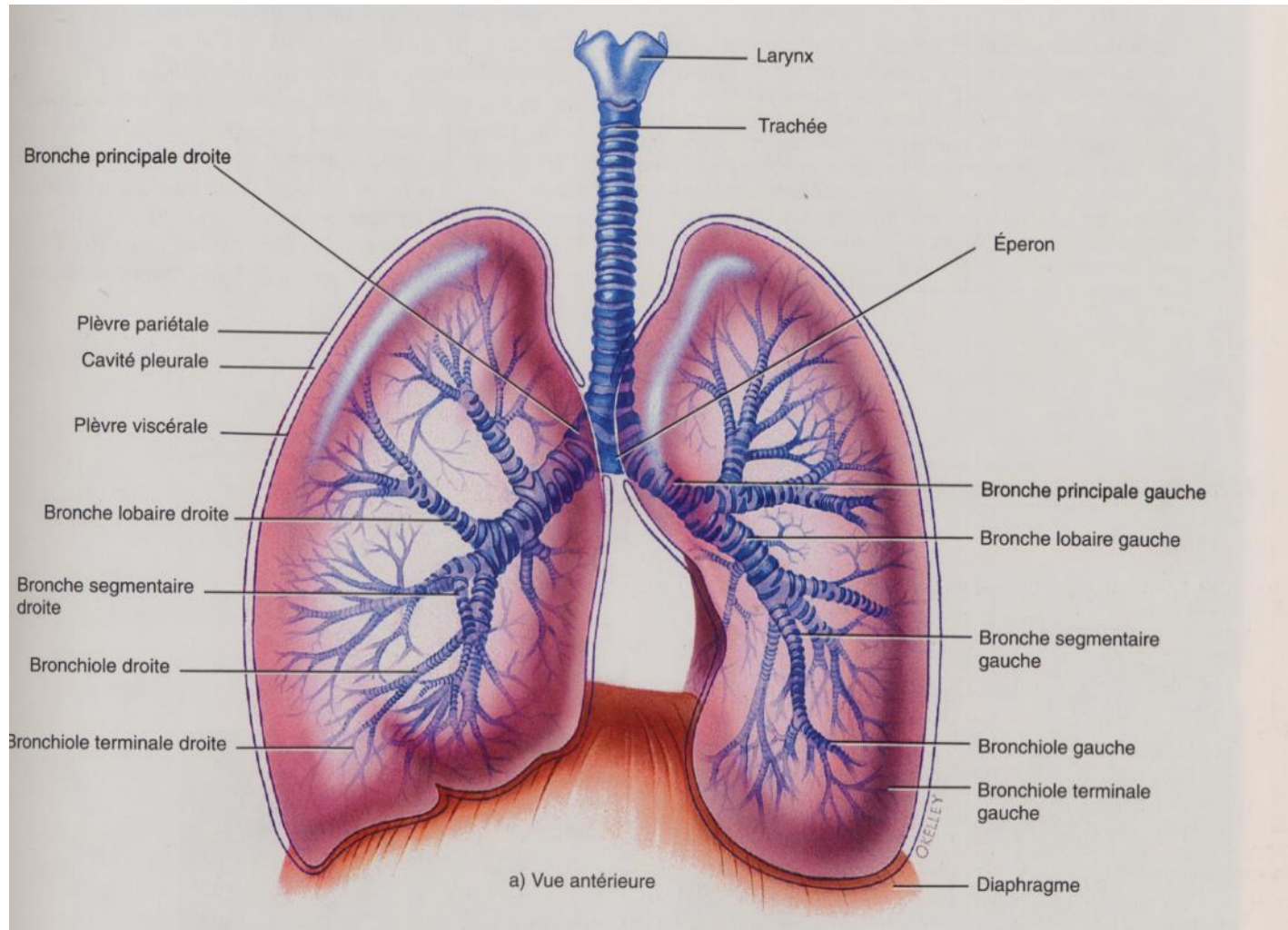


La Glotte

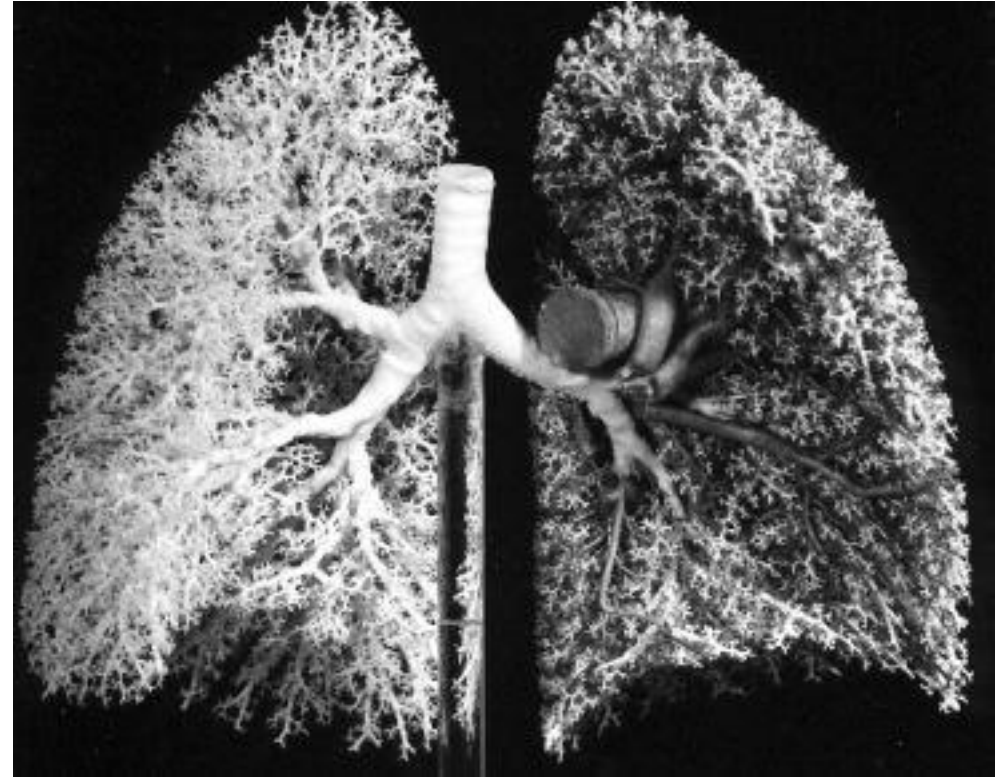
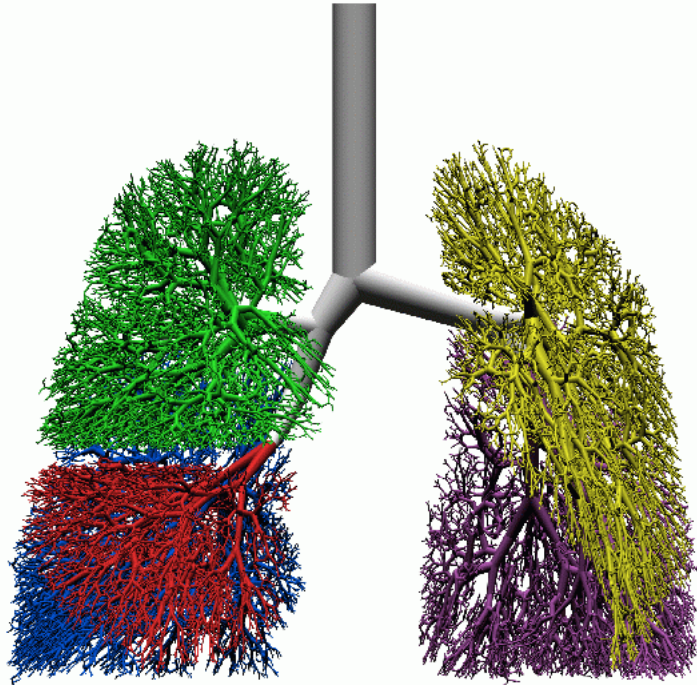


- Plis vestibulaires (fausses cordes vocales) et plis vocaux
- Espace: fente de la glotte
- Ligaments vocaux qui soutiennent les cordes vocales
- Muscles du larynx tirent sur les ligaments et les cordes vocales
- Colonne d'air vers le pharynx, le nez et la bouche
- Voix:
 - * Pharynx, bouche, nez et sinus: caisses de résonance
 - * Larynx = voyelles
 - * Langue, muscles face et lèvres = consommés et articulation des mots.

Trachée et arbre bronchique



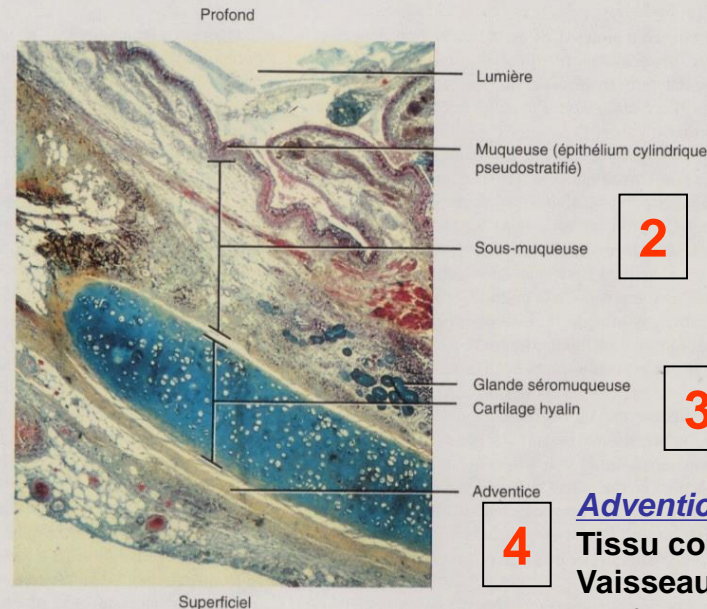
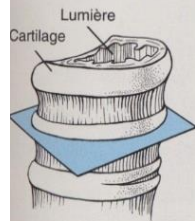
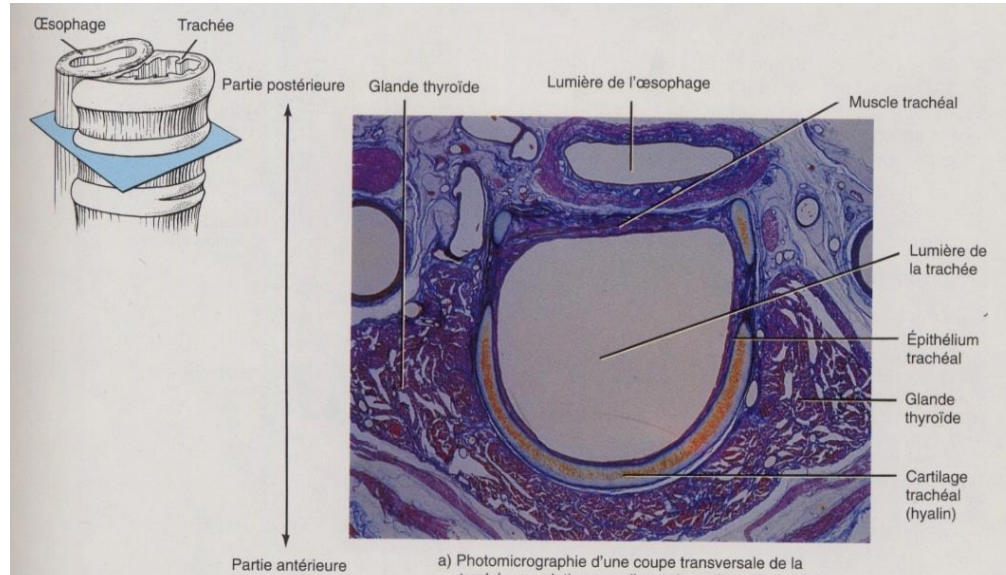
Trachée → 2 bronches → bronchioles



↑
Poumon droit :
3 lobes

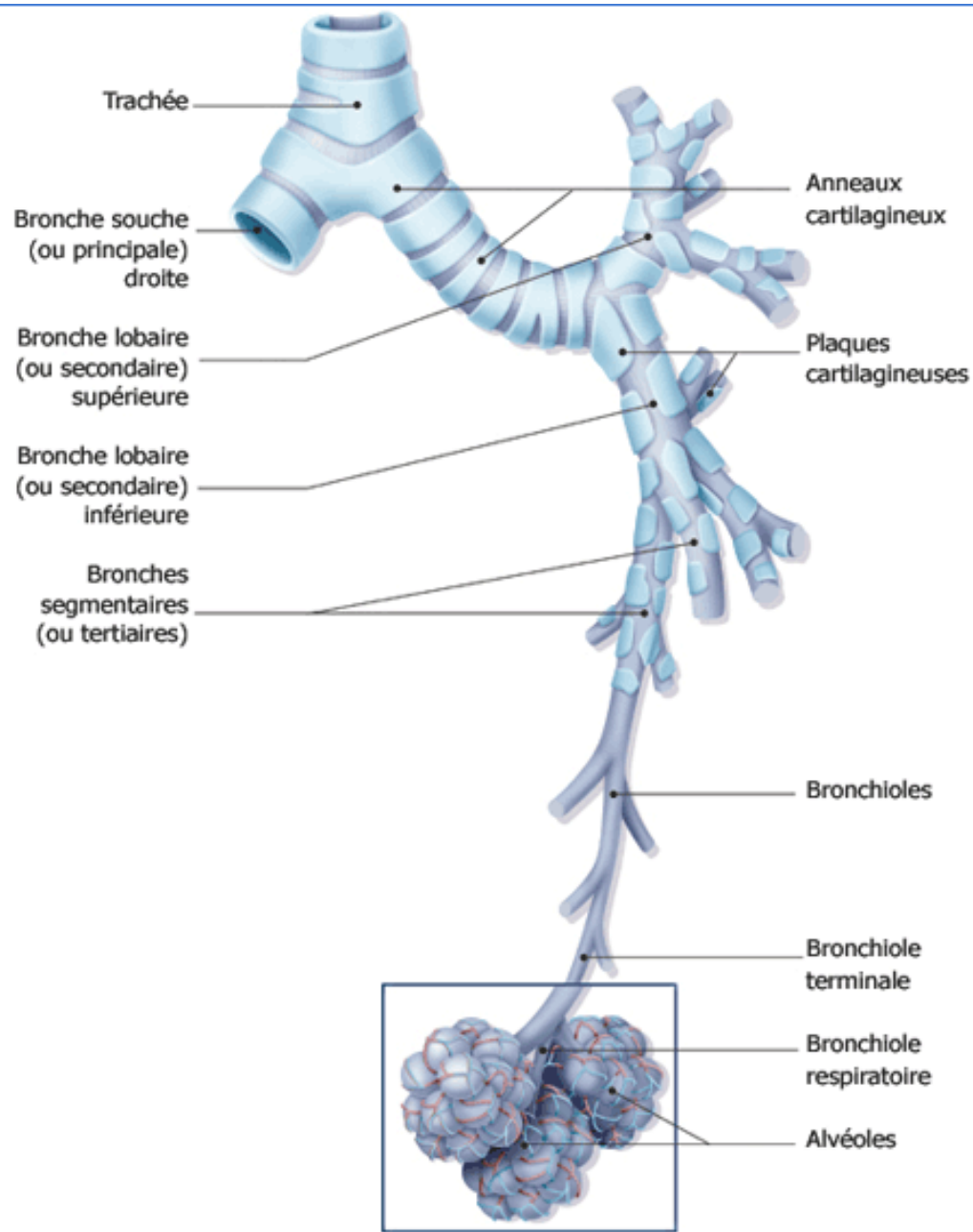
↑
Poumon gauche :
2 lobes

La trachée



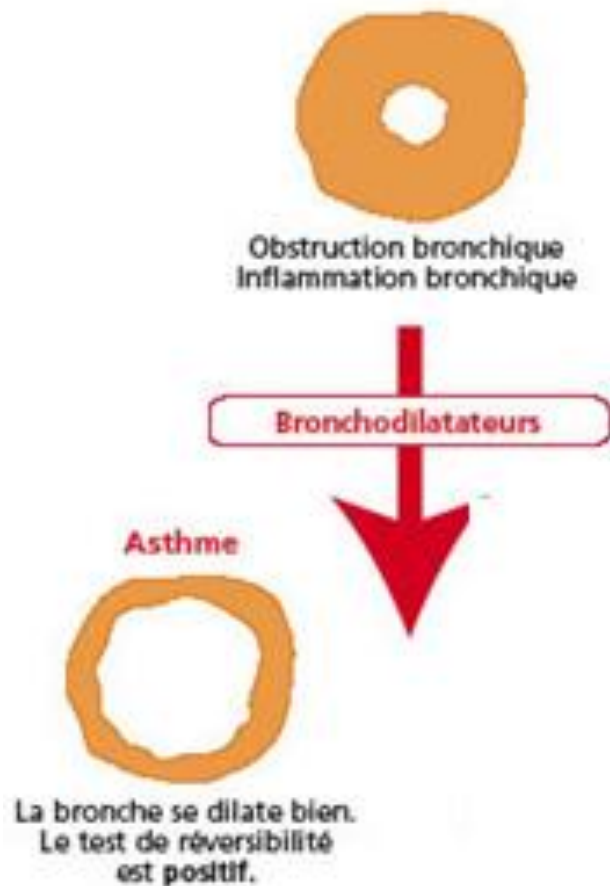
- 1** Muqueuse
- 2** Sous-muqueuse:
Tissu conjonctif
Glandes séromuqueuses
- 3** Tunique Moyenne:
16 à 20 anneaux de
cartilage hyalin
- 4** Adventice:
Tissu conjonctif
Vaisseaux sanguins
Nerfs

b) Photomicrographie d'une partie de la paroi de la trachée (grossie 80 fois)



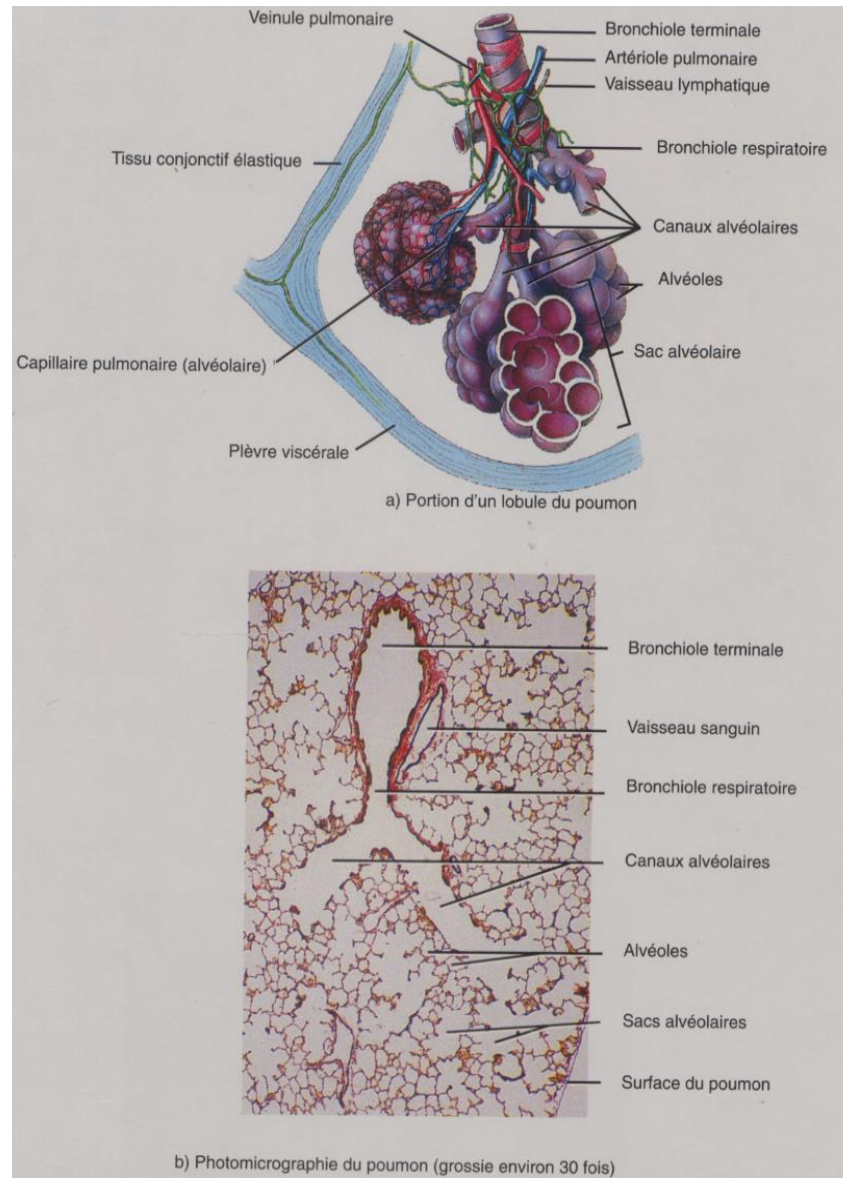
Arbre bronchique gauche

le muscle lisse
rôles: muscle et bronchioles



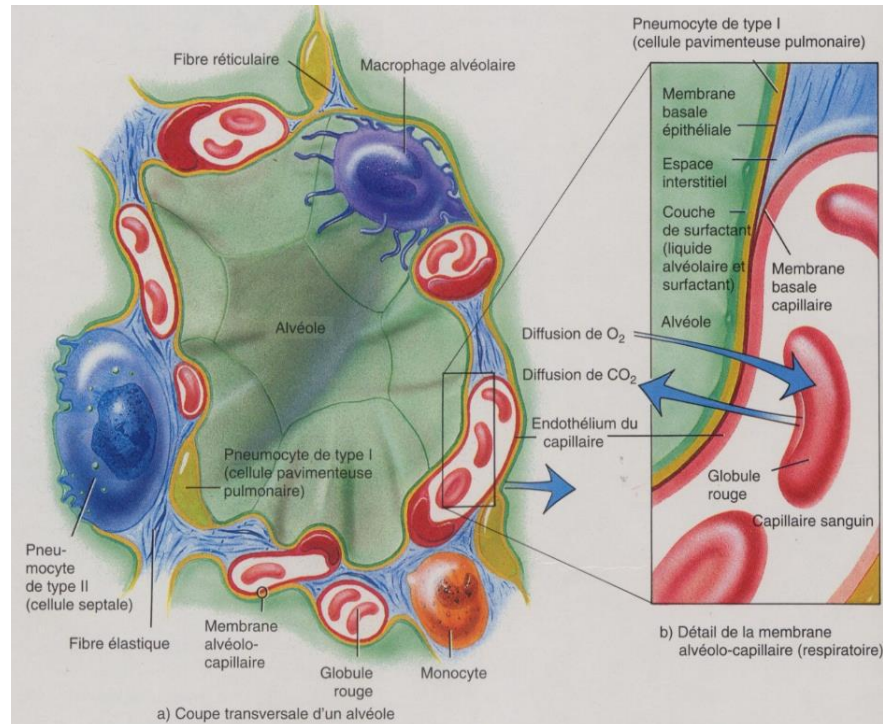
La ventoline®, sympathomimétique, mime l'action de la NA

Bronchioles et alvéoles pulmonaires



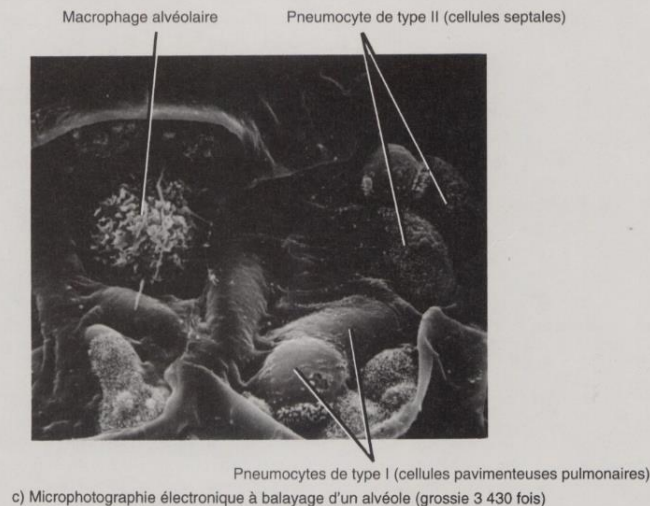
Alvéoles pulmonaires

Pneumocyte de type II:
Sécrétion surfactant



Pneumocyte de type I:
Cellule épithéliale pavimenteuse

Membrane alvéolo-capillaire:
0.5 µm épaisseur

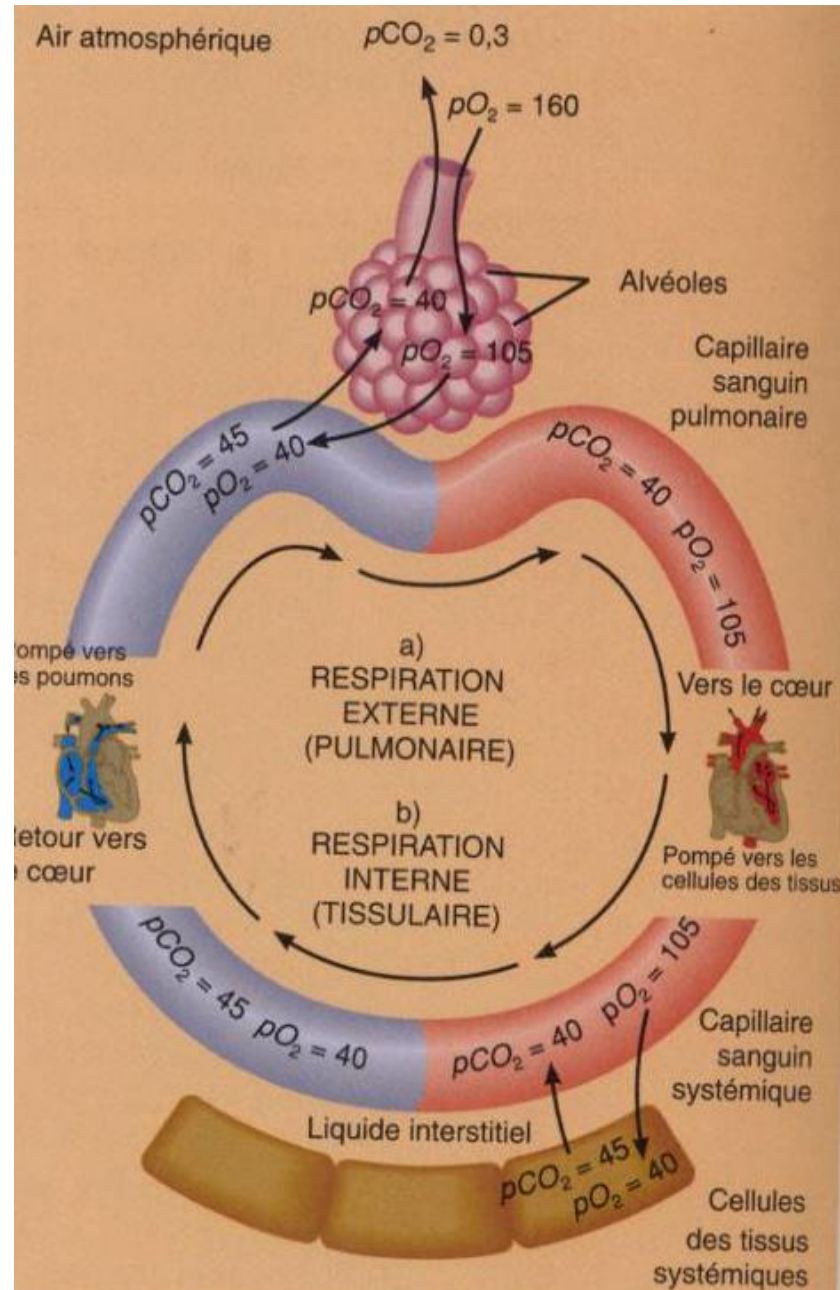


300 Millions d'alvéoles:
70 m² surface

Loi de Dalton

- Chaque gaz dans un mélange, exerce sa propre pression, indépendamment des autres gaz: elle correspond à p.
- Pression atmosphérique (760 mmHg)=
 $p_{O_2} + p_{CO_2} + p_{N_2} + p_{H_2O}$
- p_{O_2} atmosphérique :
= 21% X 760 mmHg
= 159,6; soit 160 mmHg
- p_{CO_2} atmosphérique :
= 0,04% X 760 mmHg
= 0,3 mmHg

Echanges gazeux



Composition du sang

- **Phase liquide = plasma**

- Transporte des ions (sodium, etc.), des protéines, des lipides et des gaz dissouts (O₂, CO₂, N₂)

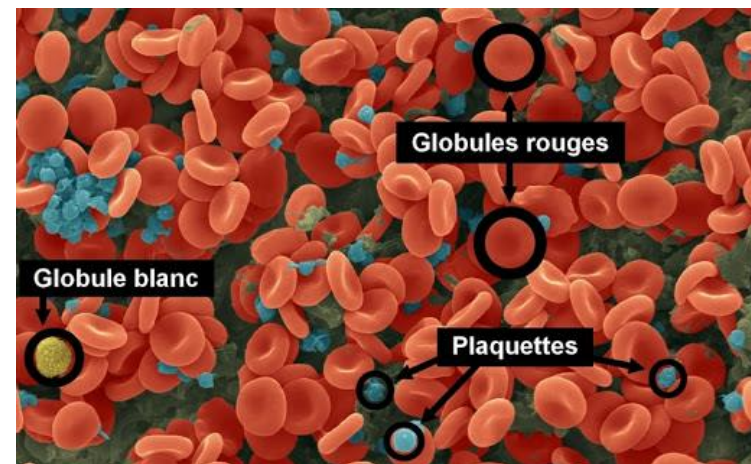
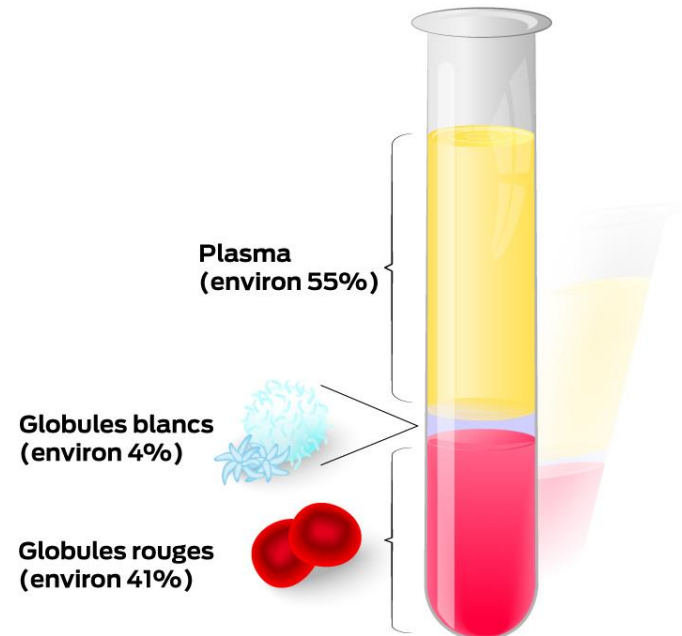
- **Cellules :**

- **Globules rouges** = hématies
Contiennent l'hémoglobine qui transporte l'O₂

- **Globules blancs** = leucocytes
Impliqués dans la défense contre les infections

- **Plaquettes**
Impliquées dans la coagulation

Composition du sang



Hémoglobine:

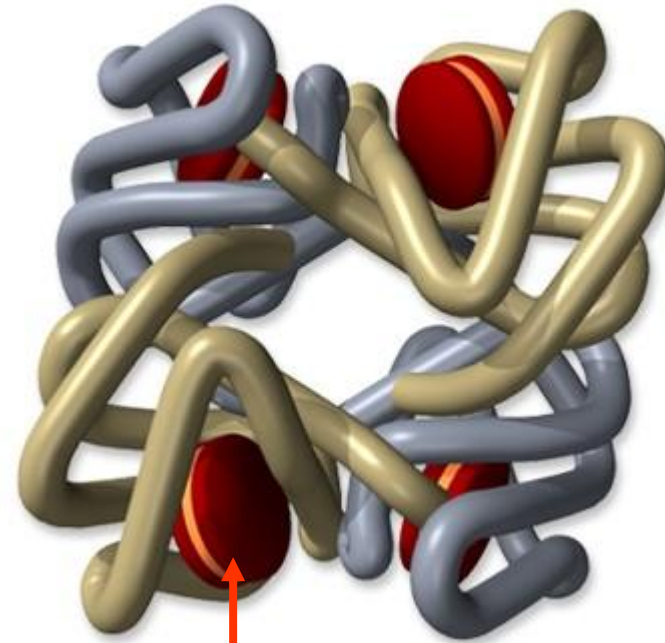
2 chaînes α et 2 chaînes β

4 hèmes

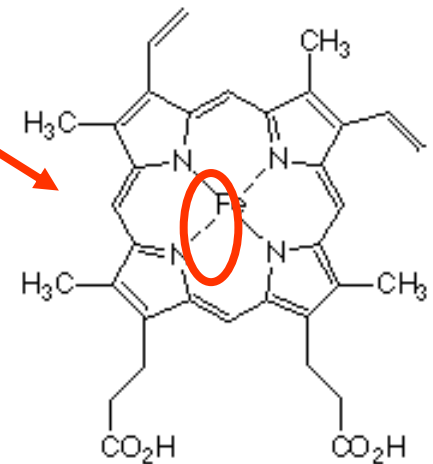
Chaque hème contient un atome de Fe pouvant fixer un O_2

Donc, chaque Hb peut fixer 4 O_2

Dans les muscles, O_2 transporté par une protéine semblable : myoglobine



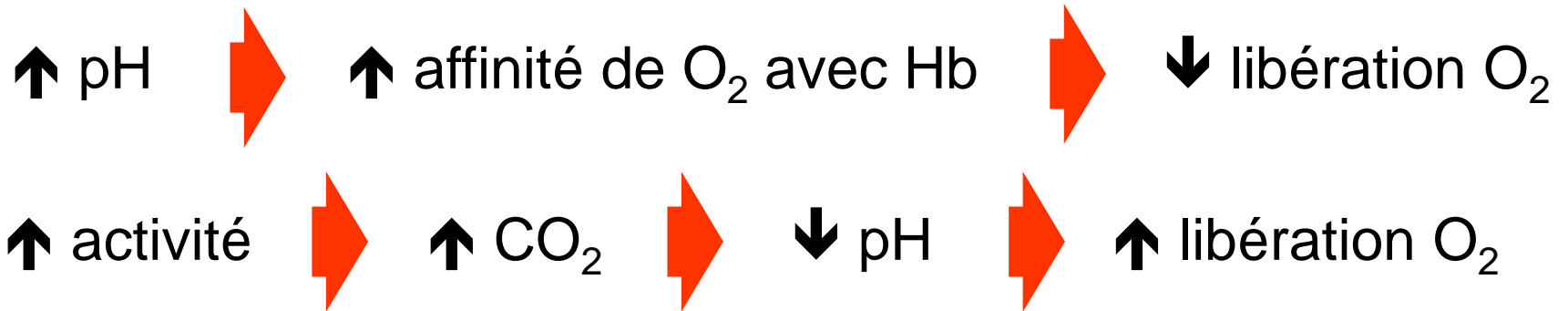
Hème



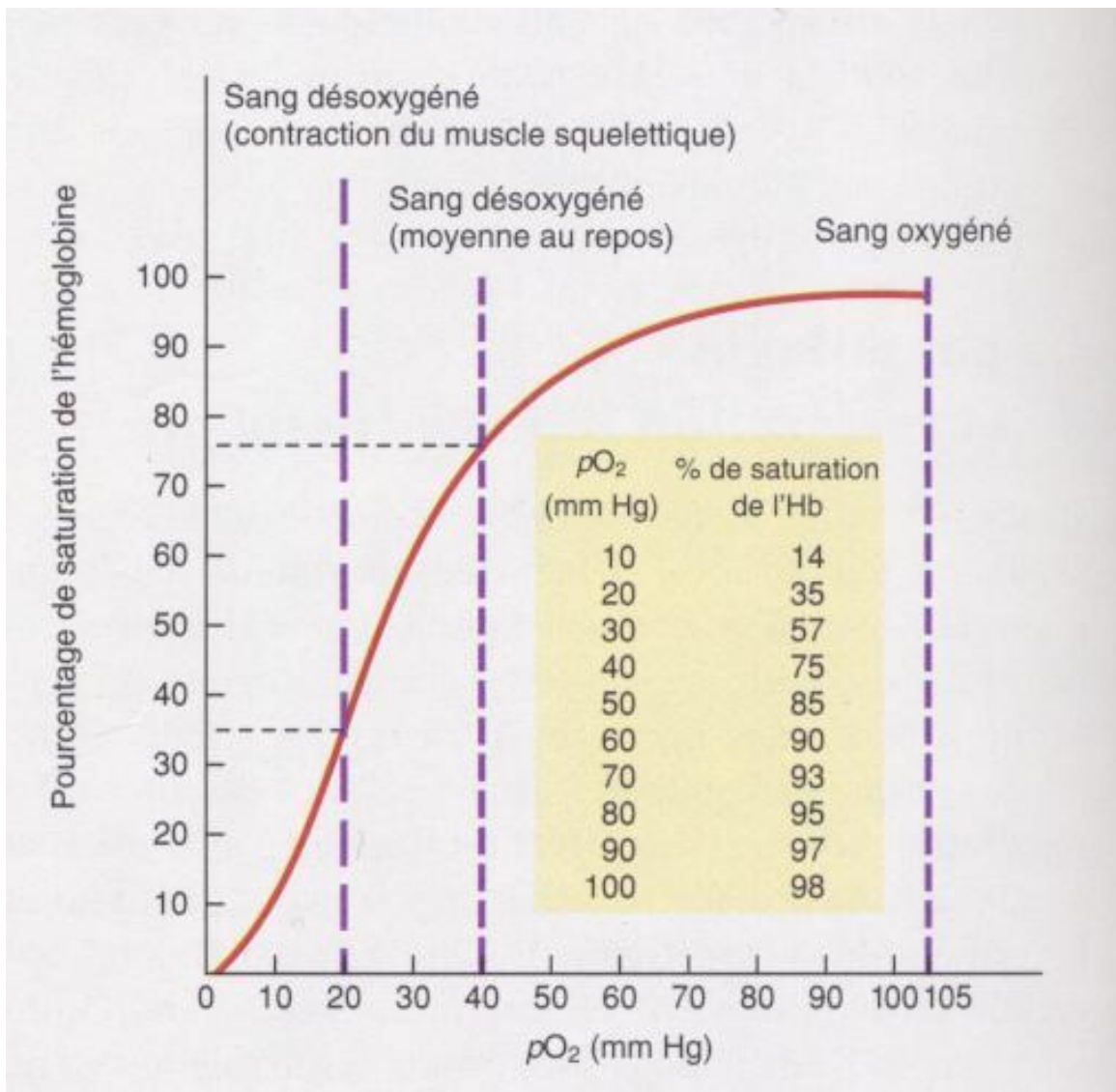
Heme

Fixation de 1 O₂ ==> facilite la fixation des 3 autres

Libération de 1 O₂ ==> facilite la libération des 3 autres

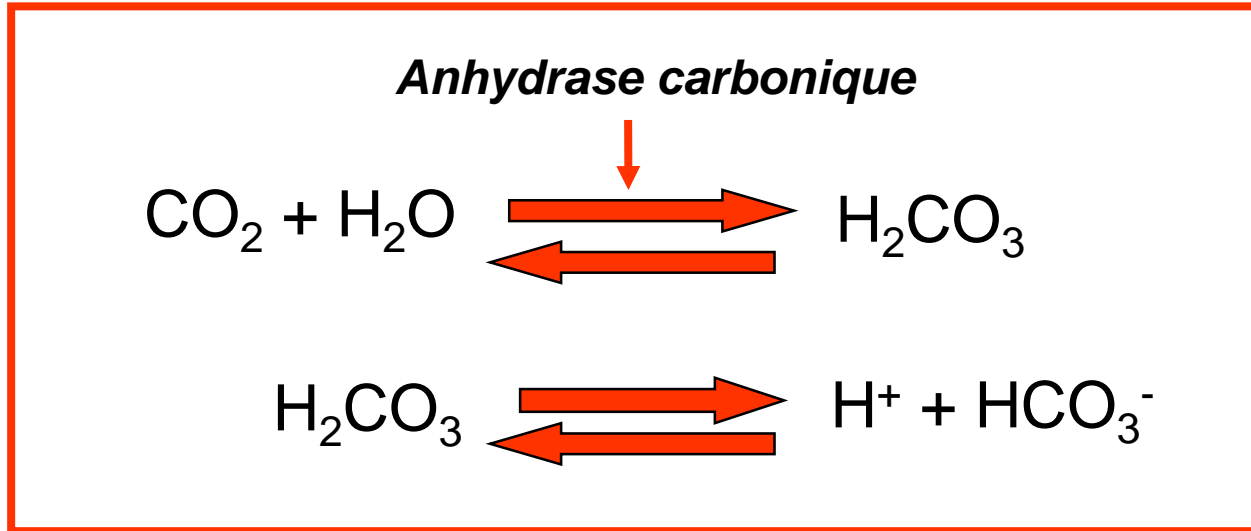


Saturation de l'hémoglobine (SaO₂) = (nombre de O₂ fixés à l'hémoglobine / le nombre de site total de l'Hb pouvant se lier à l'O₂) * 100

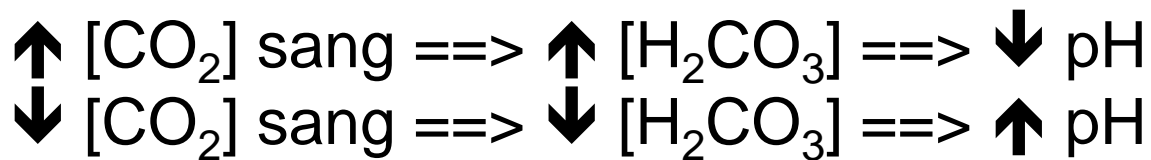


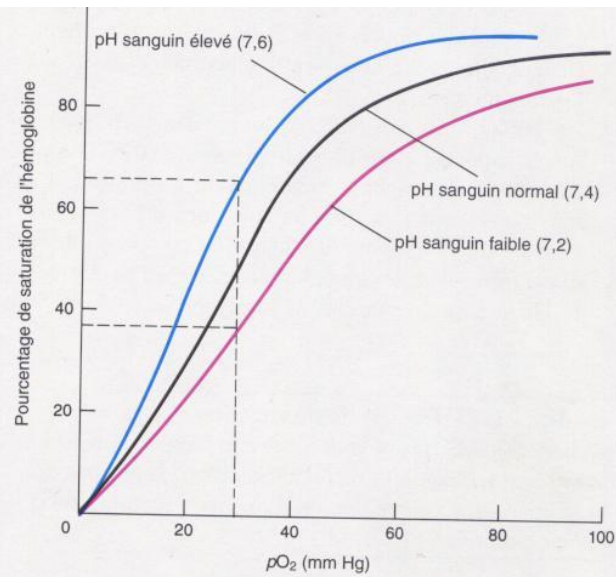
Courbe de dissociation oxygène-Hb à température corporelle normale illustrant le lien entre la saturation de l'Hb et la pO_2 . A mesure que la pO_2 augmente, plus d' O_2 se combine à l'Hb.

Une hausse de CO_2 tend à faire baisser le pH.

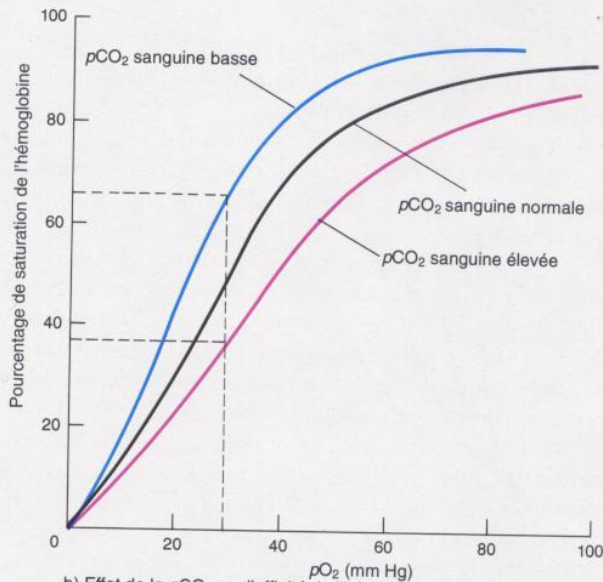


Equation de Henderson-Hasselbalch





a) Effet du pH sur l'affinité de l'hémoglobine pour l'oxygène



b) Effet de la $p\text{CO}_2$ sur l'affinité de l'hémoglobine pour l'oxygène

En milieu acide, baisse affinité Hb vis-à-vis de l' O_2 . Séparation O_2 -Hb plus facile: **EFFET BOHR**.

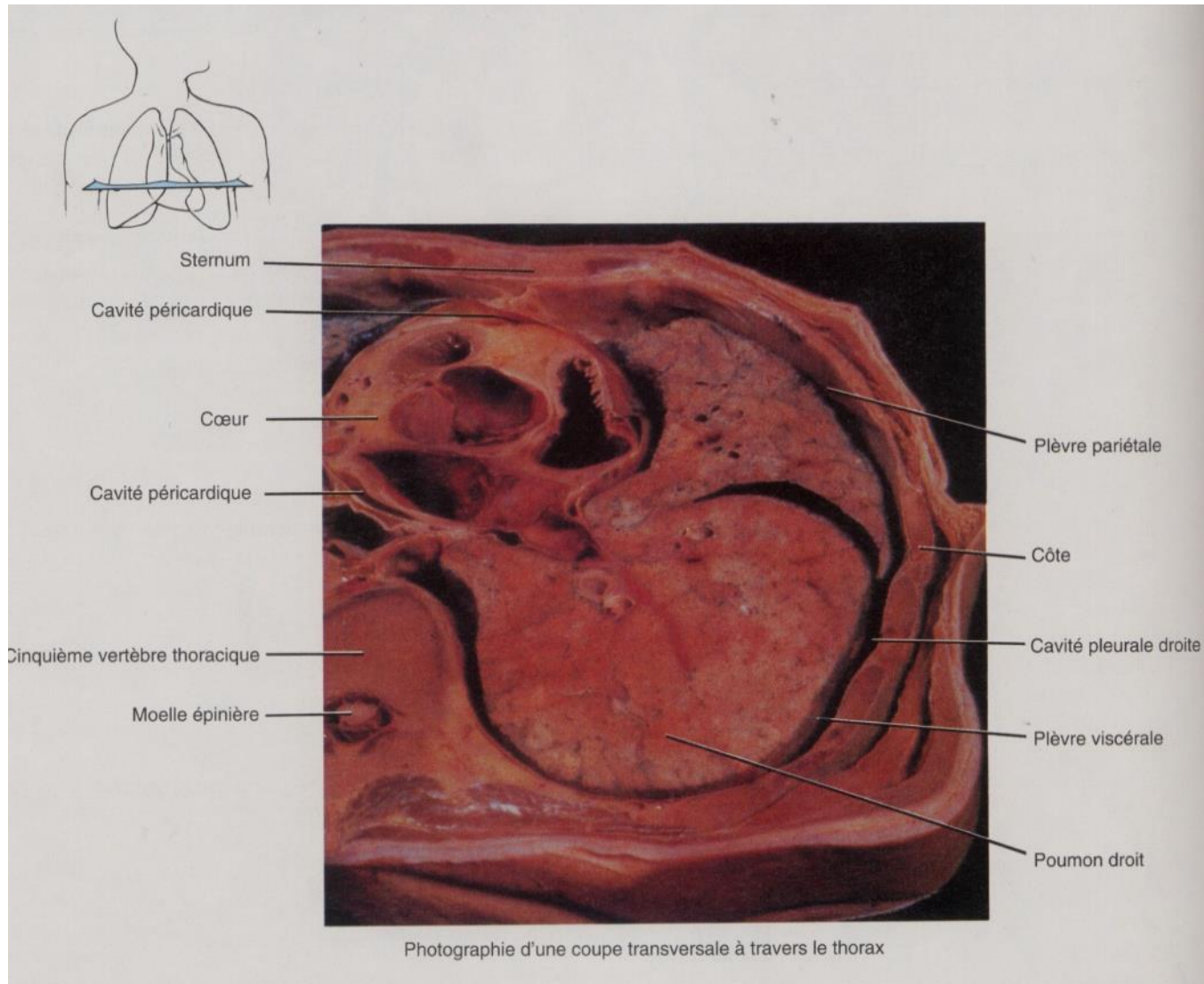
-Modification de la conformation de l'Hb par la fixation des H^+ .

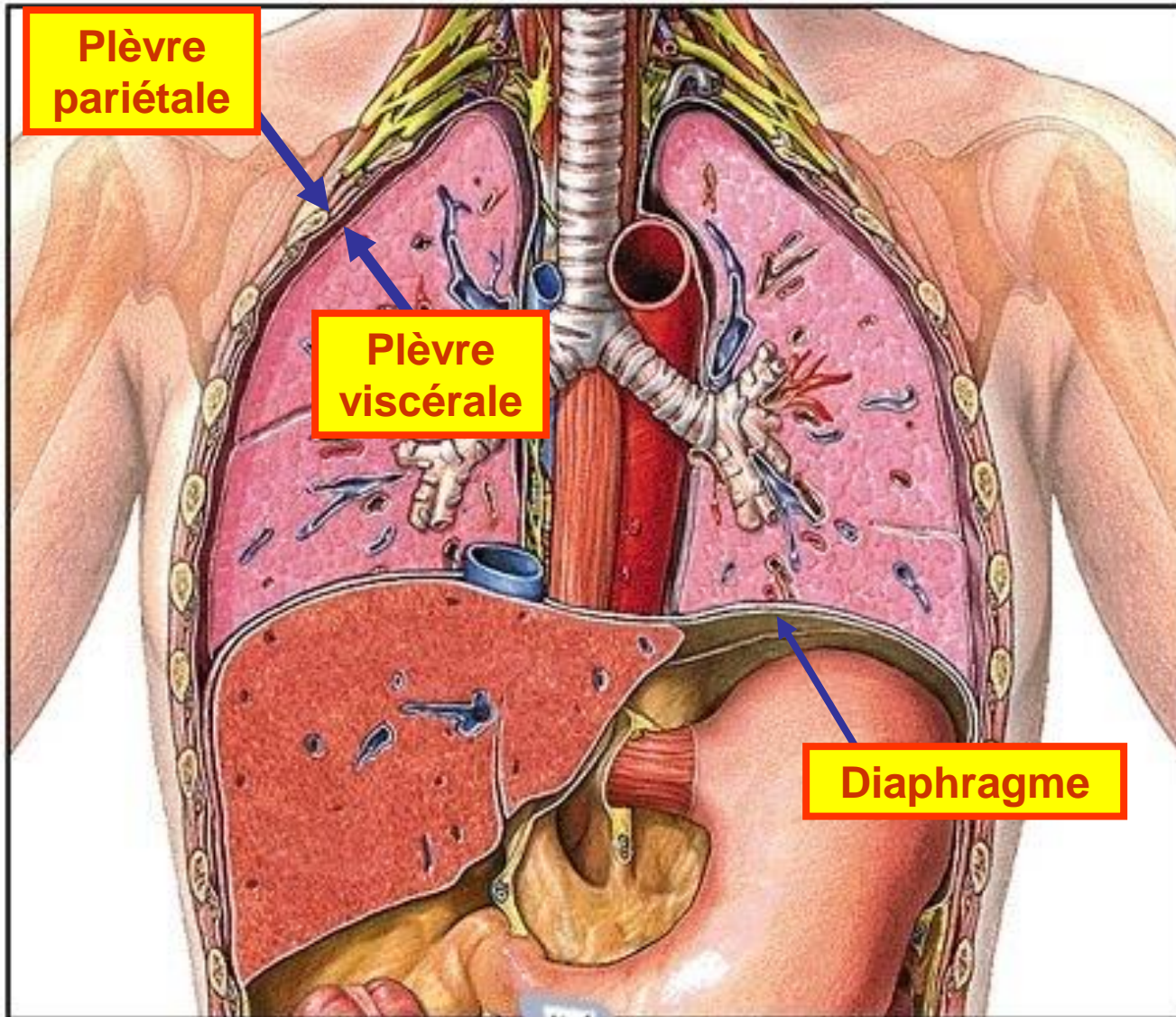
-Un pH moins élevé force l' O_2 à quitter l'Hb d'où une plus grande disponibilité de l' O_2 au niveau des tissus.

Effet semblable du CO_2 sur l'affinité O_2 -Hb.

-A mesure que la $p\text{CO}_2$ s'élève, l'Hb libère l' O_2 plus facilement.

Les Plèvres

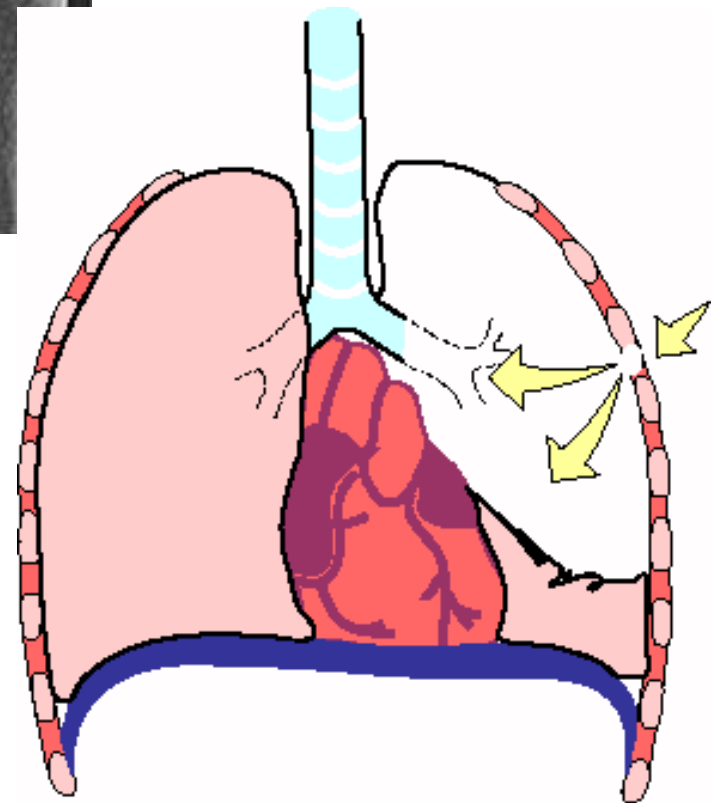
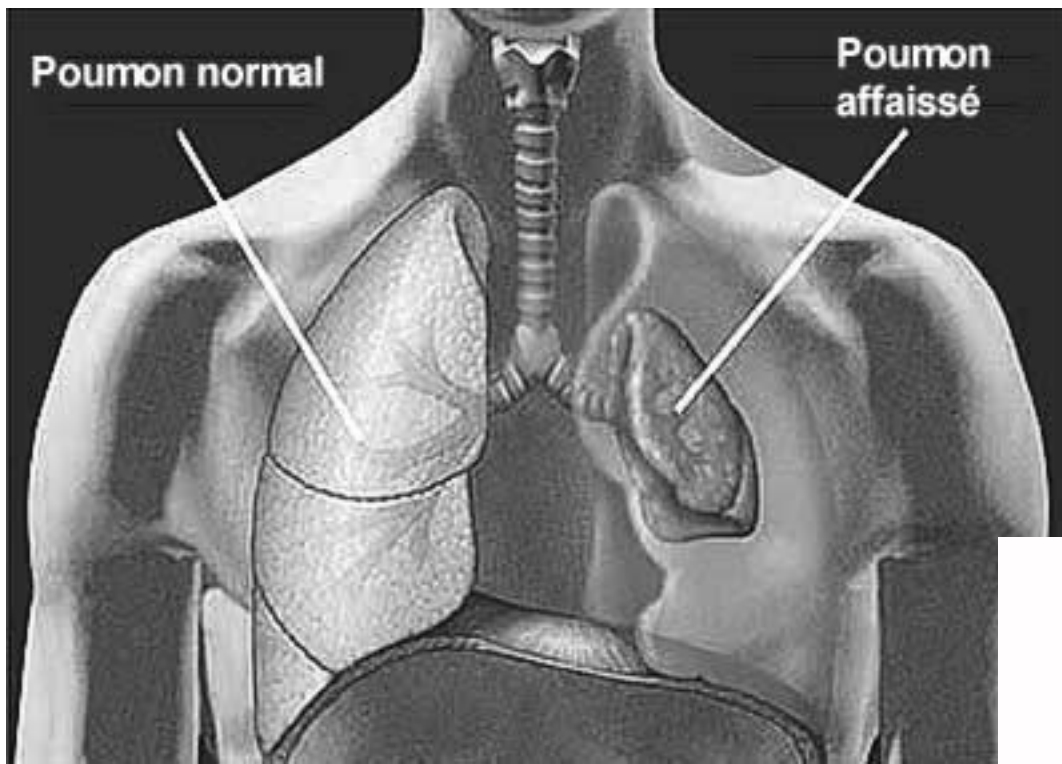




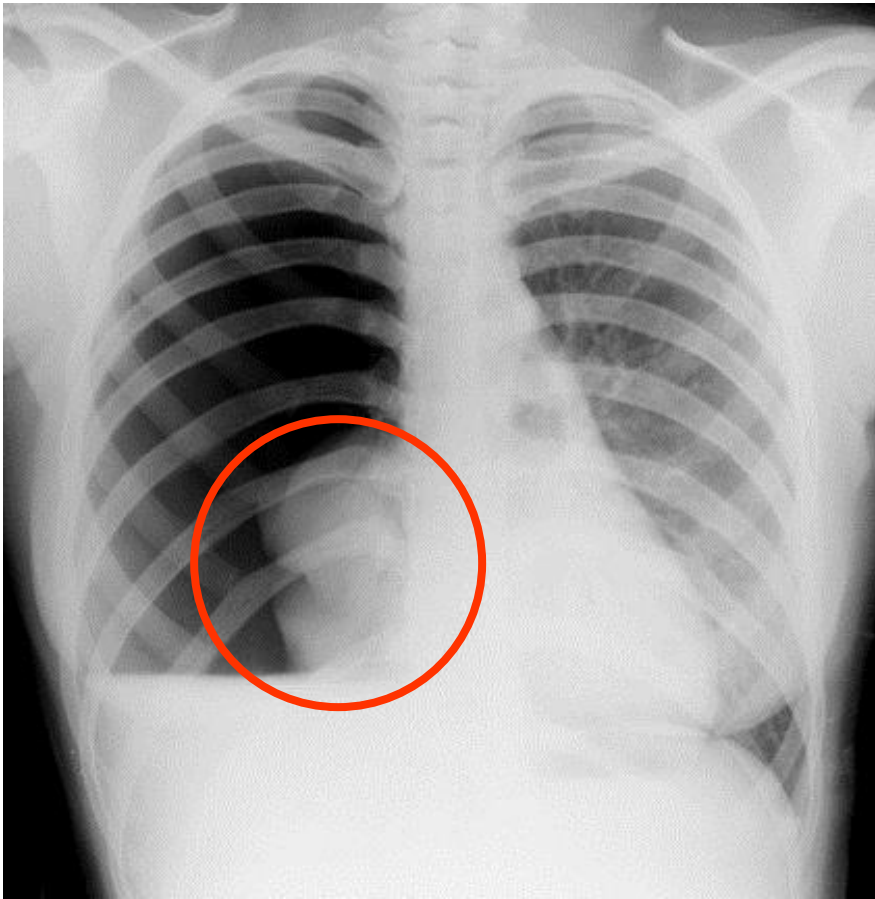
**Plèvre
pariétale**

**Plèvre
viscérale**

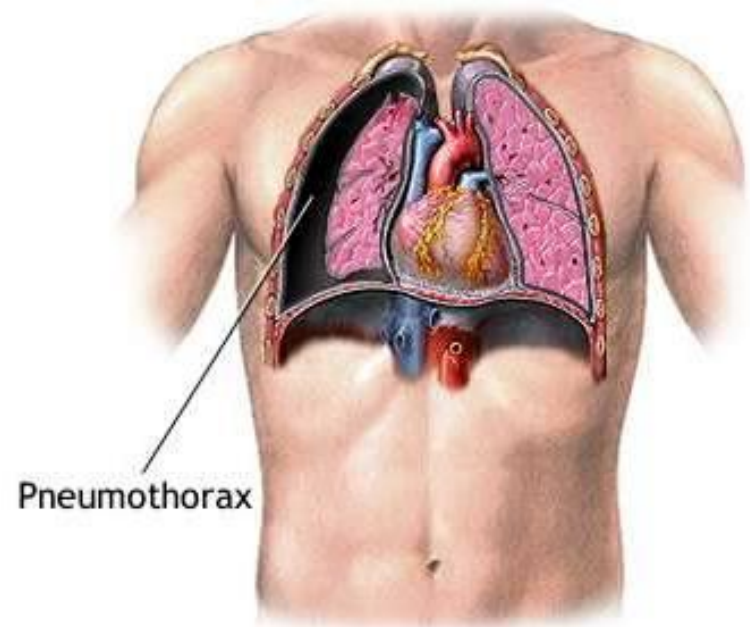
Diaphragme



Pneumothorax

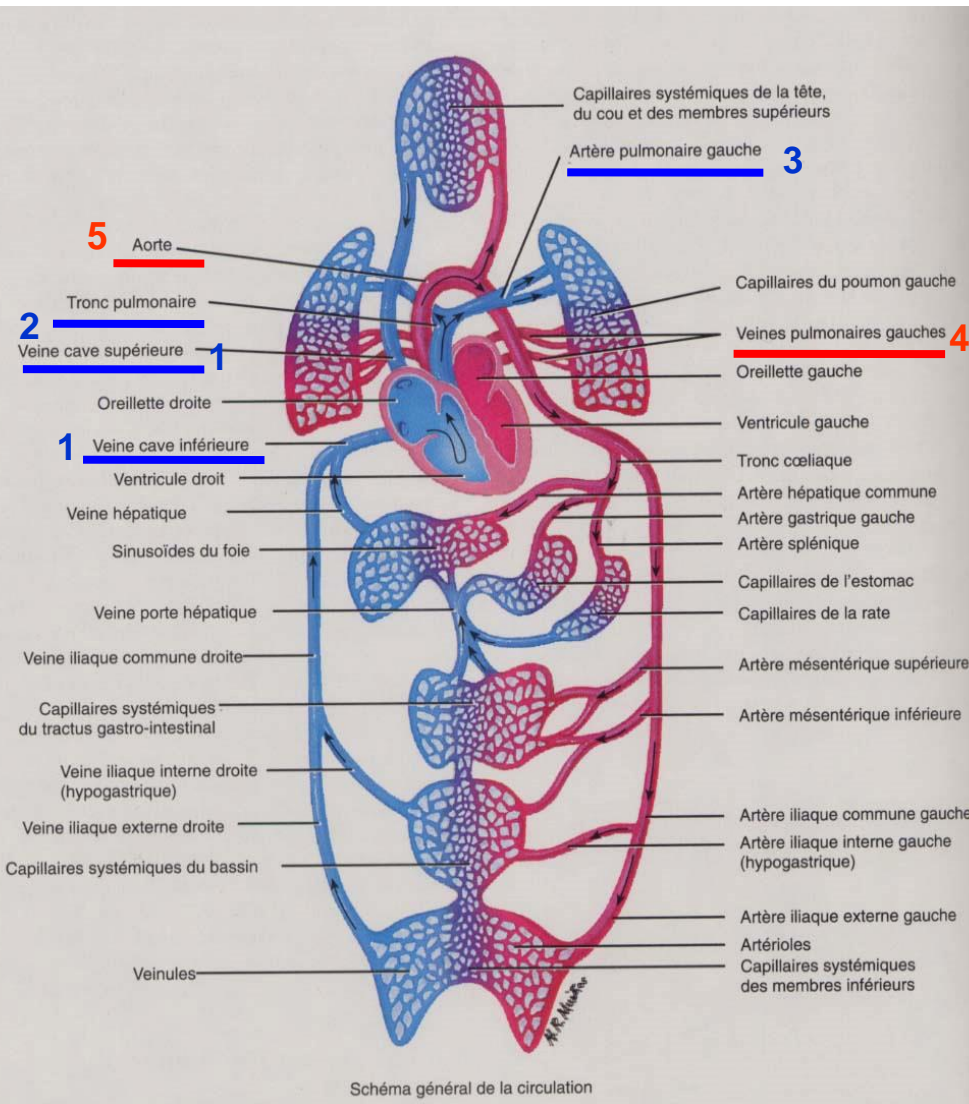


Pneumothorax



Pneumothorax

Vascularisation des poumons



- Veine Cave inférieure vers oreillette droite

- Ventricule droit vers artères pulmonaires via le tronc pulmonaire (sg désoxygéné)

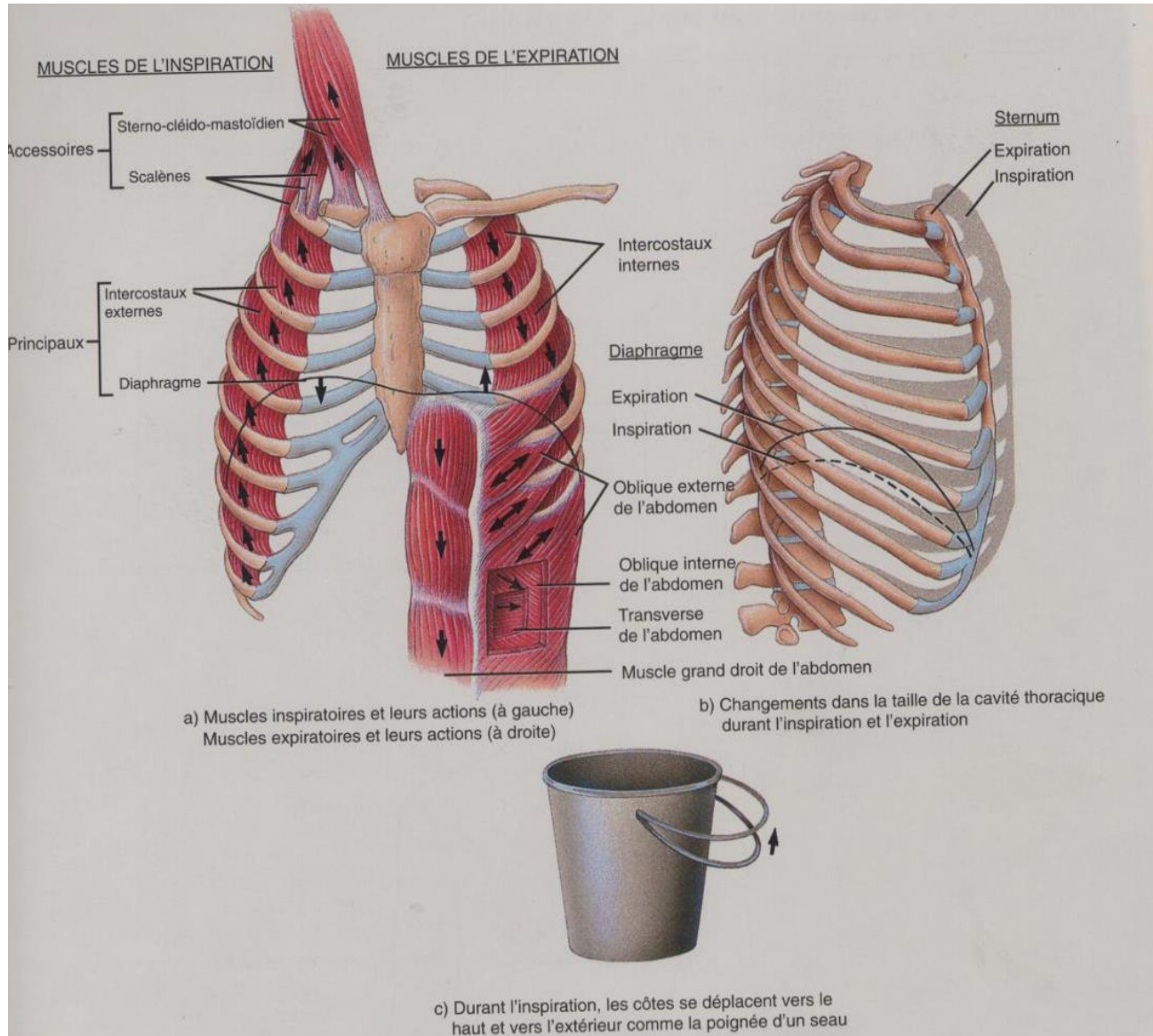
- Veines pulmonaires vers oreillette gauche (sg oxygéné)

- Apport sg oxygéné par artères bronchiques drainage sg par veines pulmonaires (majorité) et les veines bronchiques.

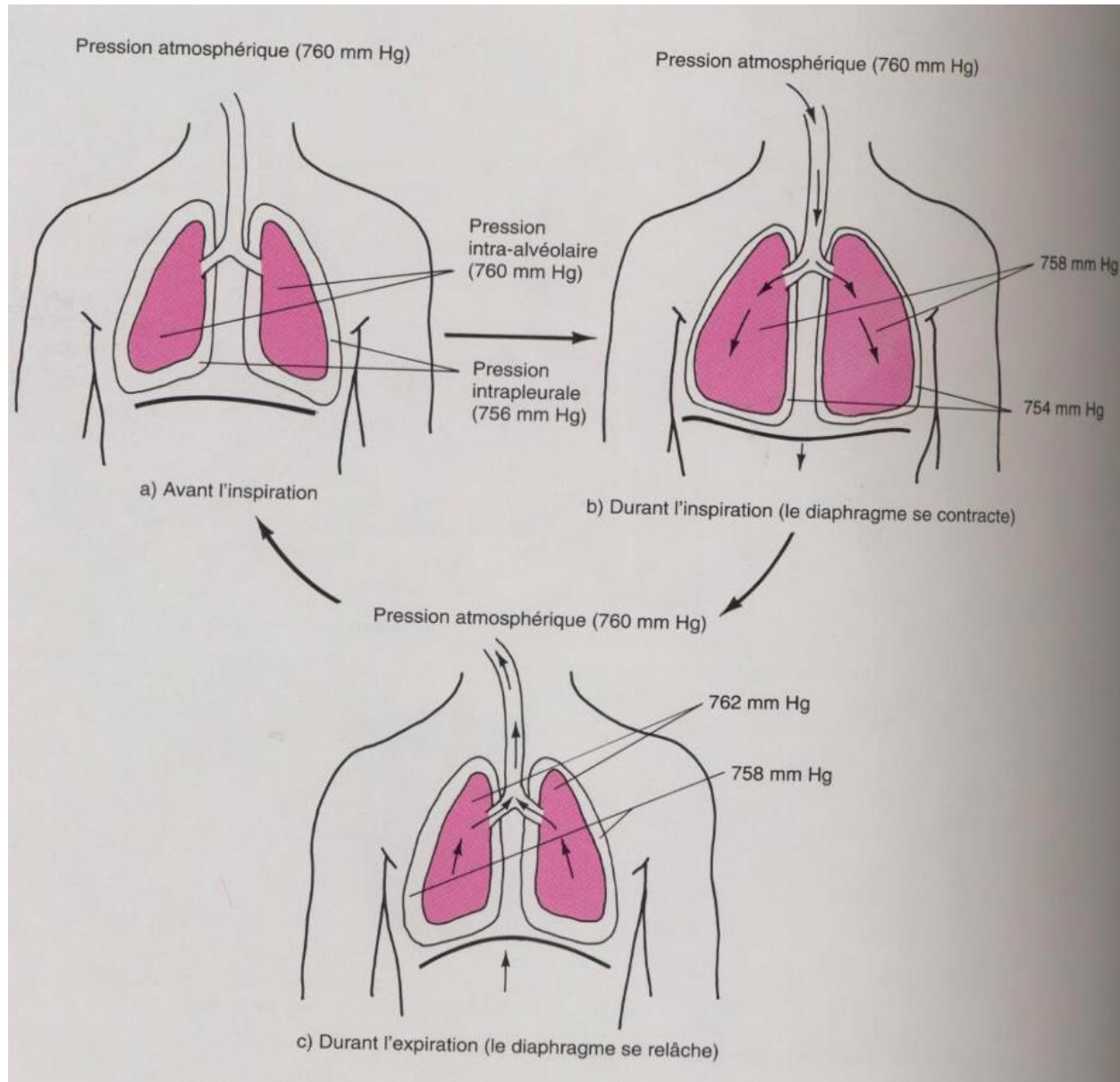
PHYSIOLOGIE DE LA VENTILATION

Mouvements de la cage
thoracique.

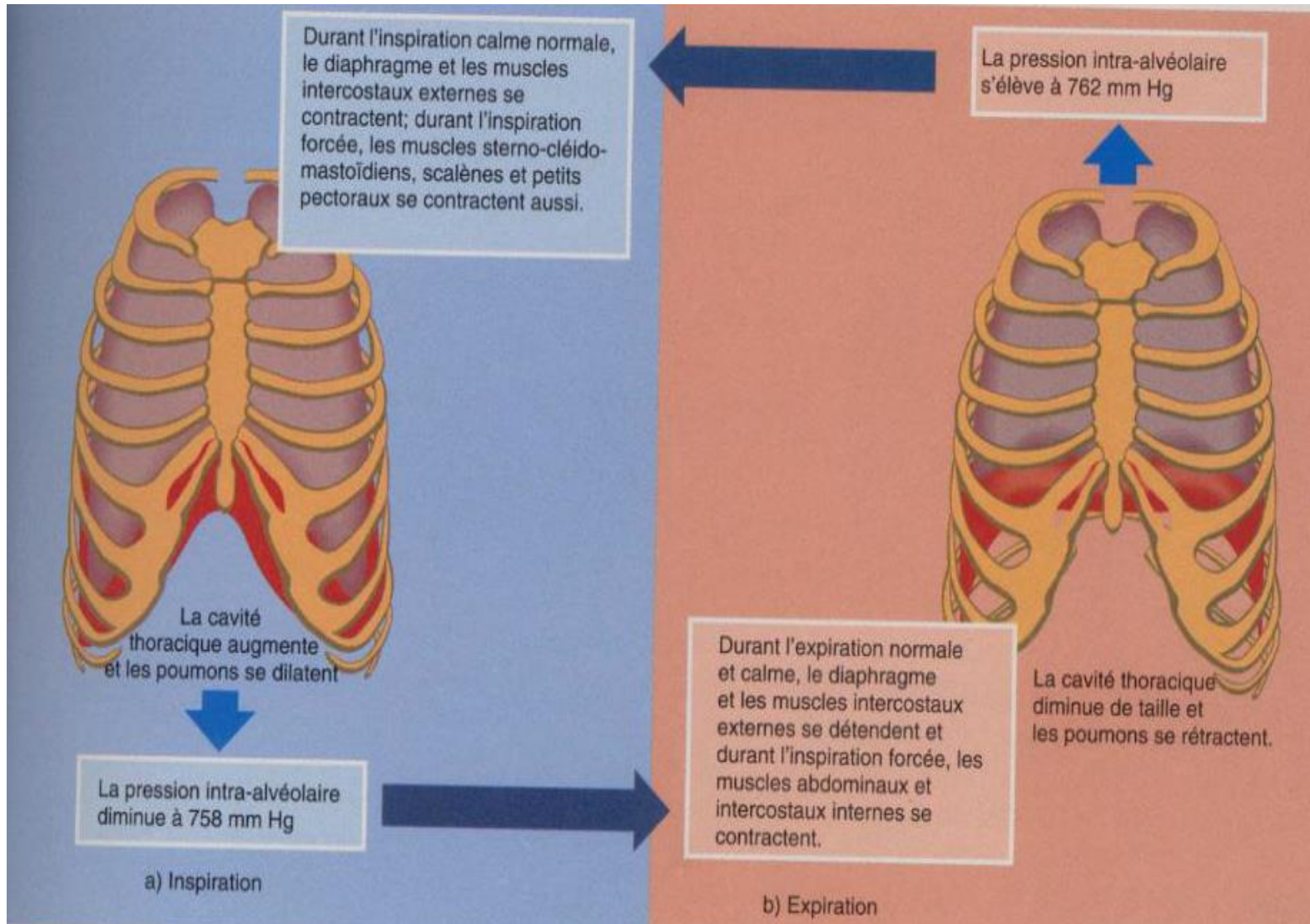
Mouvements respiratoires



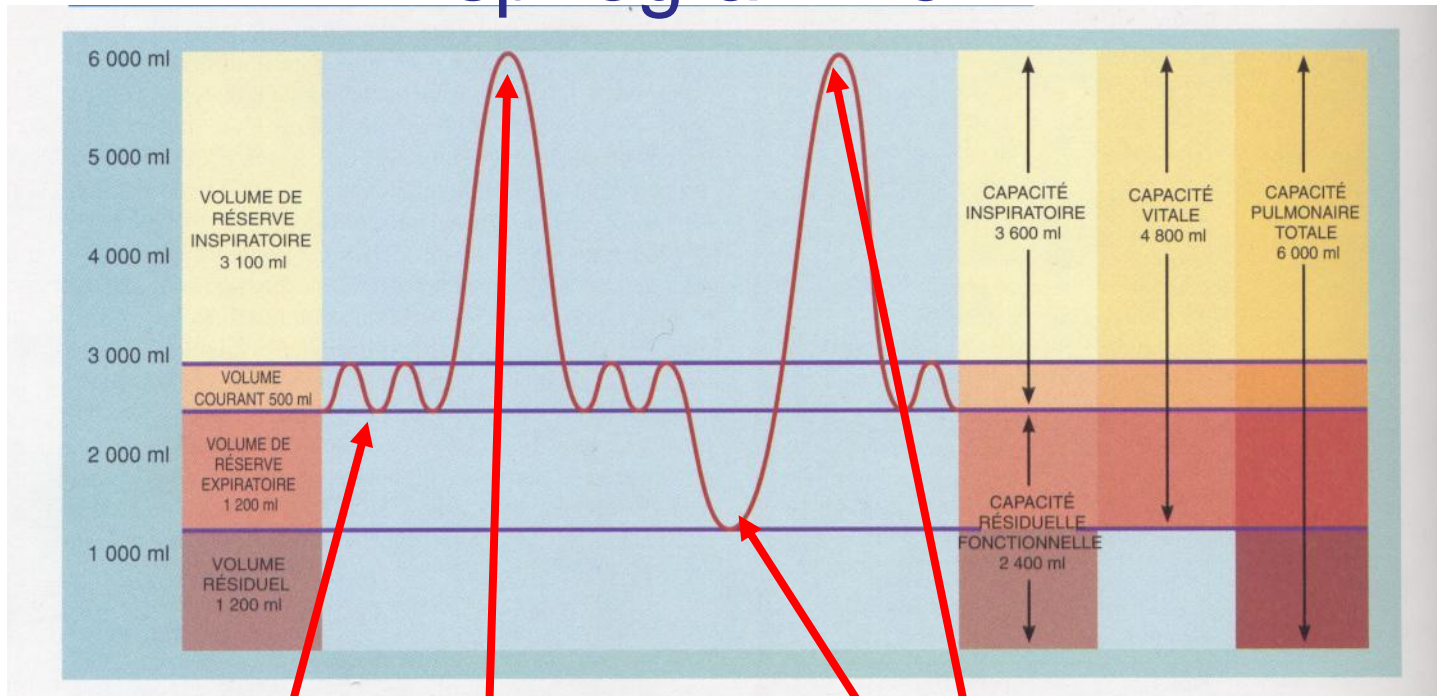
Mouvements respiratoires



Mouvements respiratoires



Physiologie de la respiration: spirogramme



Respiration normale
12/ minutes
(150 ml volume mort)

Inspiration profonde

Inspiration forcée
puis expiration forcée

Appareil cardio-respiratoire

Introduction.

I- Présentation de l'appareil cardiovasculaire.

II- Présentation de l'appareil respiratoire.

III- Physiologie de l'appareil cardio vasculaire et respiratoire. Régulations physiologiques.

PHYSIOLOGIE DE L'APPAREIL CARDIOVASCULAIRE

Régulation de la fréquence de la
fréquence cardiaque et de la
pression artérielle.

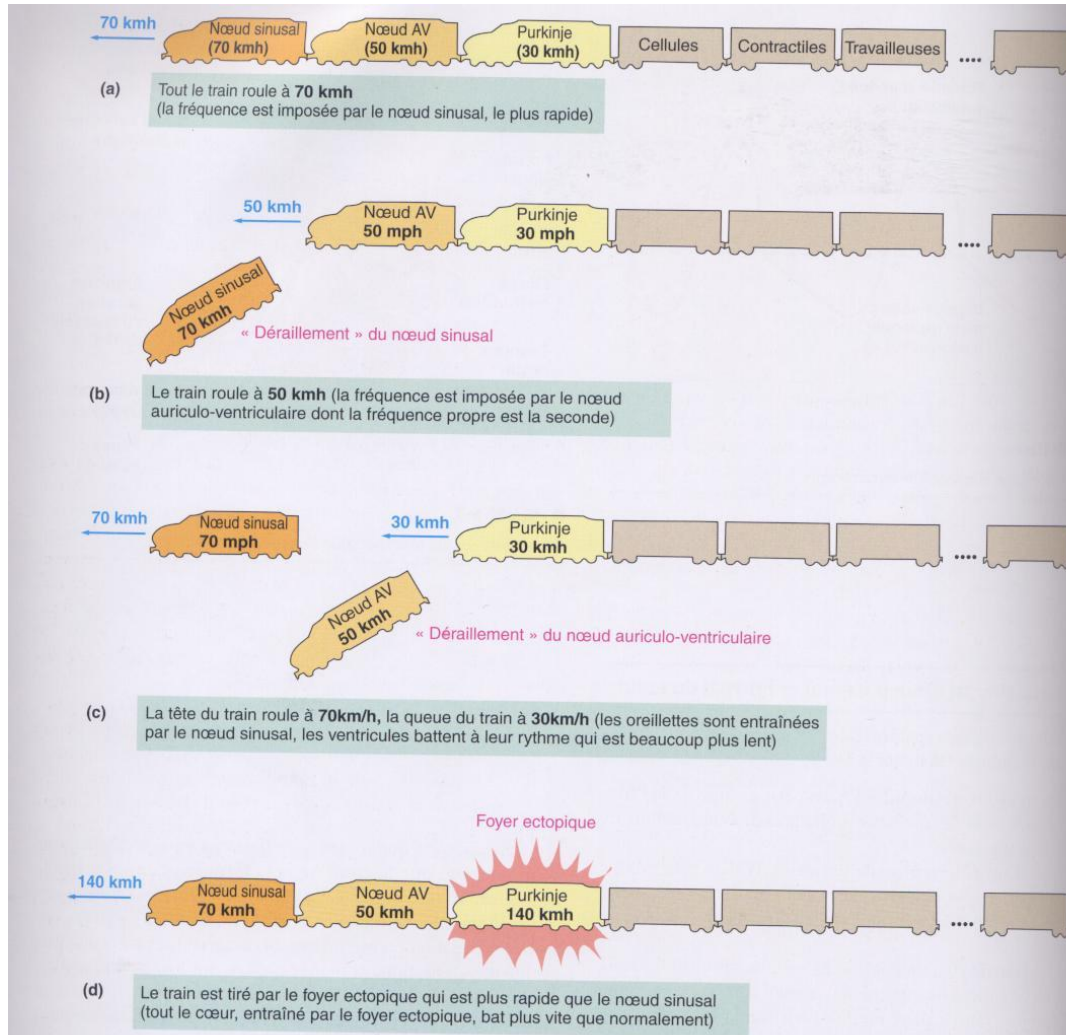
Automatisme cardiaque

Fréquence propre des potentiels d'action à différents niveaux du tissu de conduction du cœur

NIVEAU	POTENTIELS D'ACTION PAR MINUTE*
Nœud sinusal (pacemaker normal)	70-80
Nœud auriculo-ventriculaire	40-60
Faisceau de His et fibres de Purkinje	20-40

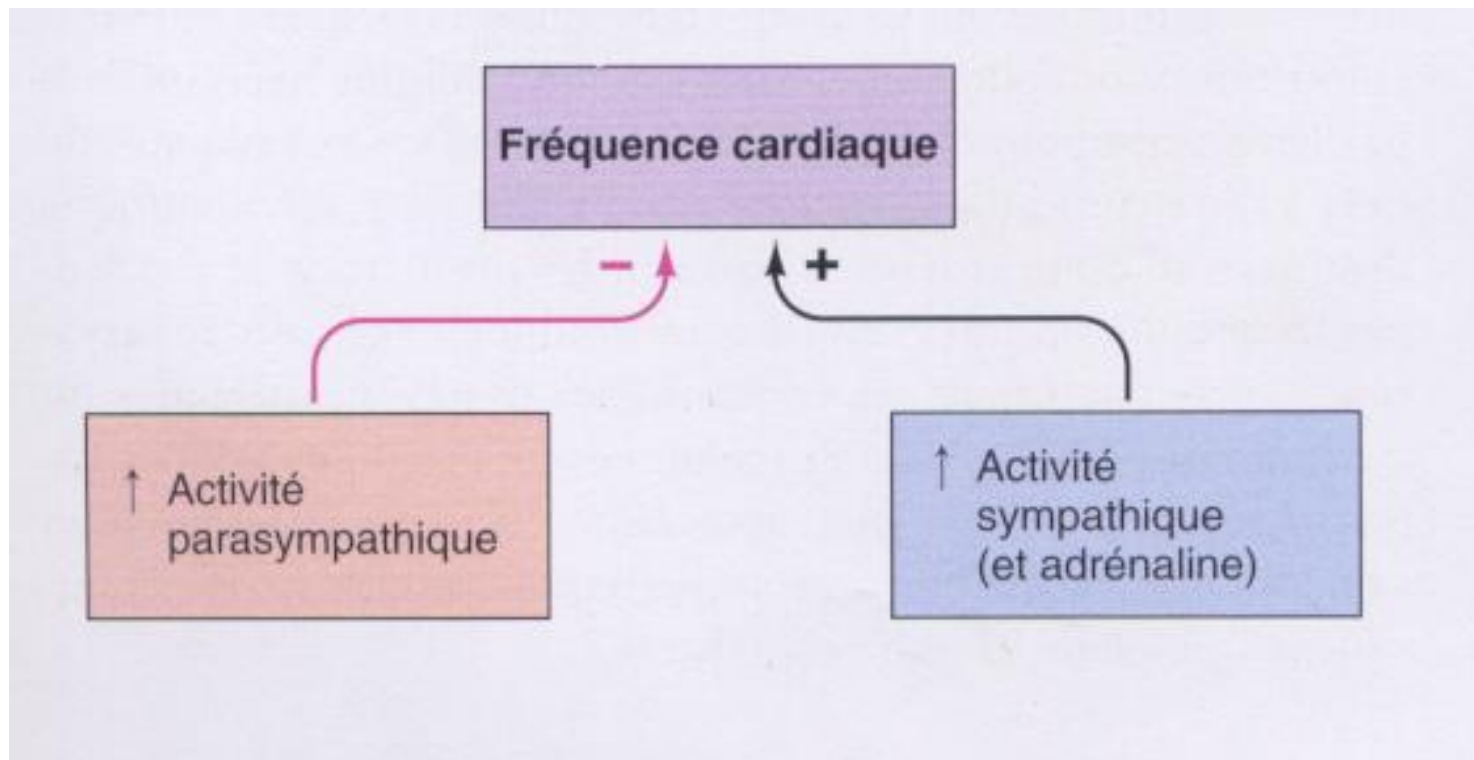
*En présence de tonus parasymphatique (cf. p. 187 et p. 261.)

Automatisme cardiaque

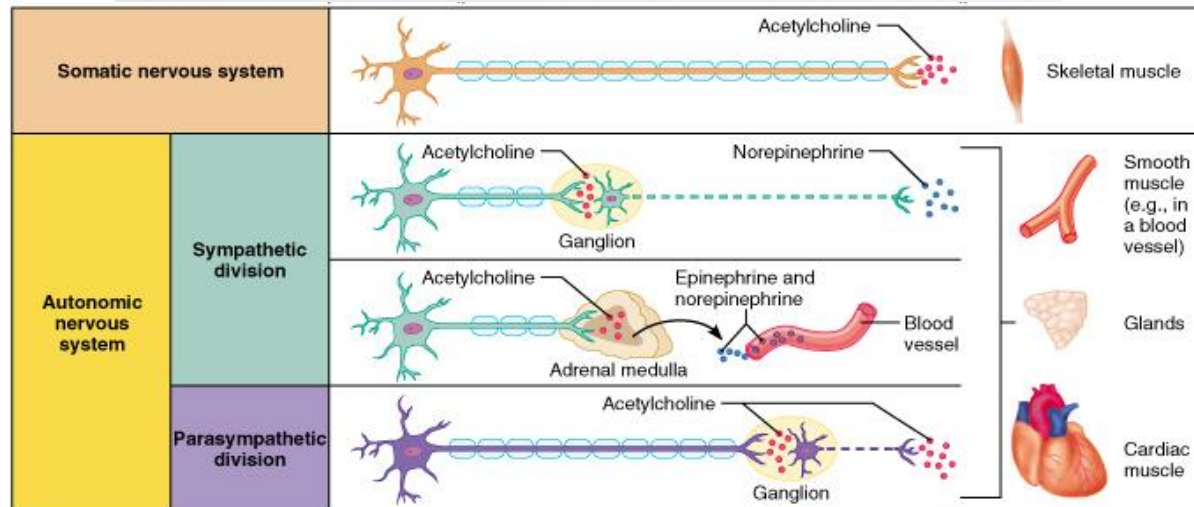
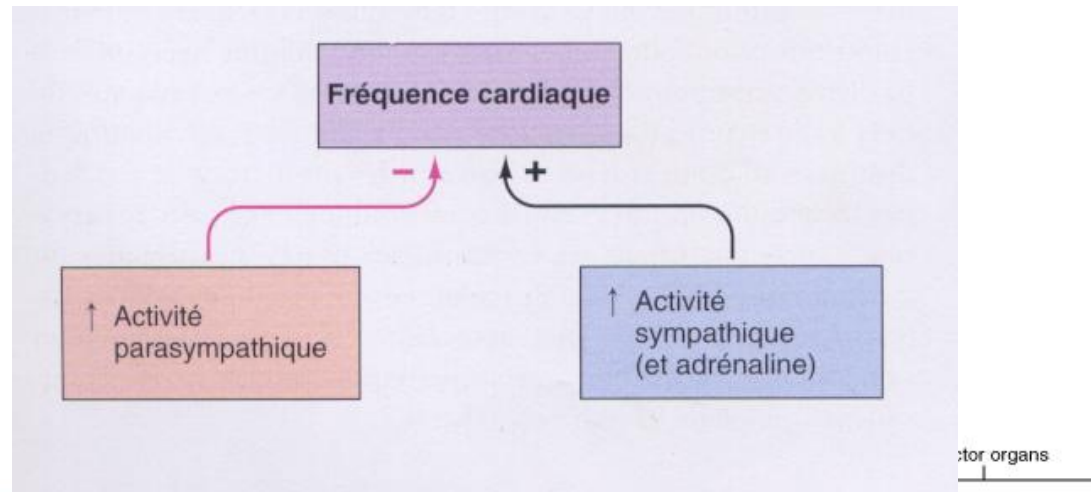


Analogie de l'activité pacemaker a) Activité pacemaker normale du nœud sinusal. b) Prise en charge de l'activité pacemaker par le nœud auriculo-ventriculaire quand le nœud sinusal ne fonctionne pas. c) Prise en charge du rythme ventriculaire par le tissu automatique lent des ventricules en cas de bloc auriculo-ventriculaire alors que le nœud sinusal fonctionne. d) Prise en charge de l'activité pacemaker par un foyer ectopique.

Modulation de l'automatisme cardiaque par le système nerveux



Modulation de l'automatisme cardiaque par le système nerveux



Key:

— = Preganglionic axons (sympathetic)
 - - - = Postganglionic axons (sympathetic)
 = Myelination
 — = Preganglionic axons (parasympathetic)
 - - - = Postganglionic axons (parasympathetic)

Modulation de l'automatisme cardiaque par le système nerveux

RÉGION DU CŒUR	STIMULATION PARASYMPATHIQUE	STIMULATION SYMPATHIQUE
Nœud sinusal	Ralentit la dépolarisation spontanée ; ralentit le cœur	Accélère la dépolarisation spontanée et la fréquence cardiaque
Nœud auriculo-ventriculaire	Diminue l'excitabilité ; augmente le délai nodal	Augmente l'excitabilité ; réduit le délai nodal
Voies de conduction ventriculaire	Pas d'effet	Augmente l'excitabilité ; augmente la vitesse de conduction dans le faisceau de His et ses branches ainsi que dans les fibres de Purkinje
Muscle des oreillettes	Réduit l'activité contractile ; affaiblit la contraction	Augmente l'activité contractile ; renforce la contraction
Muscle des ventricules	Pas d'effet	Augmente l'activité contractile ; renforce la contraction
Médullosurrénale (glande endocrine)	Pas d'effet	Stimule la sécrétion d'adrénaline, une hormone qui renforce l'action du sympathique sur le cœur
Veines	Pas d'effet	Augmente le retour veineux ce qui augmente la force de contraction du cœur (loi de Frank-Starling)

Modulation de l'automatisme cardiaque par le système nerveux

RÉGION DU CŒUR	STIMULATION PARASYMPATHIQUE	STIMULATION SYMPATHIQUE
Nœud sinusal	Ralentit la dépolarisation spontanée ; ralentit le cœur	Accélère la dépolarisation spontanée et la fréquence cardiaque
Nœud auriculo-ventriculaire	Diminue l'excitabilité ; augmente le délai nodal	Augmente l'excitabilité ; réduit le délai nodal
Voies de conduction ventriculaire	Pas d'effet	Augmente l'excitabilité ; augmente la vitesse de conduction dans le faisceau de His et ses branches ainsi que dans les fibres de Purkinje
Muscle des oreillettes	Réduit l'activité contractile ; affaiblit la contraction	Augmente l'activité contractile ; renforce la contraction
Muscle des ventricules	Pas d'effet	Augmente l'activité contractile ; renforce la contraction
Médulesurrénale (glande endocrine)	Pas d'effet	Stimule la sécrétion d'adrénaline, une hormone qui renforce l'action du sympathique sur le cœur
Veines	Pas d'effet	Augmente le retour veineux ce qui augmente la force de contraction du cœur (loi de Frank-Starling)

Automatisme cardiaque:

Repos: 70 bat/min (nœud sinusal seul)
100bat/min; nœud sinusal+SN para Σ : 70 bat/min)

SN para Σ :

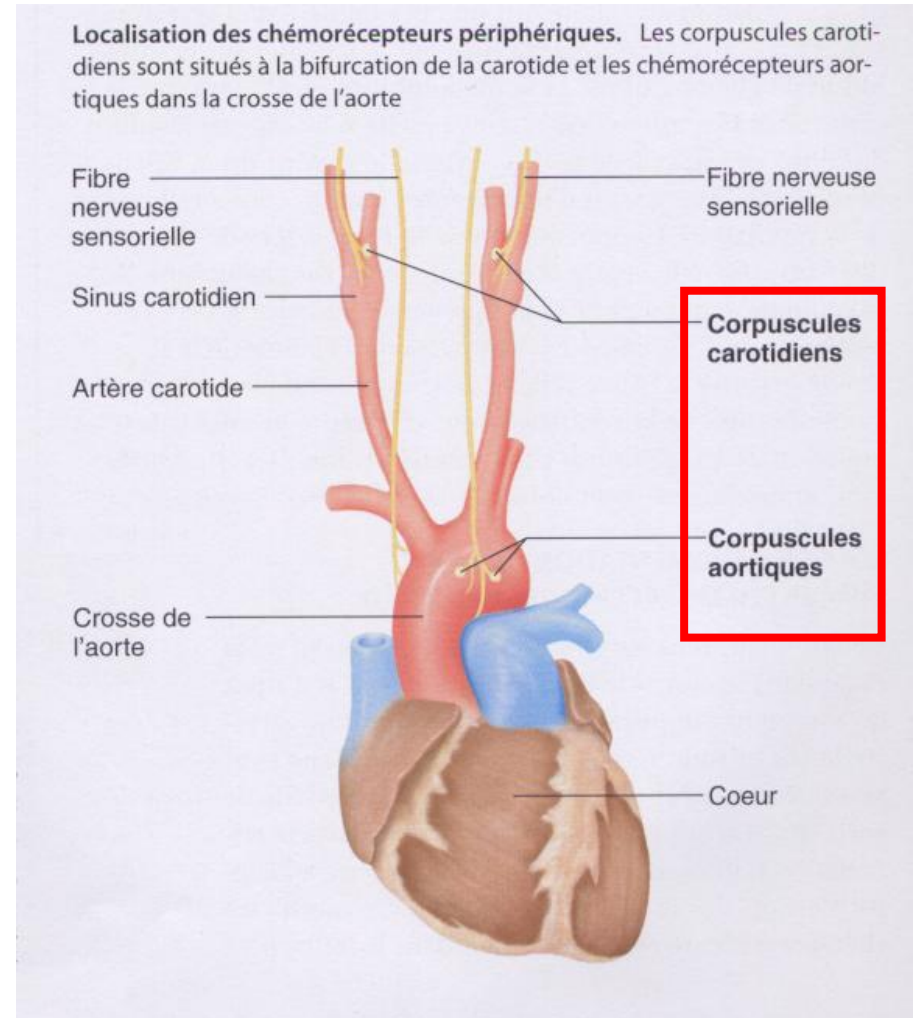
ACh. Innervation oreillettes (surtout nœud sinusal et auriculo-ventriculaire). Peu innervation ventricules. Baisse Ica lent des oreillettes et baisse force de contraction. SN para Σ utilisé au repos et en modulant les effets du SN Σ .

SN Σ :

NA; baisse délai entre les PA, hausse fréquence cardiaque, hausse Ica et hausse force contraction oreillettes et ventricules: SN Σ utilisé quand besoins apports sanguins plus importants

Le **centre cardiovasculaire** reçoit aussi des influx nerveux provenant de **barorécepteurs** et de **chémorécepteurs**, des récepteurs nerveux sensibles aux concentrations plasmatiques (dans le sang) de CO_2 , d' O_2 (moins) et de H^+ .

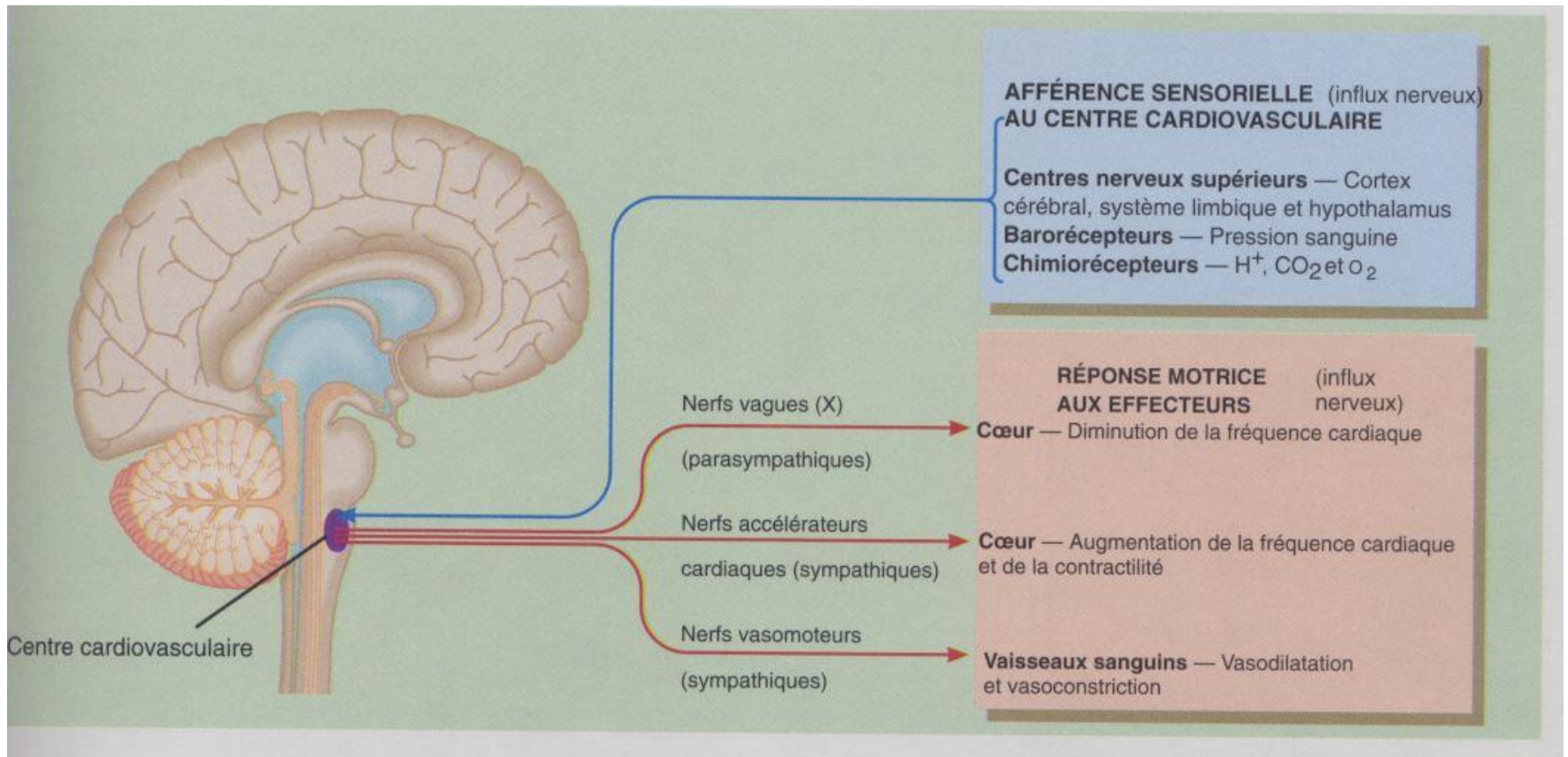
Ces récepteurs sont situés dans la crosse aortique et les carotides (plus précisément, les sinus carotidiens).



Hausse de CO_2 (ou baisse de O_2 dans le sang).

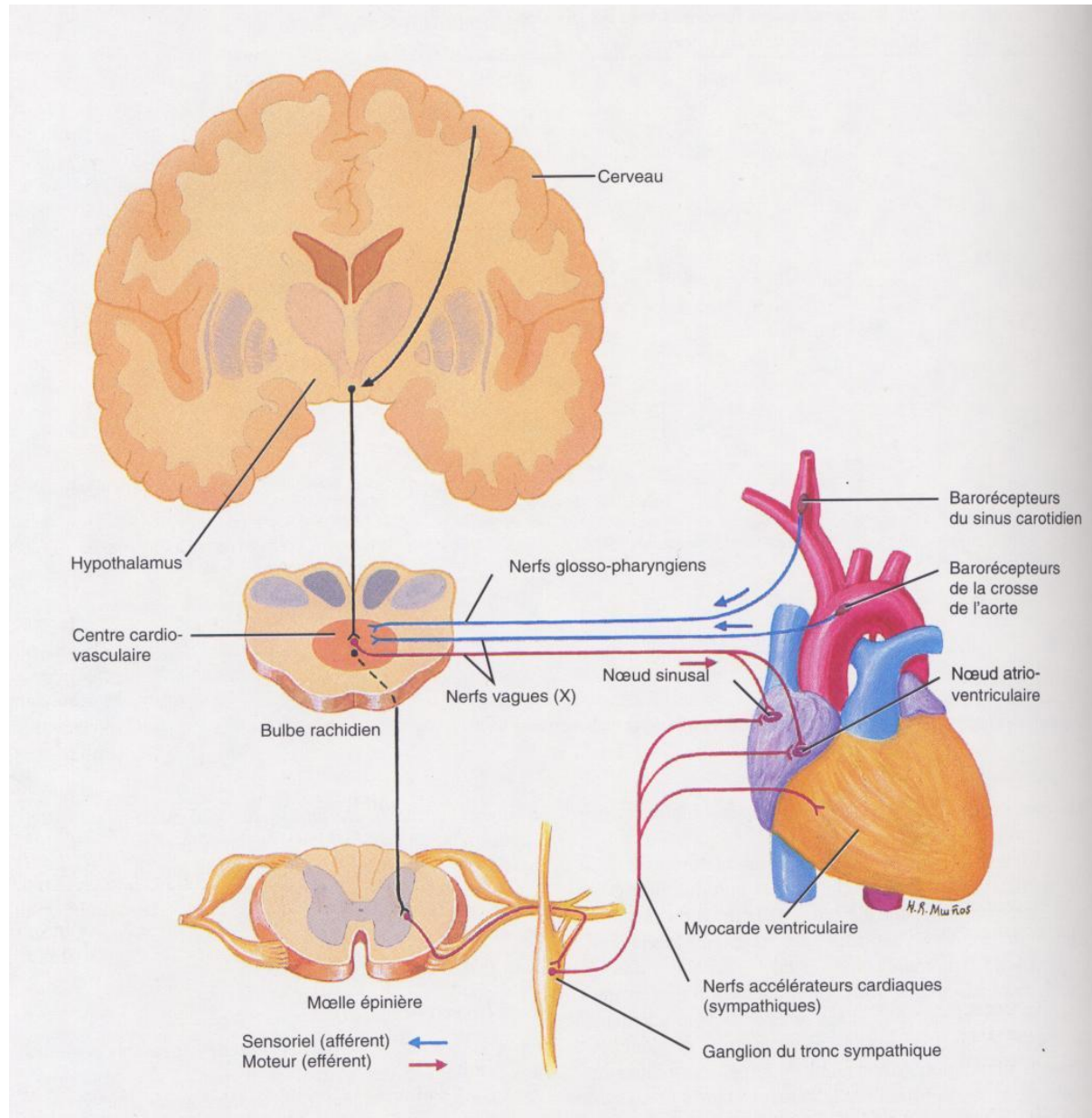


Augmentation de la fréquence cardiaque



Le centre cardiovasculaire situé dans le bulbe rachidien est le siège principal de la régulation du cœur et des vaisseaux sanguins par le système nerveux. Il reçoit des afférences des régions supérieures du cerveau, des barorécepteurs et des chimiorécepteurs. Il engendre des réponses vers les divisions sympathiques et parasympathiques du système nerveux autonome.

Innervation du cœur par le système nerveux autonome et les réflexes des barorécepteurs.

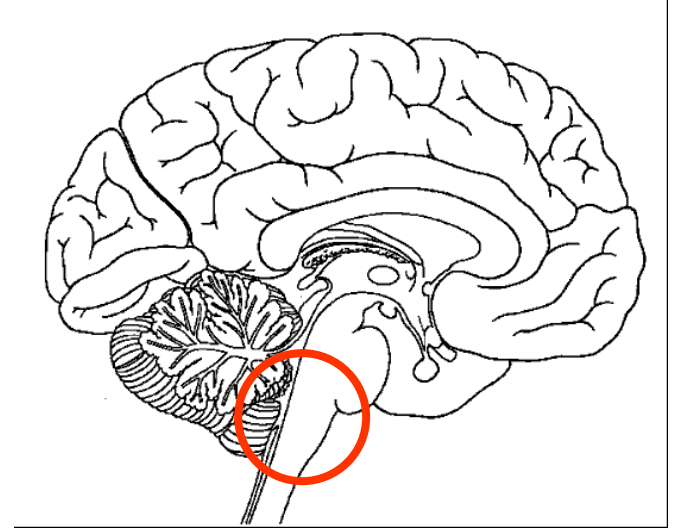


PHYSIOLOGIE DE LA VENTILATION

Régulation nerveuse de la
fréquence de la ventilation

Régulation de la respiration

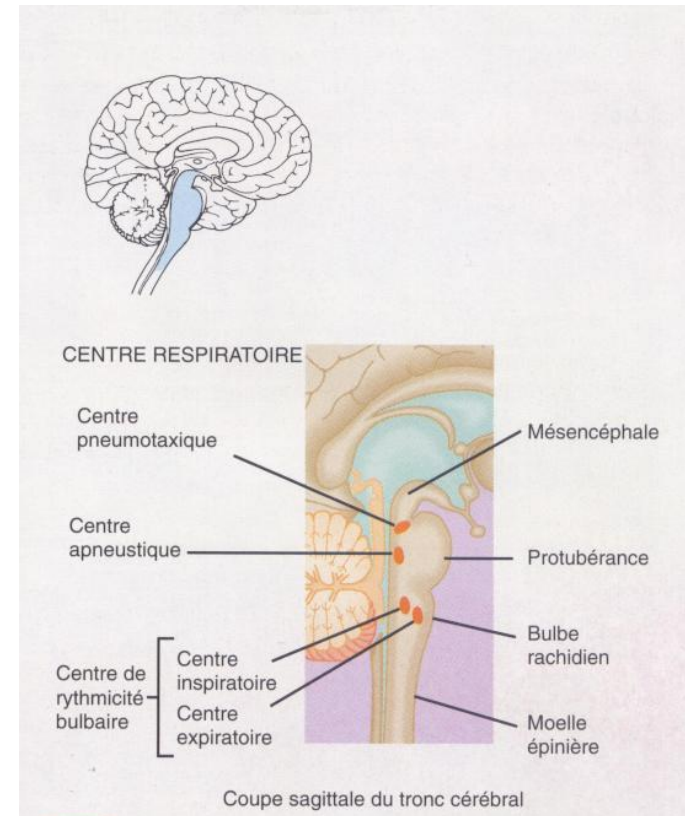
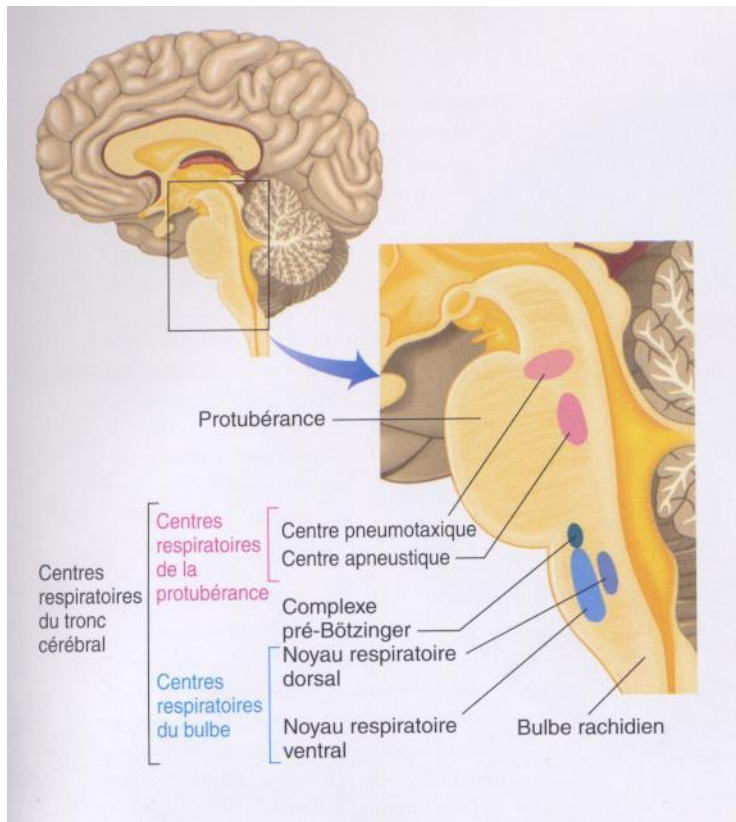
Centre de contrôle nerveux de la respiration dans le tronc cérébral (bulbe rachidien et protubérance).



Centre de contrôle envoie des influx aux muscles respiratoires (12 à 18 fois par minute au repos).

Récepteurs de tension dans les poumons inhibent le centre respiratoire: inspiration ==> inhibition

Centres respiratoires

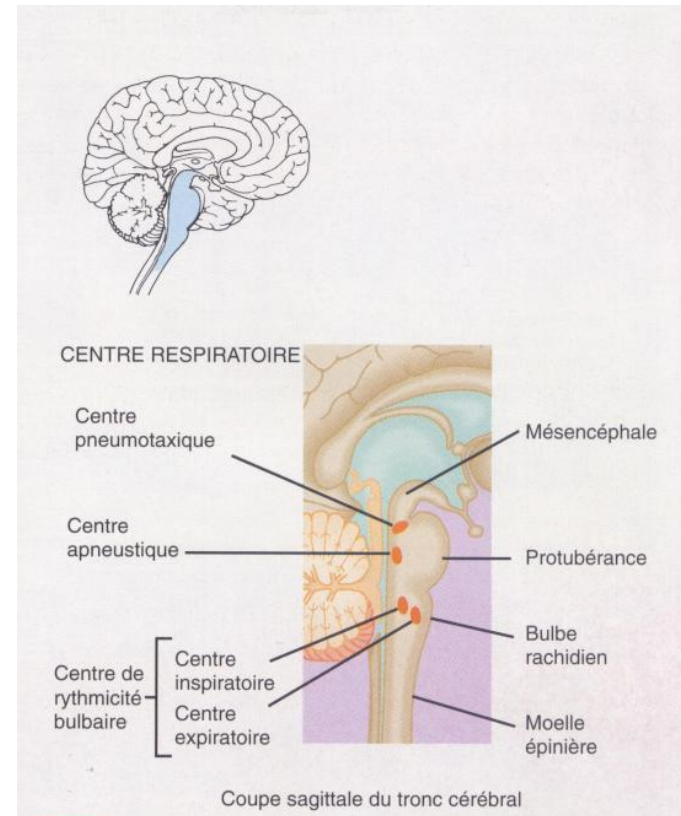


Centres respiratoires

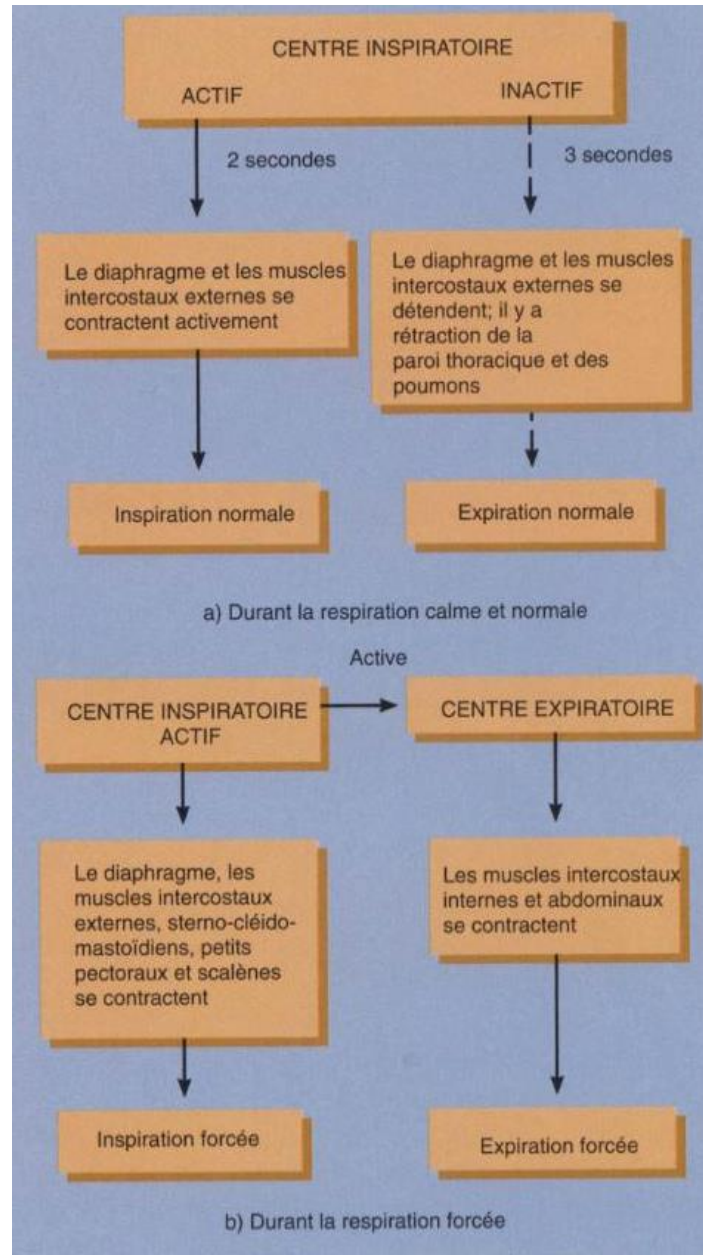
Rythme de base de la respiration:
Centre de rythmicité bulbaire.

Inspiration: 2 secondes;

Expiration: 3 secondes.



Régulation nerveuse de la ventilation

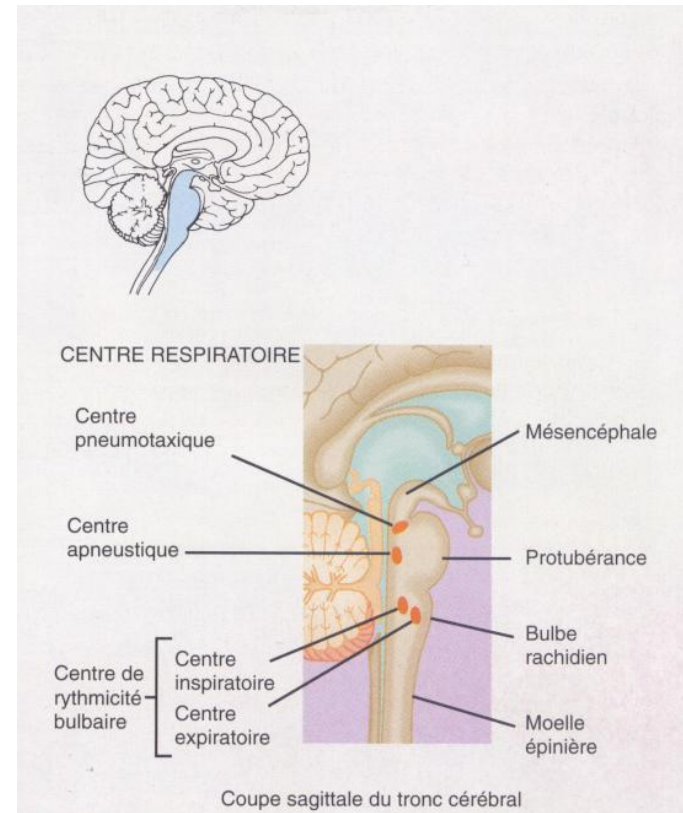


Centres respiratoires

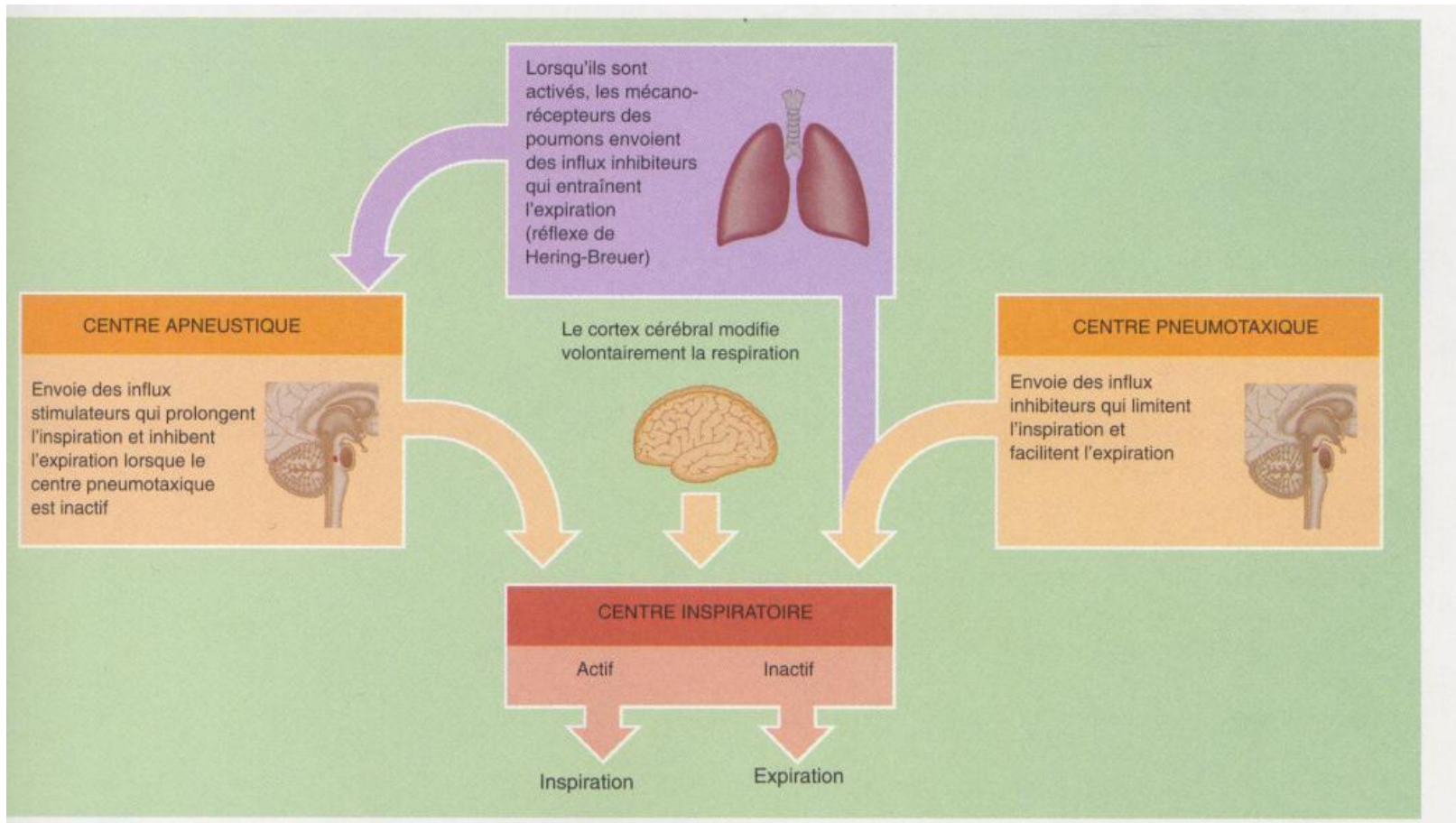
Centres pneumotaxique et apneustique:
Coordination transition inspiration/ expiration

Centre pneumotaxique:
Inhibiteur du centre inspiratoire.

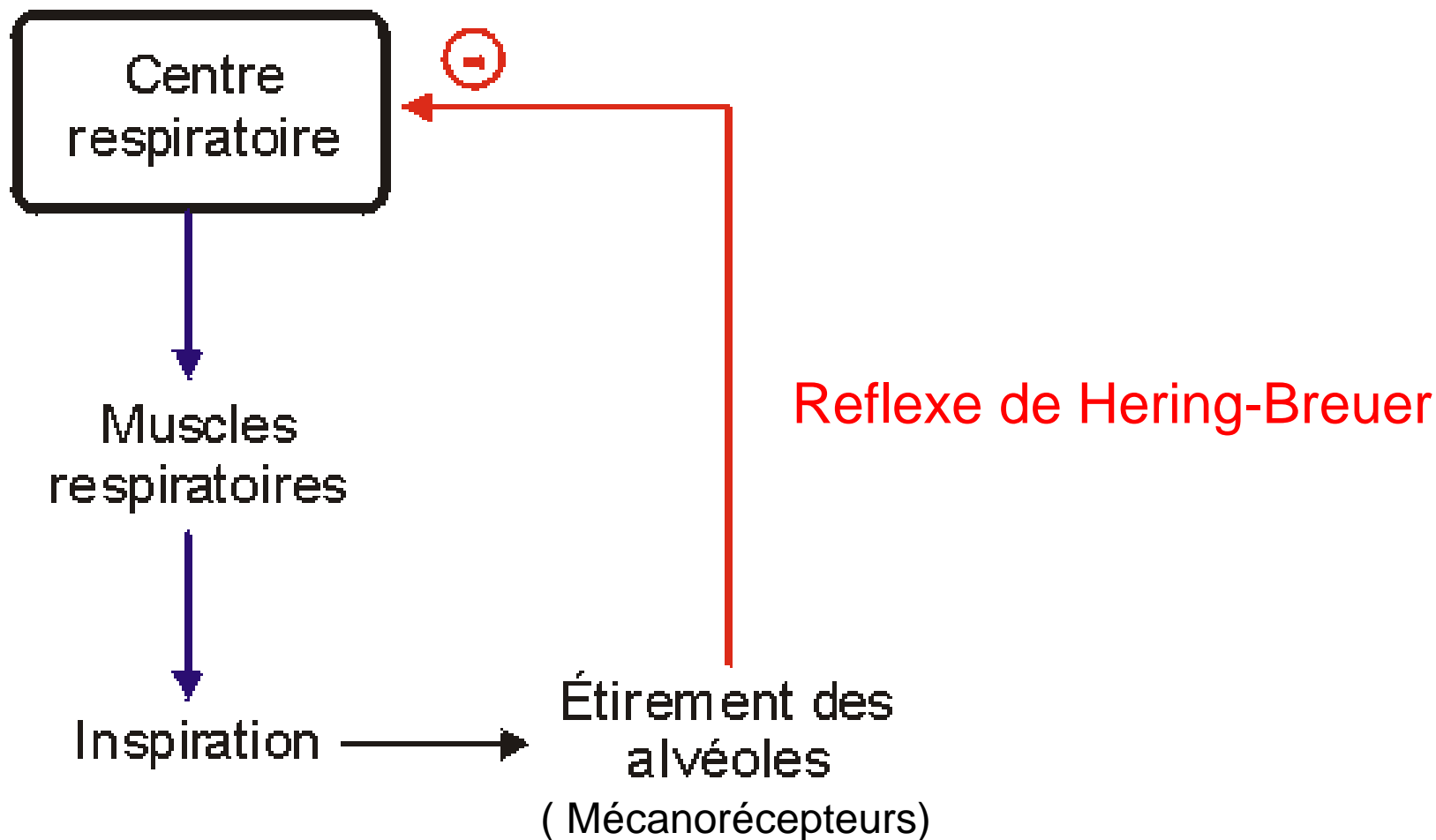
Centre apneustique:
Active le centre inspiratoire.
Domine le centre pneumotaxique.



Régulation nerveuse de la ventilation



(Apneustique et inspiratoire)



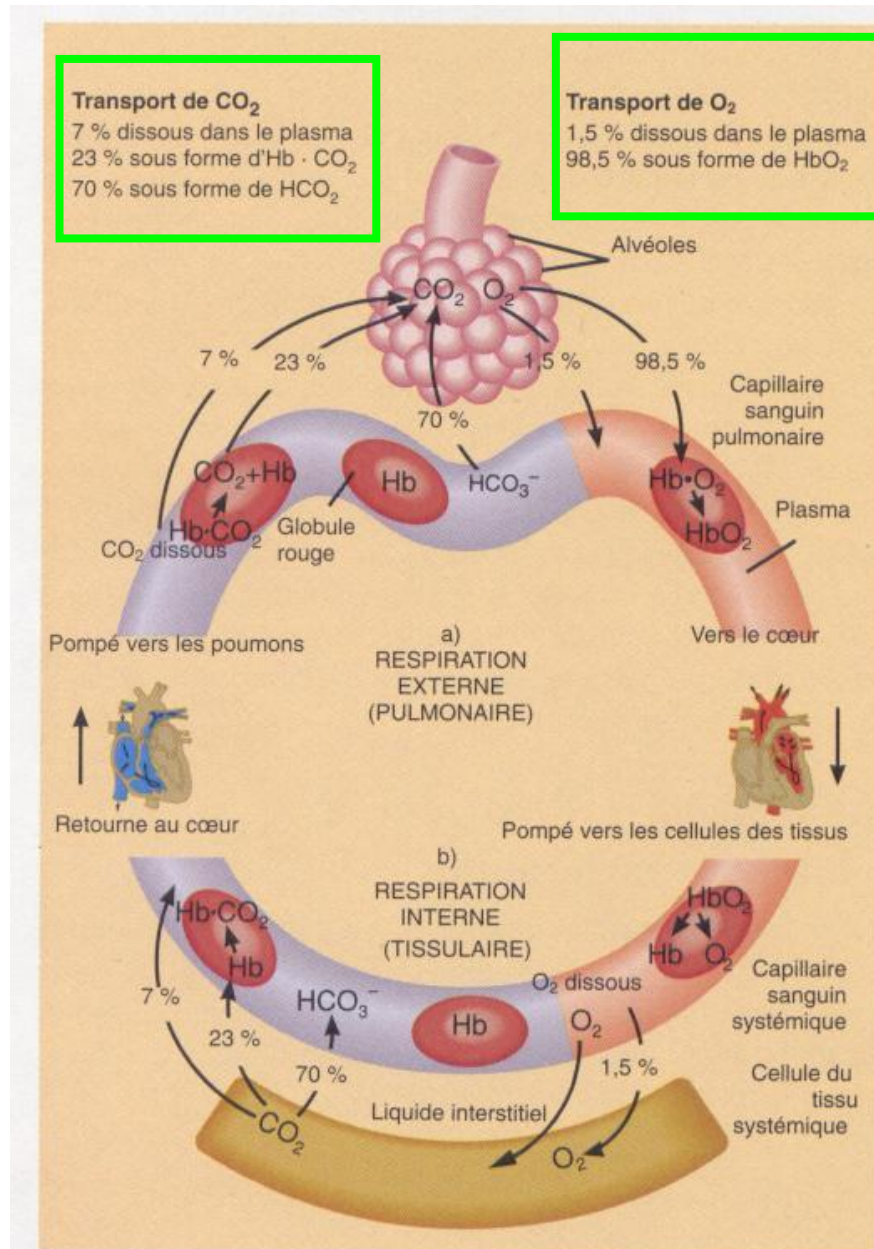
PHYSIOLOGIE DE LA VENTILATION

Régulation humorale de la fréquence de la ventilation

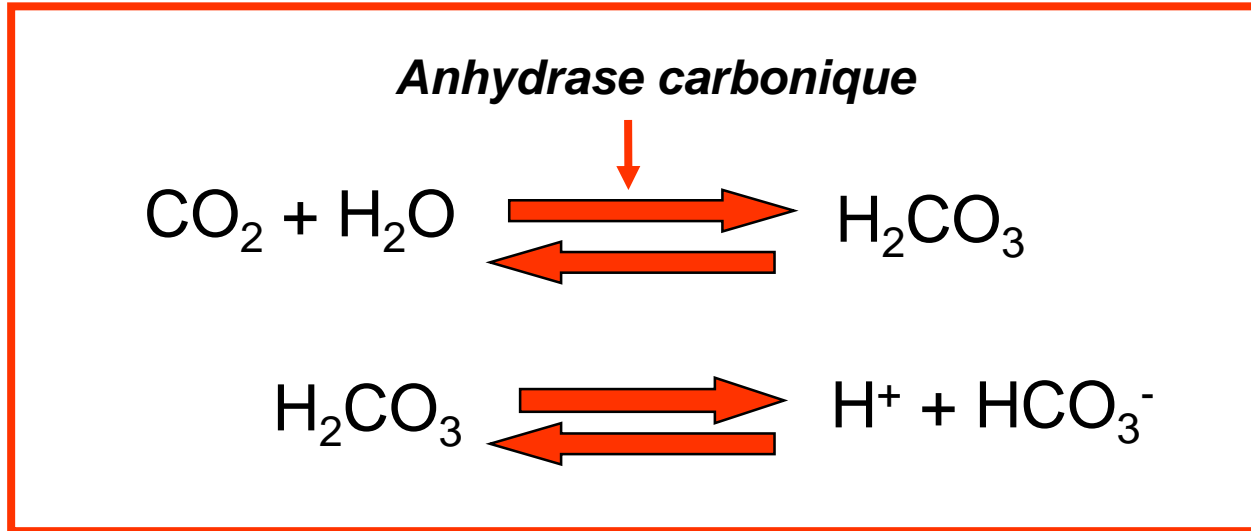
Rythme respiratoire contrôlé par:

- CO₂ et pH sanguin;
- concentration en O₂.

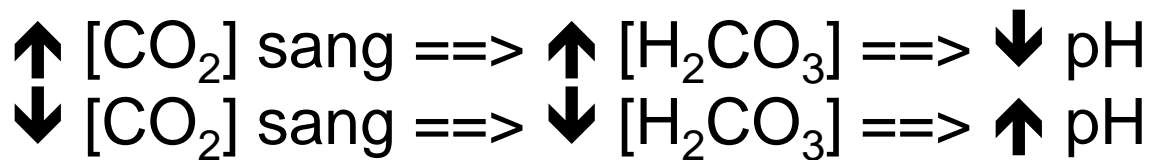
Loi de Dalton, diffusion simple et hémoglobine



Une hausse de CO_2 tend à faire baisser le pH.



Equation de Henderson-Hasselbalch



Le centre respiratoire est sensible au pH

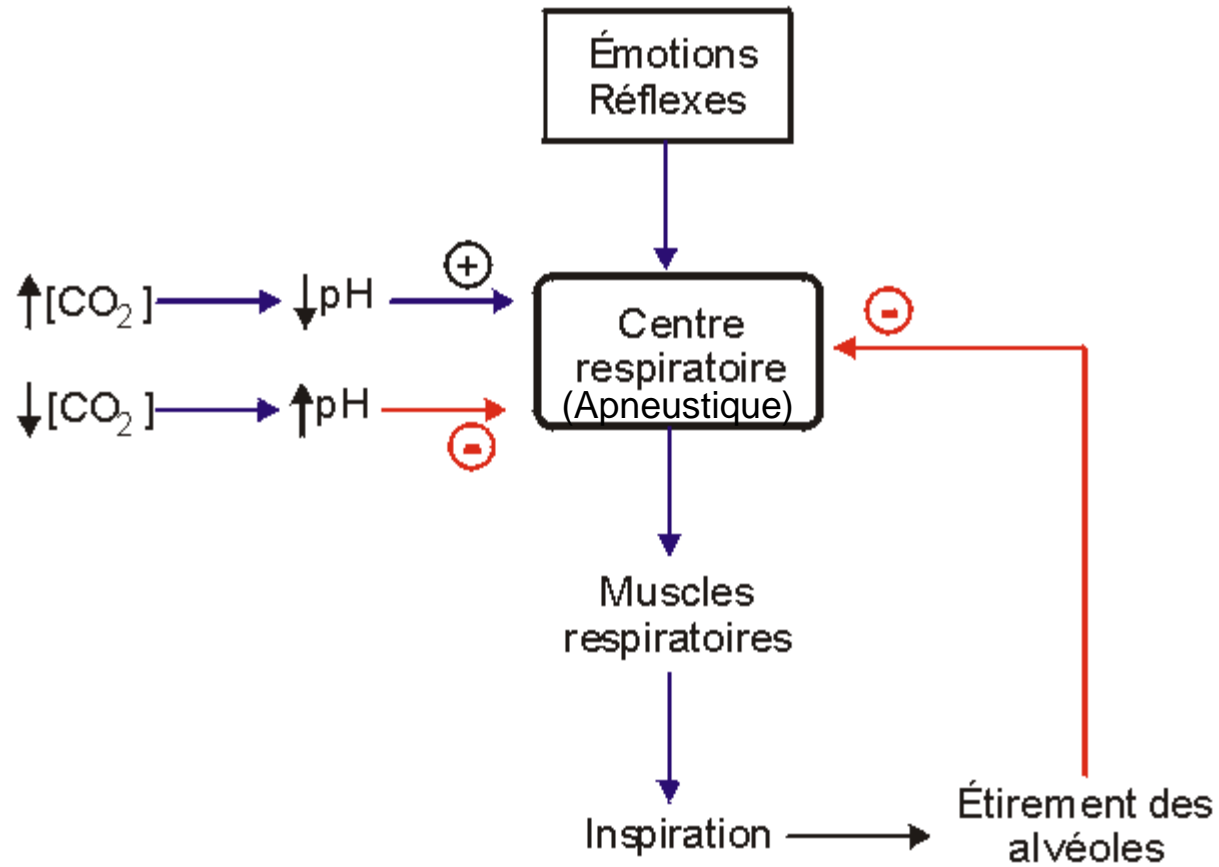
↓ pH ==> Stimulation du centre respiratoire

↑ pH ==> Inhibition du centre respiratoire

↓ [CO₂]_{sang} ==> ↑ pH ==> ↓ ventilation pulmonaire
↑ [CO₂]_{sang} ==> ↓ pH ==> ↑ ventilation pulmonaire

Loi de Dalton

- Chaque gaz dans un mélange, exerce sa propre pression, indépendamment des autres gaz: elle correspond à p.

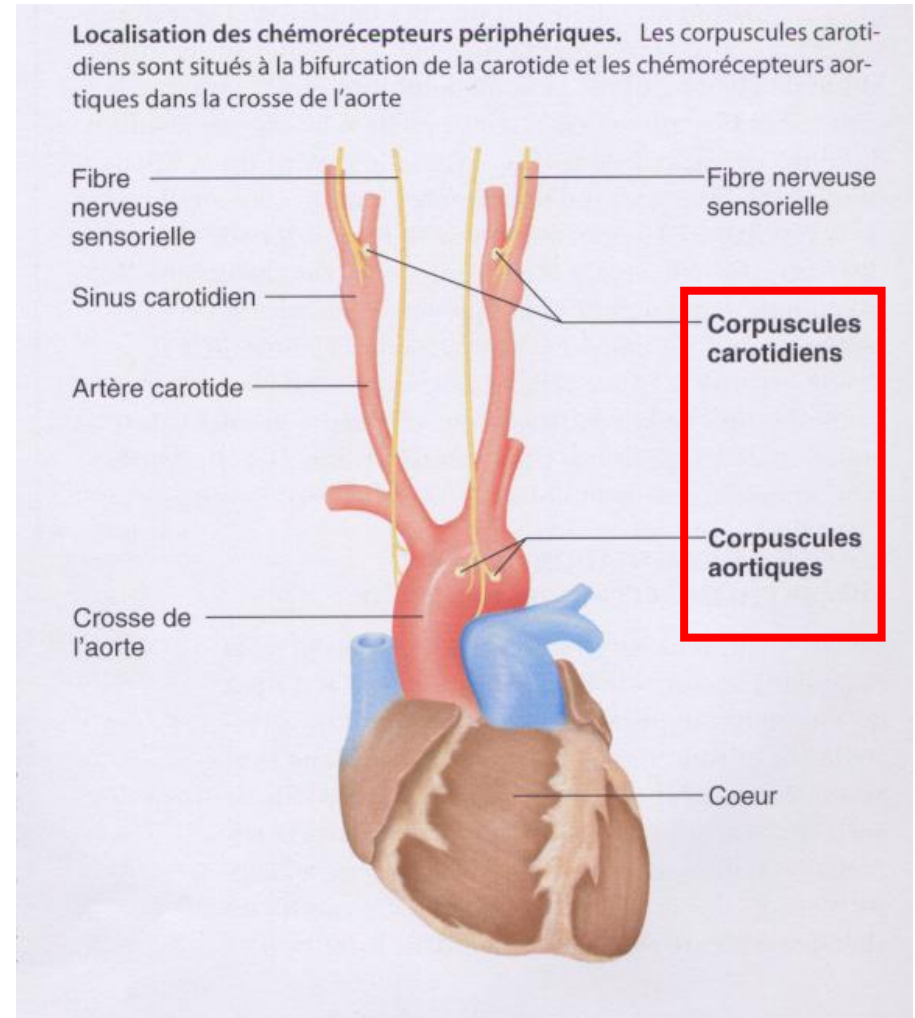


Quel sera l'effet sur la respiration d'une augmentation du taux d'acide lactique dans le sang?

Le centre respiratoire reçoit aussi des influx nerveux provenant de **chémorécepteurs**, des récepteurs nerveux sensibles aux concentrations plasmatiques (dans le sang) de CO_2 , d' O_2 (moins) et de H^+ .

Ces récepteurs sont situés:

- Dans le **bulbe rachidien**;
- dans la **crosse aortique et les carotides** (plus précisément, les sinus carotidiens).



Hausse de CO_2 (ou baisse de O_2 dans le sang).

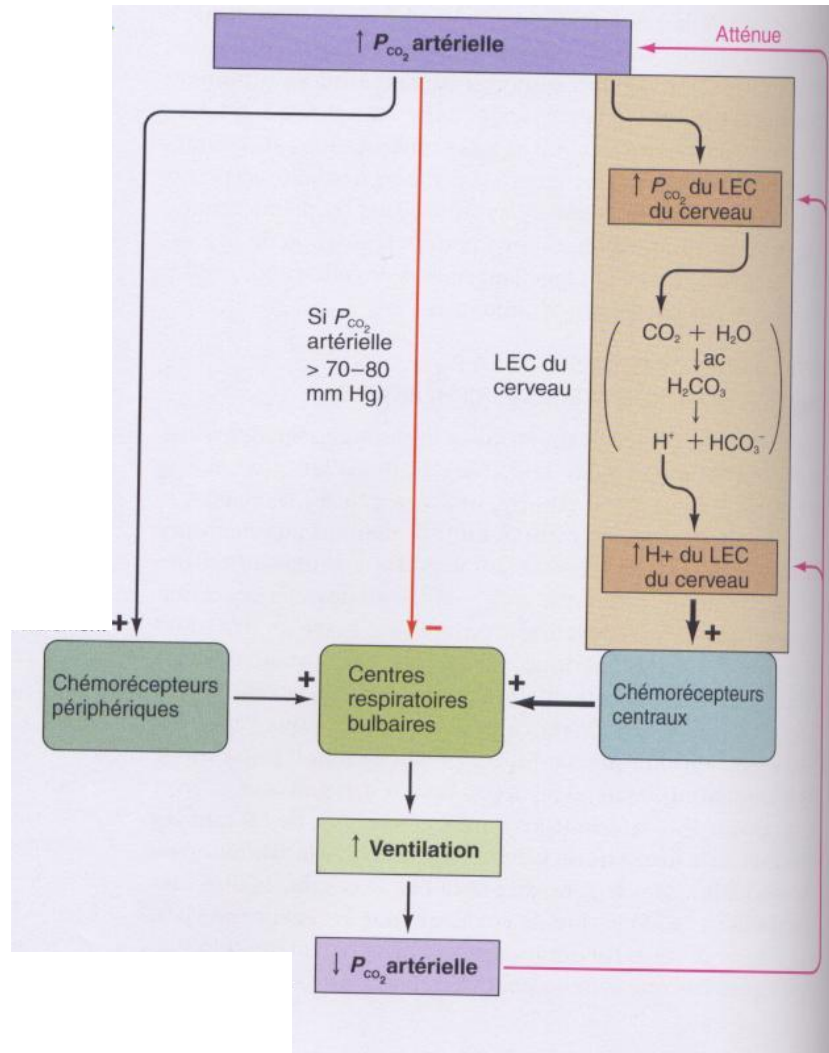
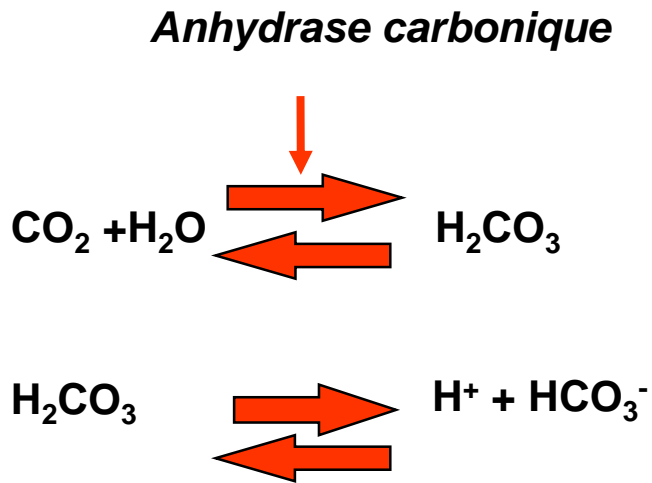


Augmentation de la fréquence respiratoire

Régulation de la ventilation

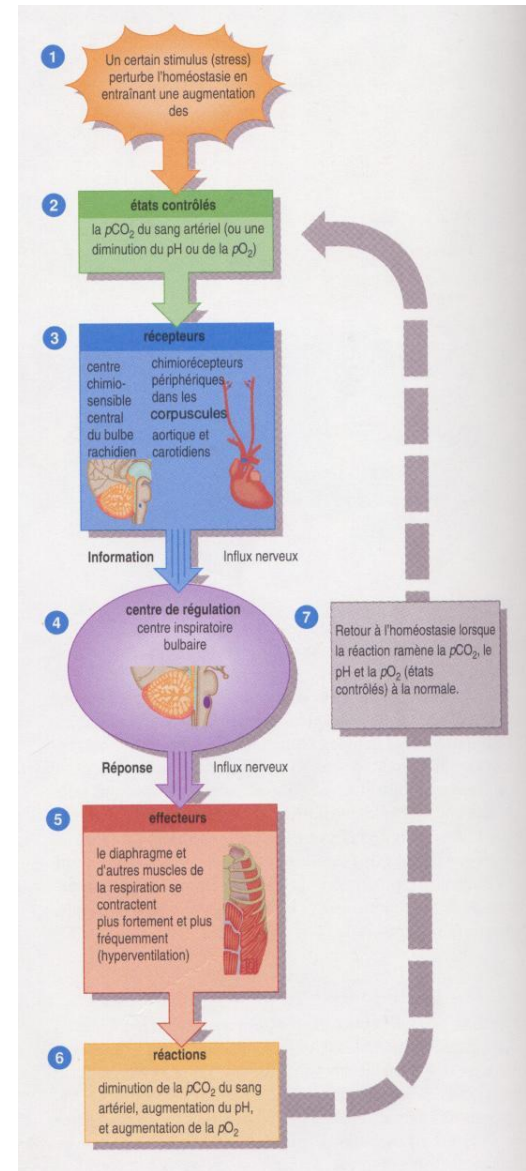
FACTEUR	EFFET SUR LES CHÉMORÉCEPTEURS PÉRIPHÉRIQUES	EFFET SUR LES CHÉMORÉCEPTEURS CENTRAUX
$\downarrow P_{O_2}$ artérielle	Stimulation seulement si la P_{O_2} artérielle tombe à un niveau menaçant (< 60 mm Hg) ; dispositif d'urgence	Dépression directe sur les chémorécepteurs centraux et les centres respiratoires si P_{O_2} artérielle < 60 mm Hg
P_{CO_2} artérielle \uparrow (H^+ \uparrow dans le LEC cérébral)	Stimulation faible	Stimulation forte ; rôle prépondérant dans le réglage de la ventilation (au-dessus de 70-80 mmHg, effet dépresseur direct sur le centre respiratoire et les chémorécepteurs centraux)
$\uparrow H^+$ \uparrow dans le sang artériel	Stimulation ; rôle important dans l'équilibre acido basique	Sans effet ; H^+ ne traverse pas la barrière hémato-encéphalique

Régulation générale de la ventilation



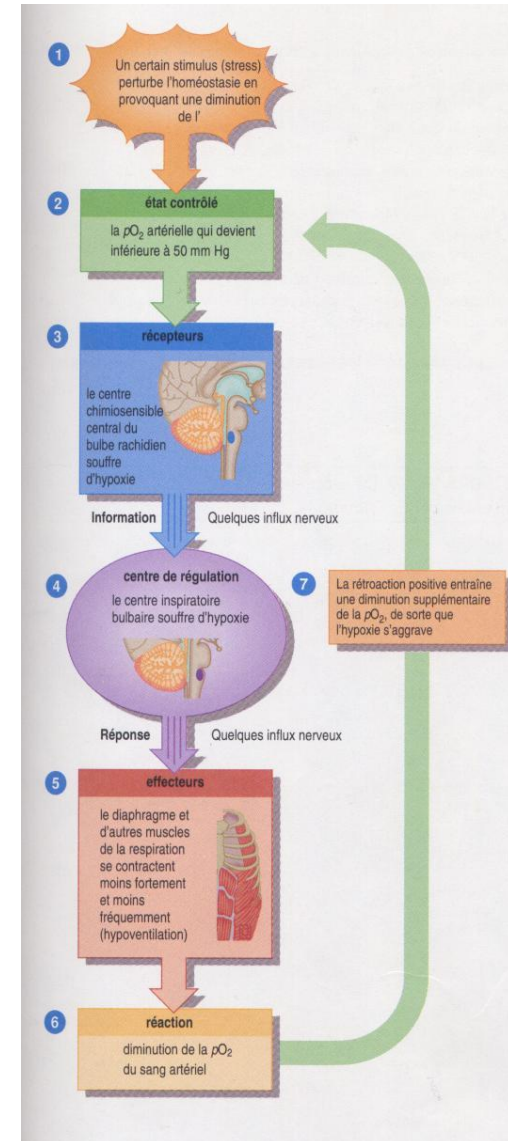
Régulation générale de la ventilation

Contrôle par rétroaction négative de la respiration par de modifications de la $p\text{CO}_2$, de la $p\text{O}_2$ et du pH du sang (concentration en H^+).



Hypoxie grave et réaction en chaîne.

Réduction par rétroaction positive de la pression partielle de l'oxygène dans le sang.



Pathologies: Emphysème et cancers



a) Poumon normal

Pathologies: Emphysème et cancers



a) Poumon normal



Cancer

Emphysème

b) Poumon cancéreux et emphysémateux