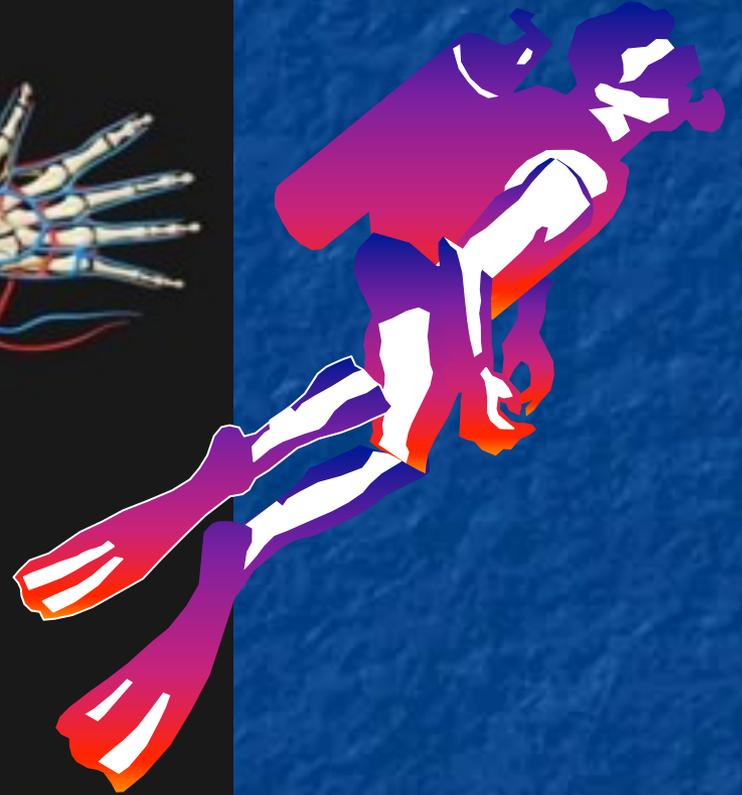
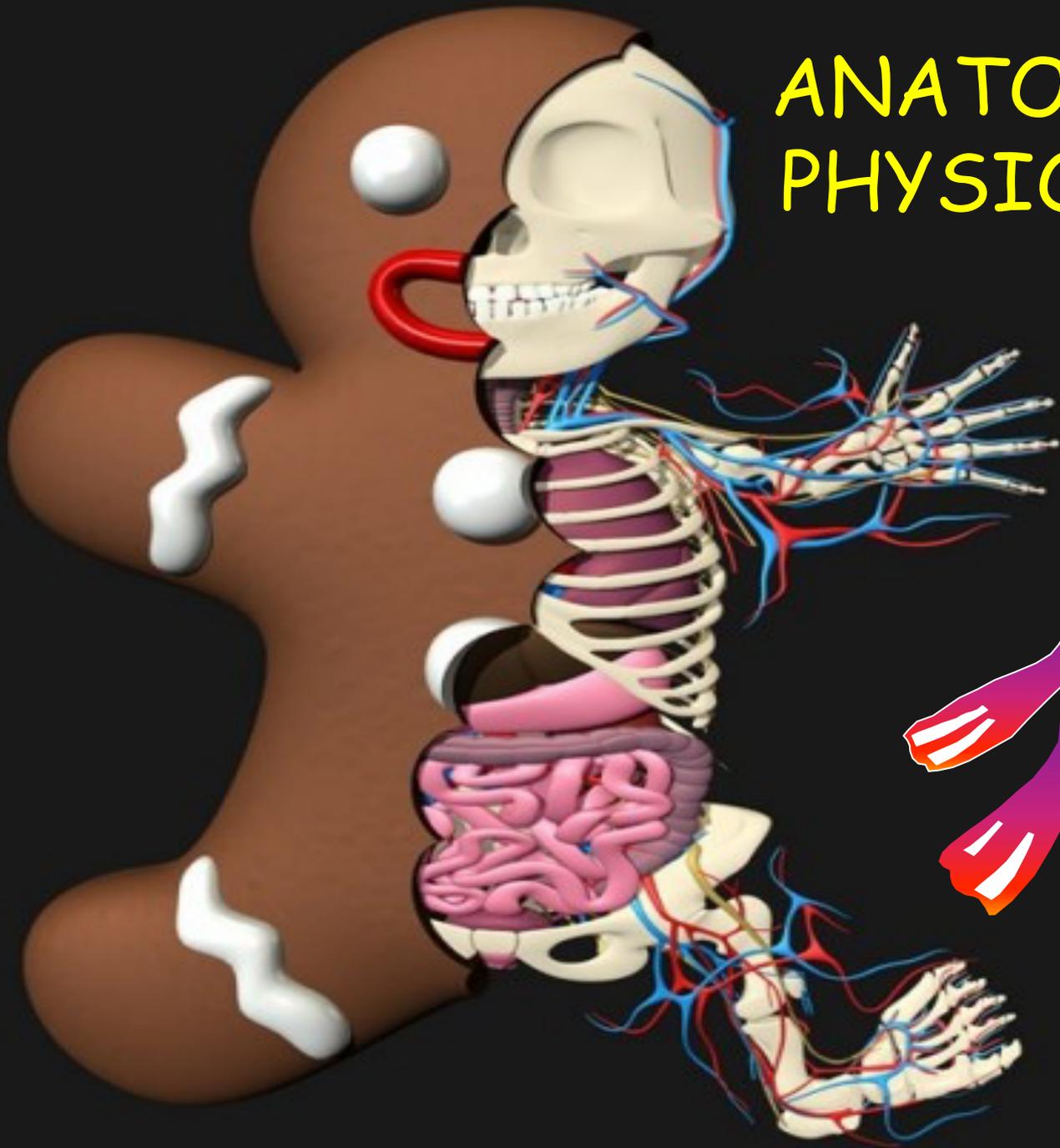


ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE





SYSTEME NERVEUX

LES COMMANDES.

Maintien de l'homéostasie par :

Systeme nerveux :

- Influx nerveux
- Action rapide, mais brève

Systeme endocrinien :

- Sécrétion d'hormones dans le sang
- Action lente, mais soutenue

LE SYTEME NERVEUX.

1) FONCTION, (Introduction, généralités),

2) ORGANISATION,

3) ANATOMIE

4) PHYSIOLOGIE, (Les cellules du SN, le SNV, le système Hormonal),

5) ET LA PLONGEE

Tout ce que nous connaissons du monde n'est point un environnement siégeant "autour" de notre organisme, mais seulement l'activité relationnelle que les neurones de notre système nerveux entretiennent entre eux.

LE SYSTEME NERVEUX.

1) Fonction.

INTRODUCTION.

Le Système nerveux est le système le plus différencié, le plus complexe, le plus organisé et le plus hiérarchisé de notre organisme.

Il contrôle et harmonise l'activité musculaire, règle l'homéostasie, (*état d'équilibre intérieur d'un organisme face à des modifications du milieu extérieur*), grâce à une organisation composée de Centres Nerveux spécialisés, de Capteurs Sensoriels et de Cellules spécialisées dans le transport de l'information.

LE SYTEME NERVEUX.

1) FONCTION, (Introduction, généralités),

2) ORGANISATION,

3) ANATOMIE

4) PHYSIOLOGIE, (Les cellules du SN, le SNNV, le système Hormonal),

(5) ET LA PLONGEE

Tout ce que nous connaissons du monde n'est point un environnement siégeant "autour" de notre organisme, mais seulement l'activité relationnelle que les neurones de notre système nerveux entretiennent entre eux.

LE SYSTEME NERVEUX.

2) ORGANISATION

Centres Nerveux Spécialisés

ANALYSEUR / EMETTEUR



Cellules Spécialisées

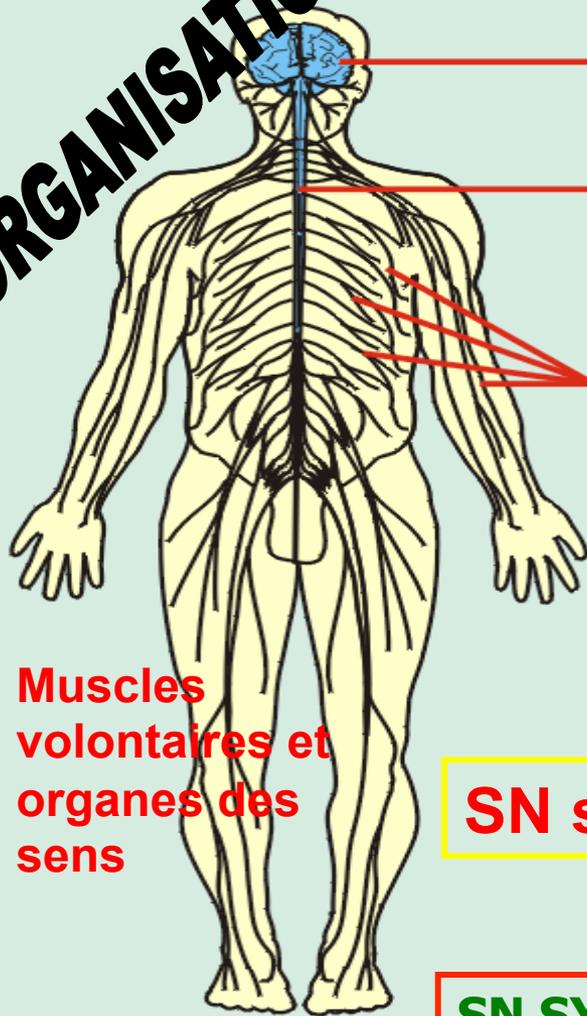
Capteurs Sensoriels

RECEPTEURS

REPONSE !!!!

LE SYSTEME NERVEUX.

2) ORGANISATION



Encéphale

Moelle épinière

Nerfs

Systeme nerveux central

Systeme nerveux périphérique

12 p. nerfs crâniens

31 p. nerfs rachidiens

Muscles volontaires et organes des sens

SN somatique

SN végétatif

Organes végétatifs

SN SYMPATHIQUE

SN PARA SYMPATHIQUE

LE SYSTEME NERVEUX.

**CAPTEURS
SENSORIELS**

**Nerfs SENSITIFS
(Afférents)**

**Systeme nerveux CENTRAL
(SNC)**

**Nerfs MOTEURS
(Efférents)**

Systeme nerveux PERIPHERIQUE (SNP)

Muscles
volontaires et
organes des
sens

SN somatique

Organes
végétatifs

SN végétatif

SN sympathique

SN parasympathique

LE SYTEME NERVEUX.

1) FONCTION, (Introduction, généralités),

2) ORGANISATION,

3) ANATOMIE

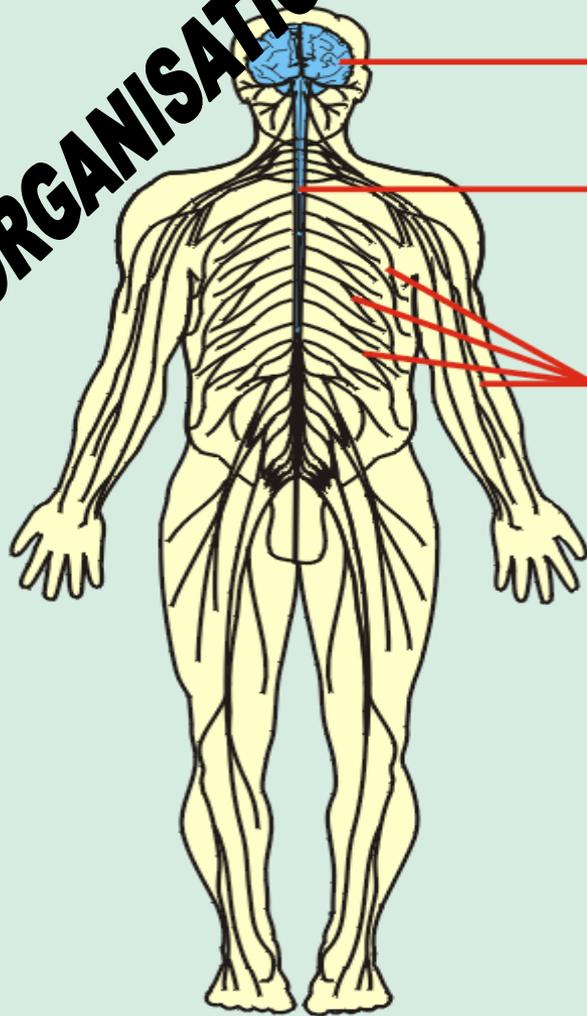
4) PHYSIOLOGIE, (Les cellules du SN, le SNNV, le système Hormonal),

(5) ET LA PLONGEE

Tout ce que nous connaissons du monde n'est point un environnement siégeant "autour" de notre organisme, mais seulement l'activité relationnelle que les neurones de notre système nerveux entretiennent entre eux.

LE SYSTEME NERVEUX.

2) ORGANISATION



Encéphale

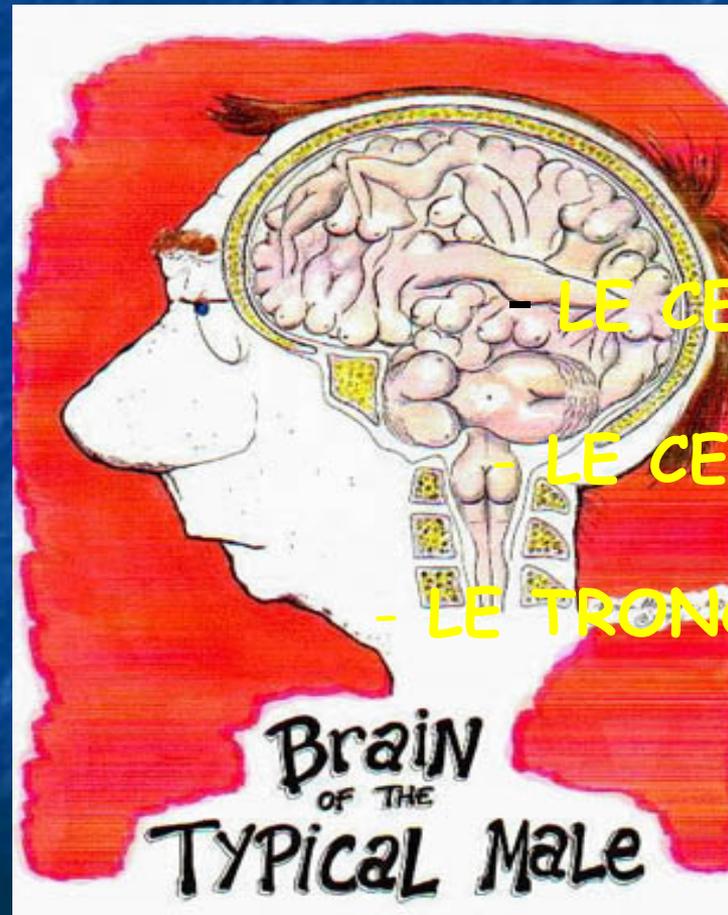
Moelle
épineière

Système nerveux
central

Systeme Nerveux Central

3) Anatomie

L'ENCEPHALE



- LE CERVEAU,

- LE CERVELET,

- LE TRONC CEREBRAL

Systeme Nerveux Central

3) Anatomie.

- LE CERVEAU.

Il pèse environ 1200g,

Il est divisé en 2 hémisphères, entourés par des enveloppes, (*les méninges*), et baignant dans le liquide Cérébro-Spinal, (*Céphalo-rachidien*).

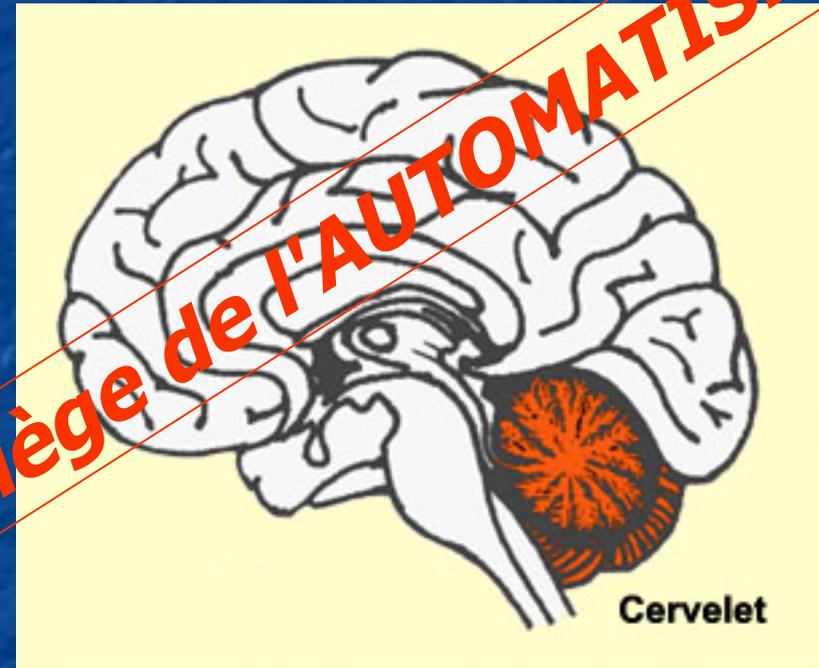
Le cerveau est le principal organe du système nerveux central des animaux. Le cerveau traite les informations en provenance des sens, contrôle de nombreuses fonctions du corps, dont la motricité volontaire, et constitue le siège des fonctions cognitives.

Systeme Nerveux Central

3) Anatomie.

- LE CERVELET.

- Les influx proprioceptifs qu'il reçoit le renseignent à chaque instant sur la position des différents segments du corps les uns par rapport aux autres



C' est le siège de l'AUTOMATISME

- De plus il participe aussi à la coordination des mouvements volontaires et automatiques.

Systeme Nerveux Central

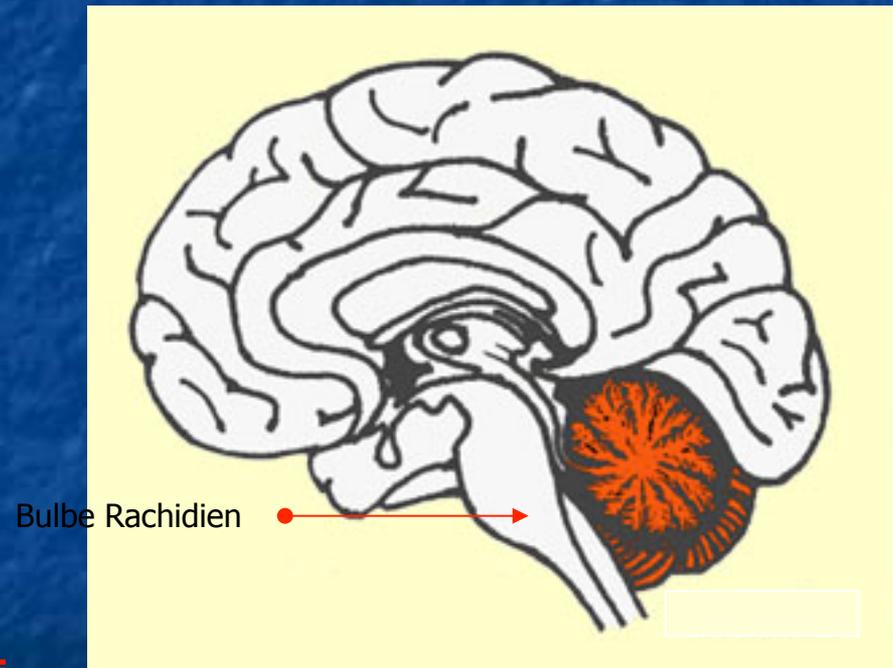
3) Anatomie.

- LE TRONC CEREBRAL. Le bulbe Rachidien

C'est le centre de la vie végétative. Il tient sous sa dépendance la régulation des grandes fonctions :

- Cardiaque,
 - Ventilatoire,
 - Pression Artérielle,
- mais aussi des réflexes élémentaires: oculo-cardiaque, et déglutition.

C'est une partie du cerveau qui est très primitive (Reptile).



Systeme Nerveux Central

3) Anatomie,

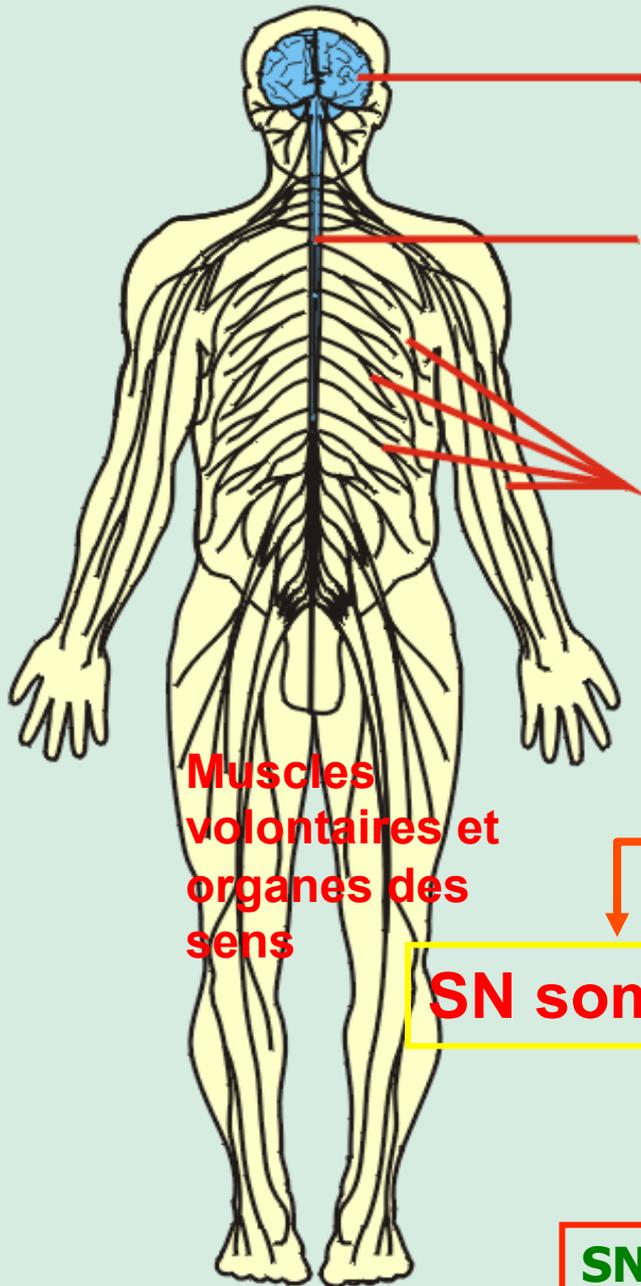
LA MOELLE EPINIERE.

Ruban long de 45 cm sur 1 cm de diamètre, 26 à 30 grammes, dont la substance blanche est extérieure.

Il se situe dans le canal vertébral protégé par les méninges et le LCR.

Sa substance grise donne naissance à des racines nerveuses rachidiennes (antérieures et postérieures), donnant à leur tour des nerfs spinaux mixtes (31 paires). Par ces nerfs arrivent l'influx nerveux sensitifs et partent les influx nerveux moteurs destinés aux muscles.

3) Anatomies.



Nerfs

Systeme nerveux
périphérique

12 p. nerfs crâniens

31 p. nerfs rachidiens

Organes
végétatifs

SN somatique

SN végétatif

SN SYMPATHIQUE

SN PARA SYMPATHIQUE

3) Anatomies.

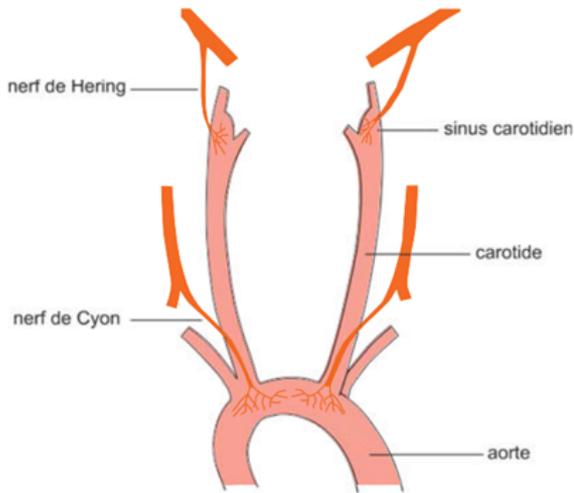
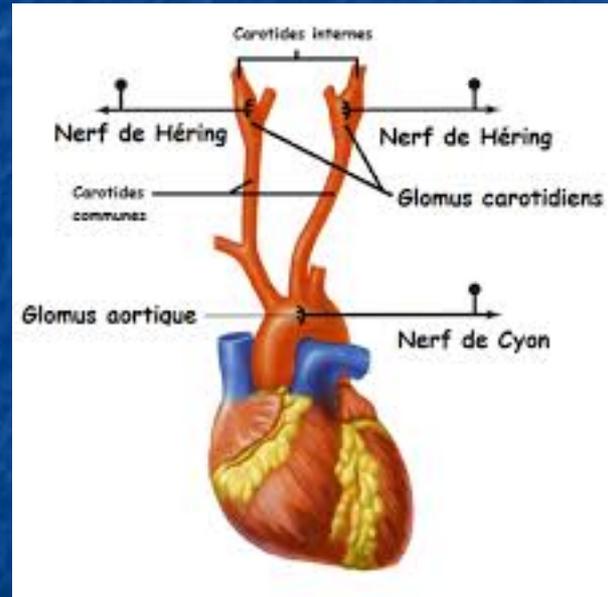
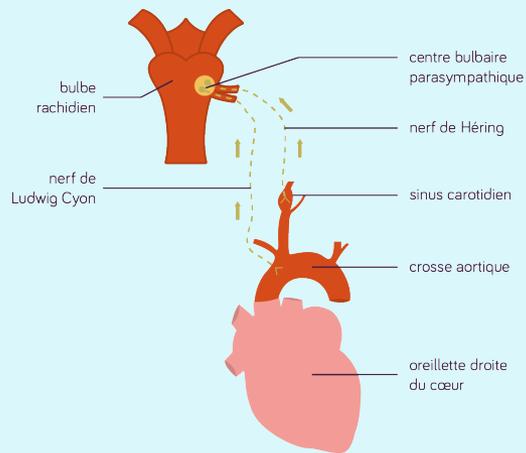


Schéma des nerfs de Cyon et de Hering reliés aux barorécepteurs



Chémorécepteurs (Glomus)

LE SYTEME NERVEUX.

1) FONCTION, (Introduction, généralités),

2) ORGANISATION,

3) ANATOMIE

4) PHYSIOLOGIE, (Les cellules du SN, le SNNV, le système Hormonal),

(5) ET LA PLONGEE

Tout ce que nous connaissons du monde n'est point un environnement siégeant "autour" de notre organisme, mais seulement l'activité relationnelle que les neurones de notre système nerveux entretiennent entre eux.

LES CELLULES DU SYSTEME NERVEUX

4) Physio

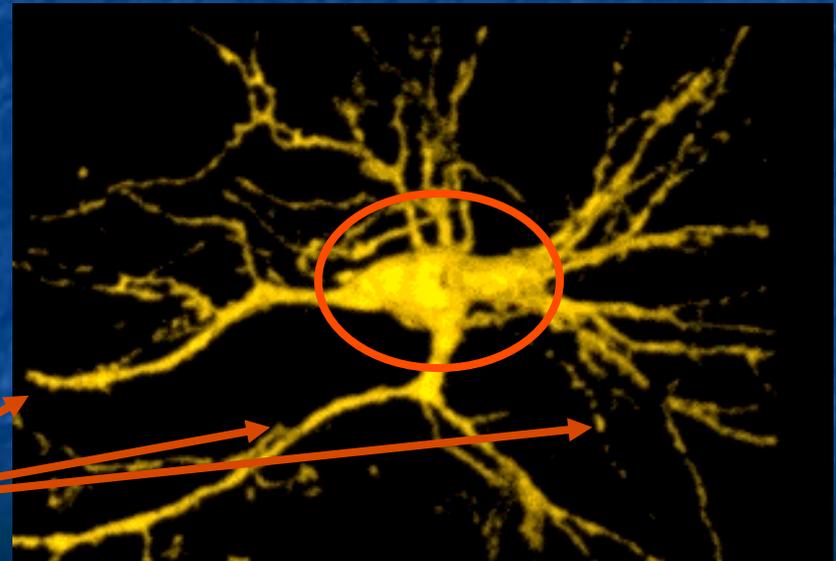
Neurones On estime à environ 100 milliards pour le cerveau et environ 500 million pour l'intestin...

Cellules gliales (environ 50%)

Chaque neurone est formé :

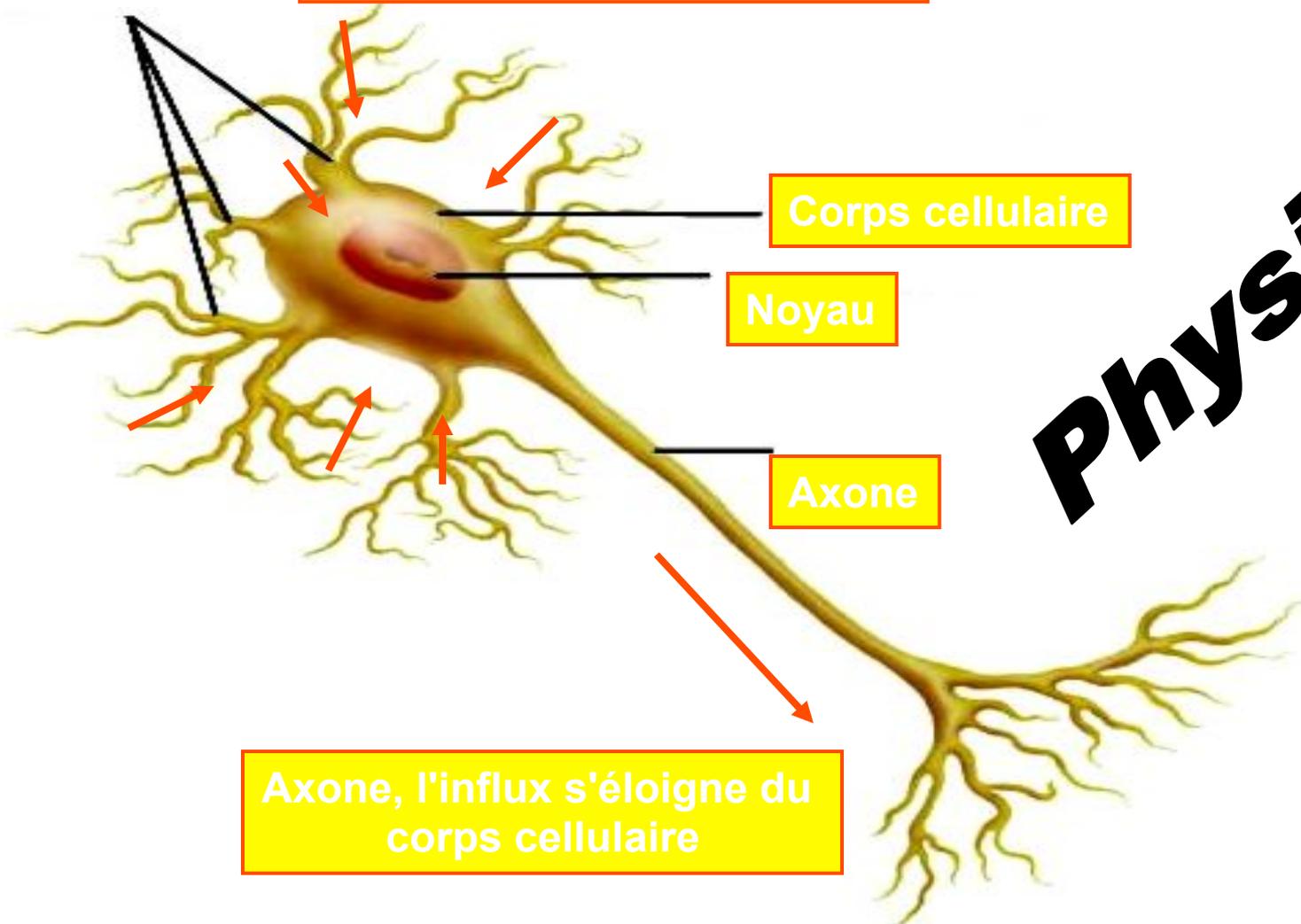
- D'un **corps cellulaire**
- De prolongements fins = **axone et dendrites**

Prolongements



Dendrites

L'influx se dirige vers corps cellulaire



Corps cellulaire

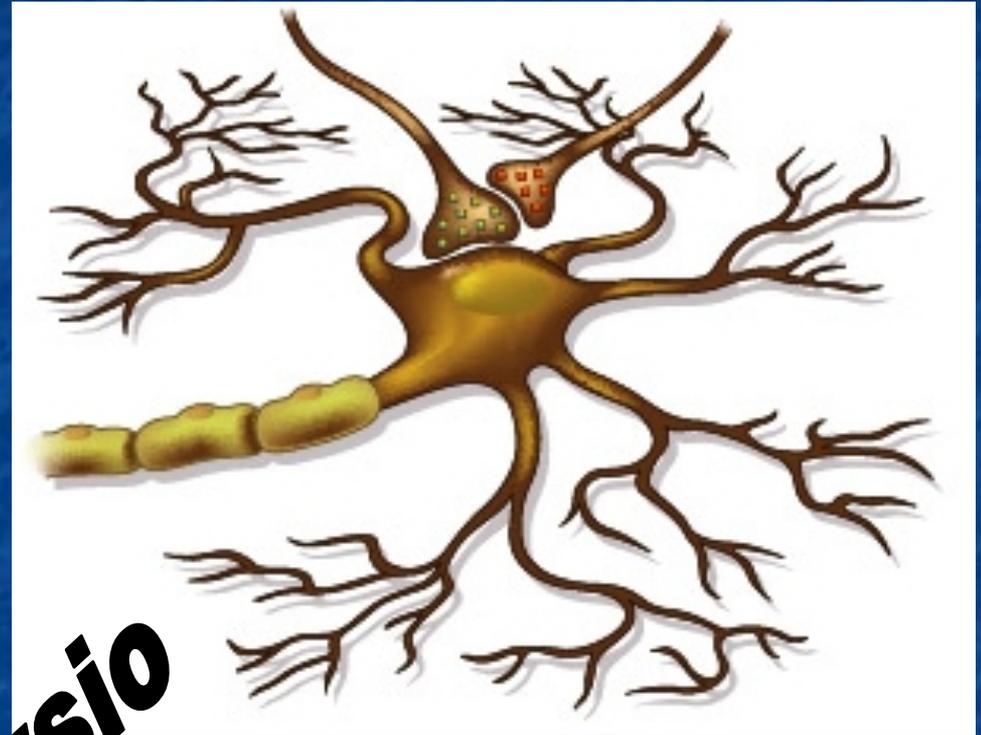
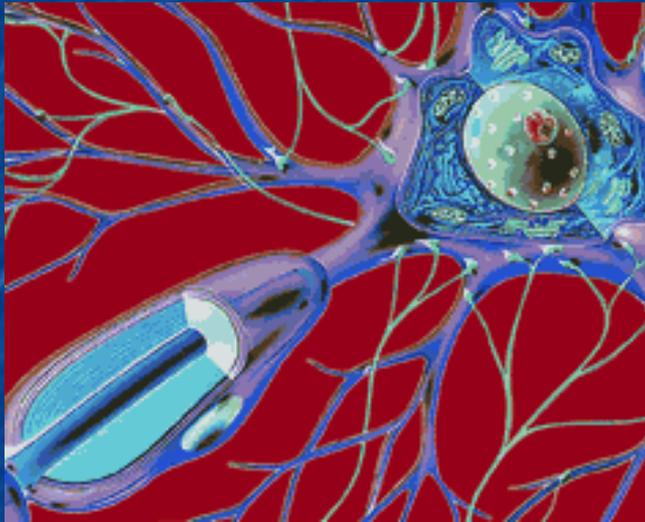
Noyau

Axone

Physio

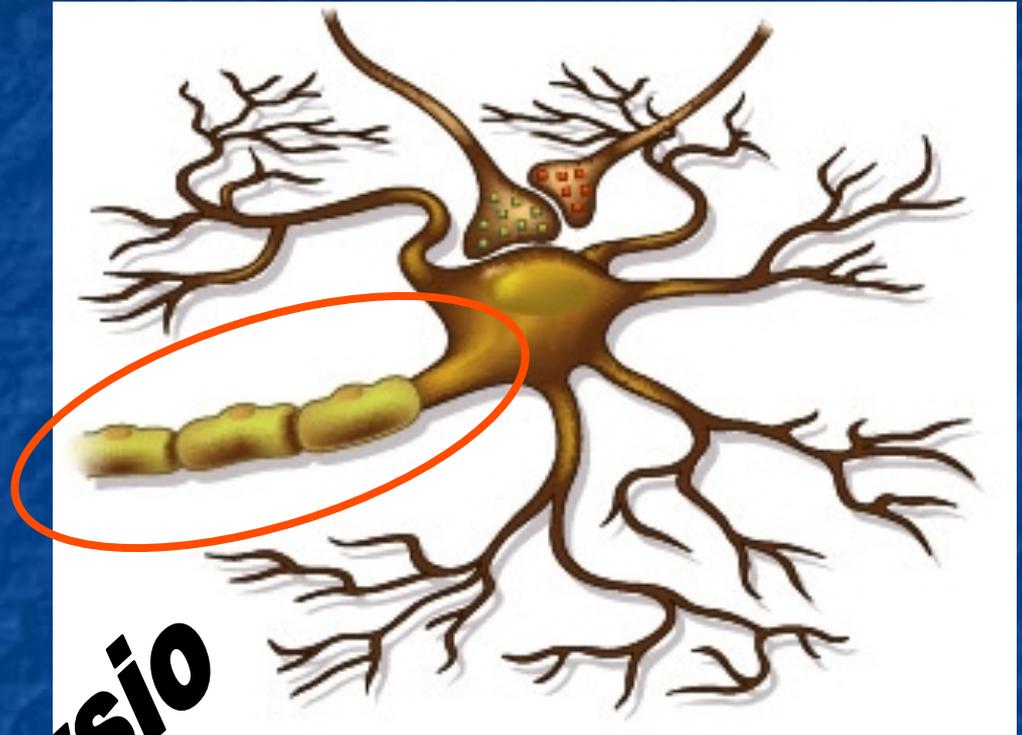
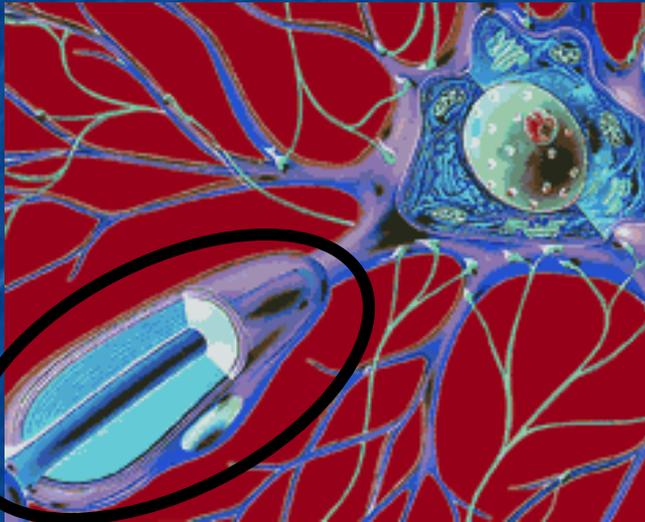
Axone, l'influx s'éloigne du corps cellulaire

Axones longs souvent recouverts d'une gaine de myéline.



4) Physio

Axones longs souvent recouverts d'une gaine de myéline.

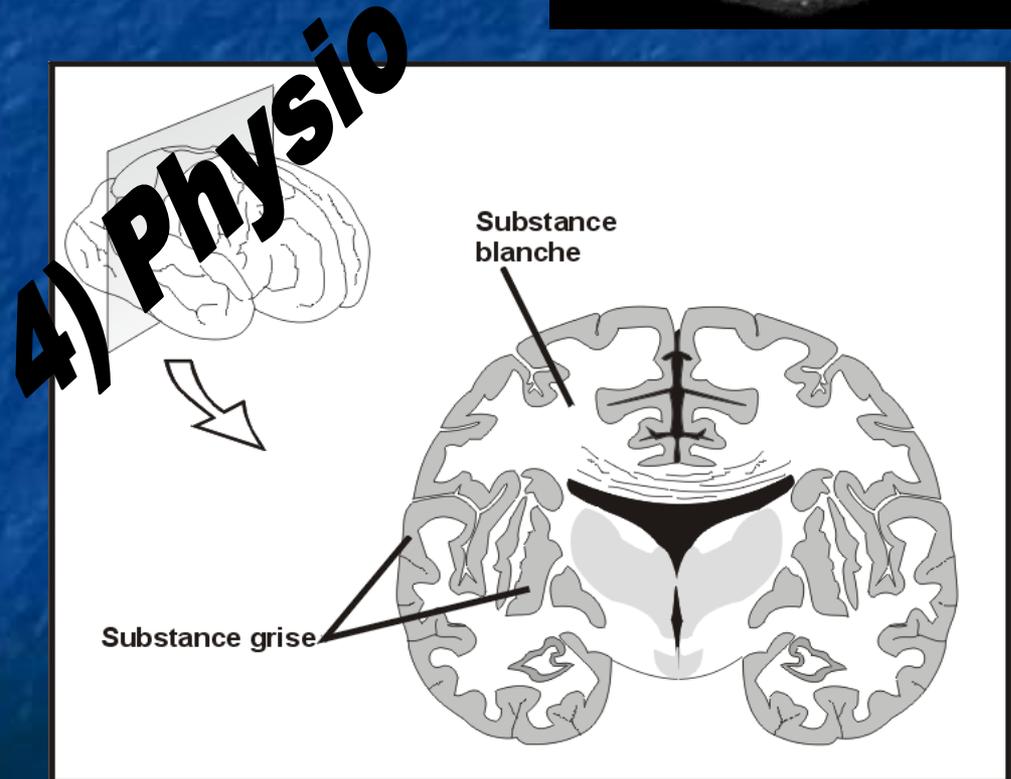
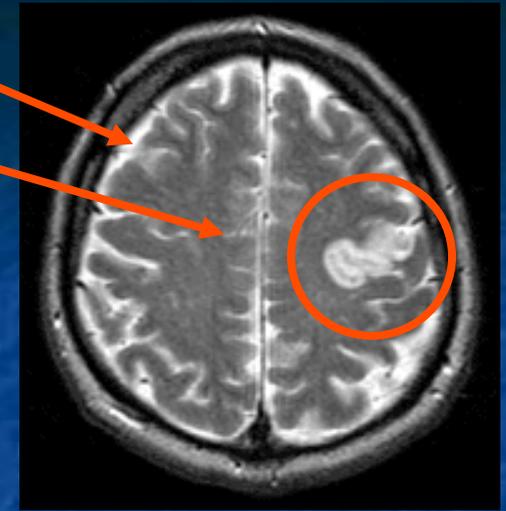


4) Physio

Substance blanche

Substance blanche :

- formée surtout d'axones myélinisés
- permet la liaison nerveuse des zones éloignées

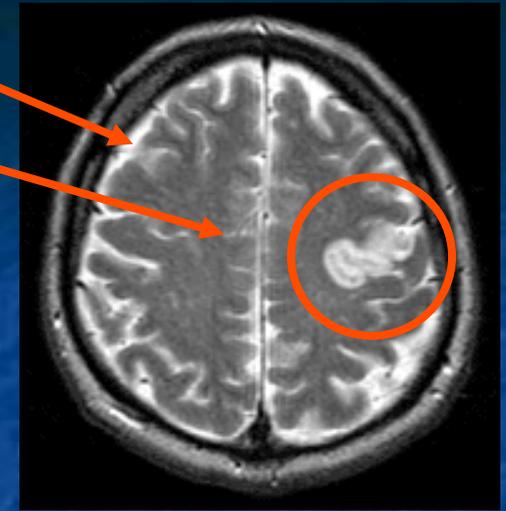


Substance blanche

Substance grise

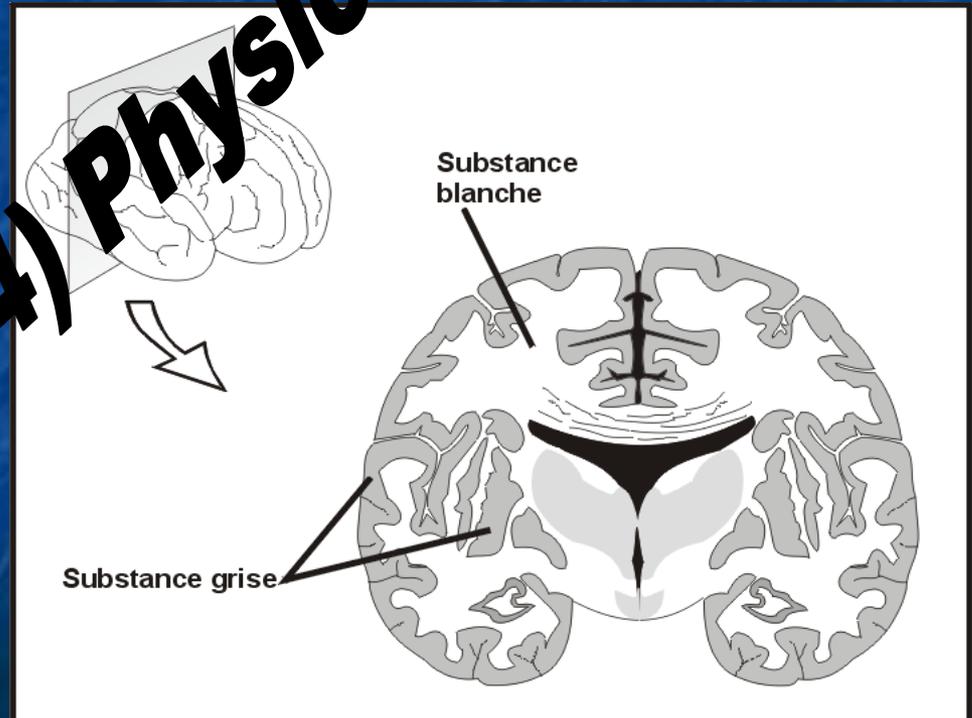
Substance blanche :

- formée surtout d'axones myélinisés
- permet la liaison nerveuse des zones éloignées



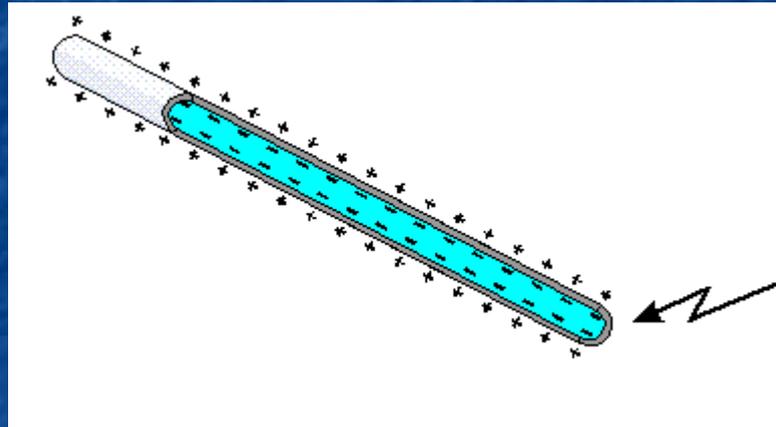
Substance grise :

- formée surtout de corps cellulaires, permet la liaison nerveuse des zones proches.



LES CELLULES DU SYSTEME NERVEUX

4) Physio

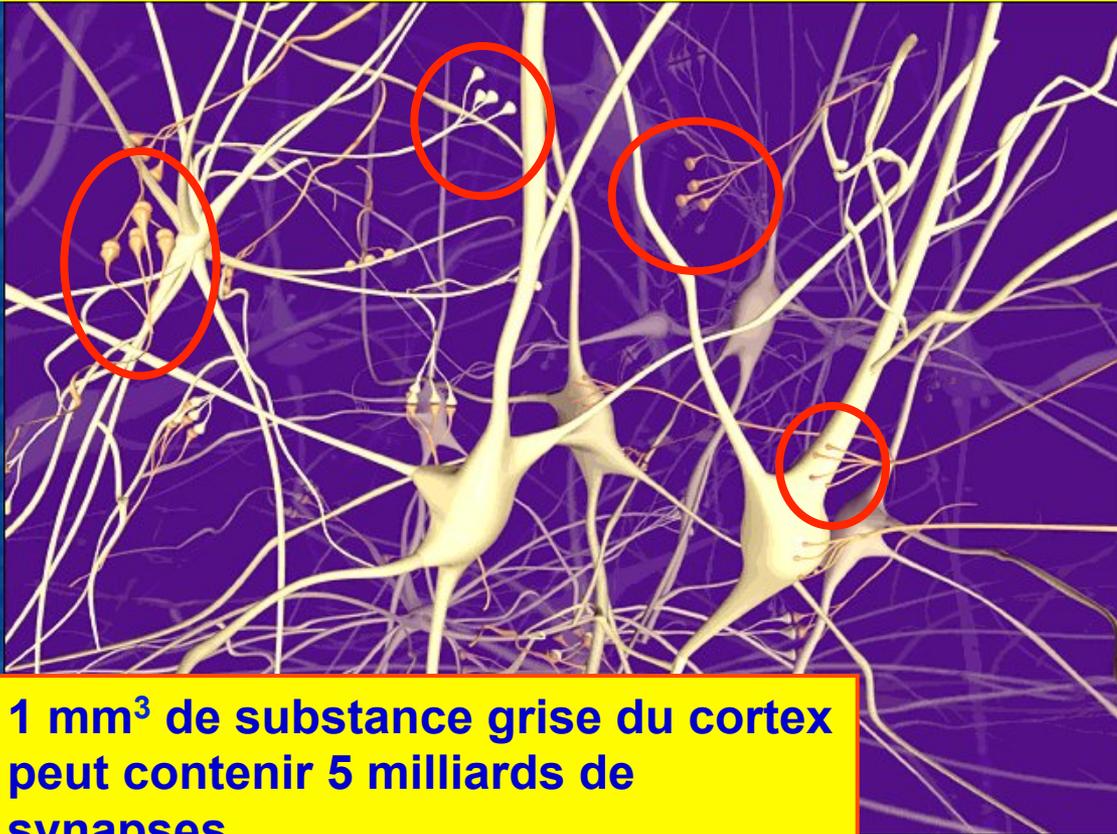


~ 3 Km / heure à ~ 300 Km / heure

LES CELLULES DU SYSTEME NERVEUX

LA TRANSMISSION SYNAPTIQUE

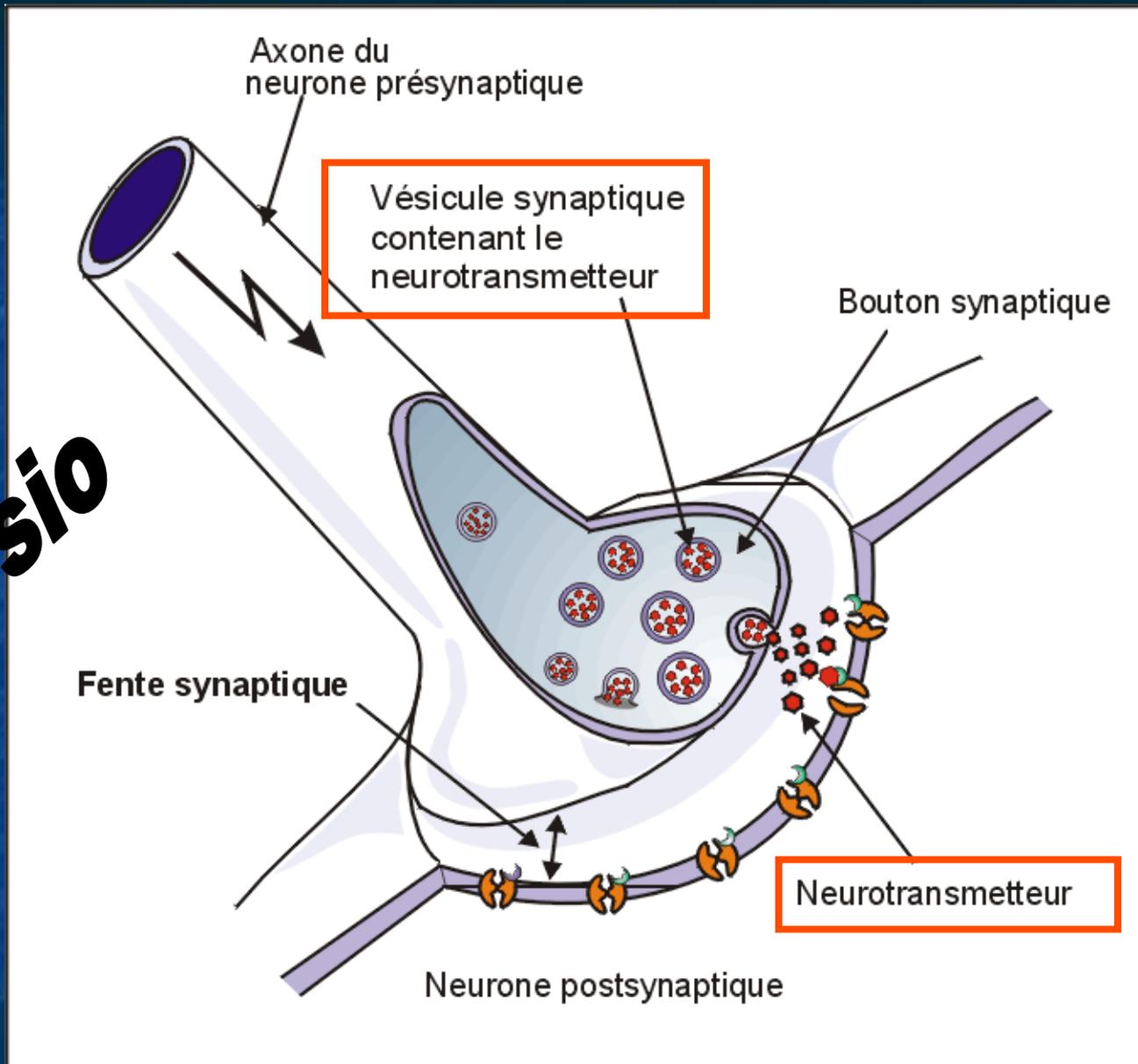
Synapses = point de « connexion » entre deux neurones



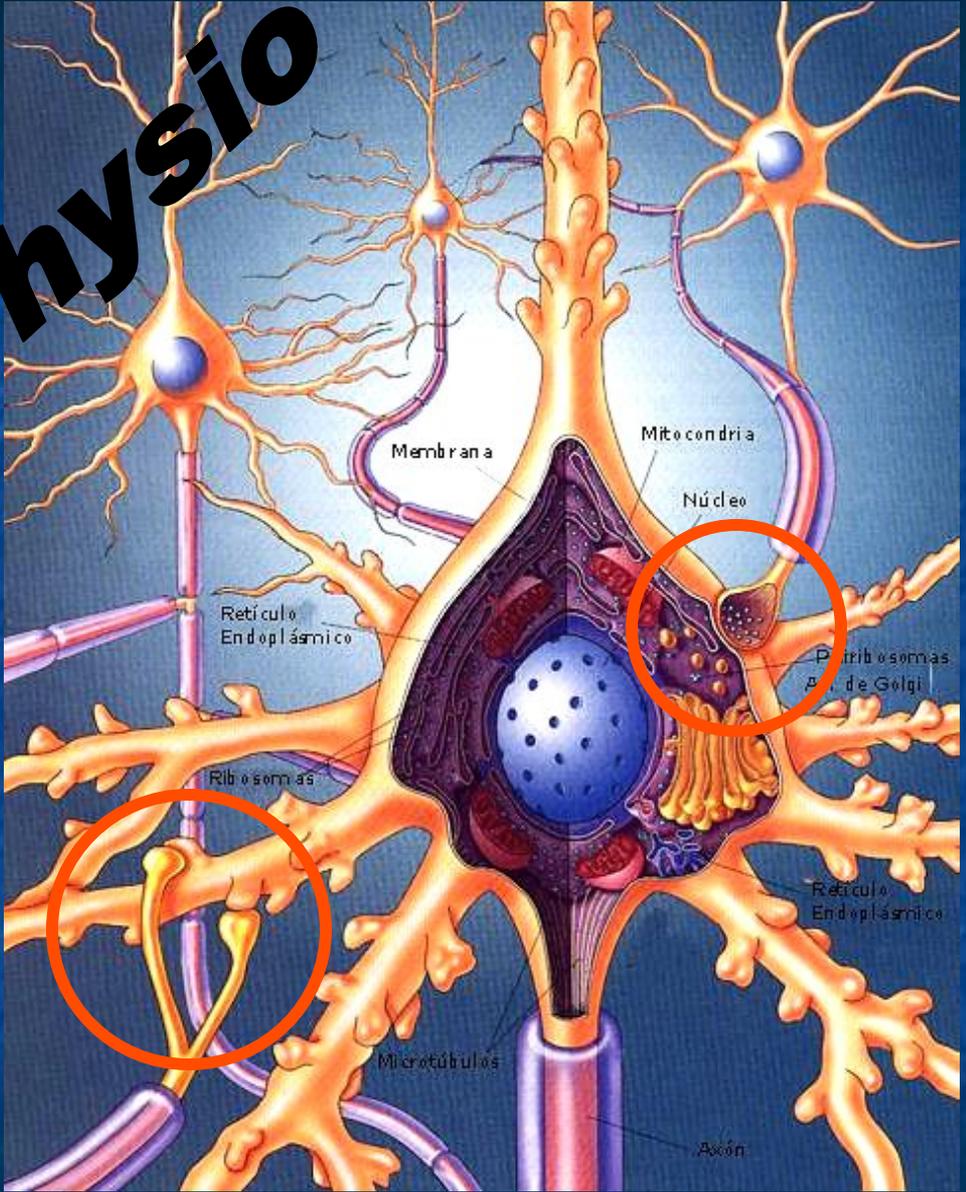
Les Synapses sont un moyen de communication entre Neurones, entre Neurones et Cellules musculaires et entre neurones et les viscères.

1 mm³ de substance grise du cortex peut contenir 5 milliards de synapses.

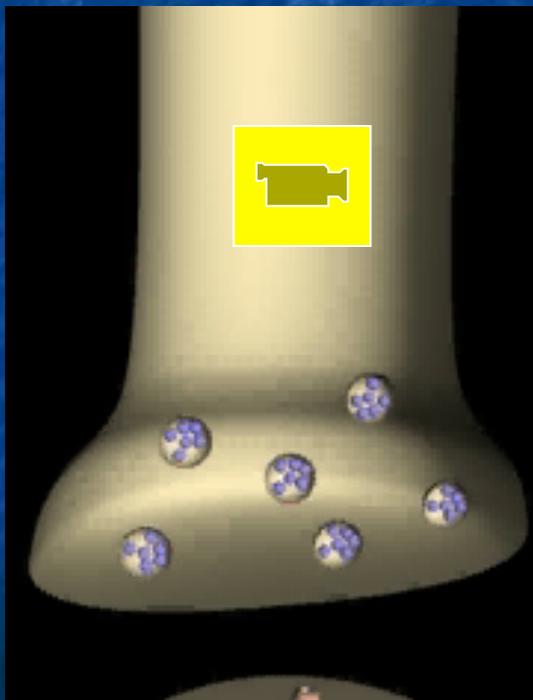
4) Physio



Physio



Physio



LE SN NEURO VEGETATIF

Physio

Ce système régit de façon permanente toutes les fonctions de la vie végétative, vie échappant à notre volonté.

Cette activité est **REGULEE** par l'équilibre de 2 systèmes antagonistes :

- Le système sympathique,
- Le système parasympathique.

Ces 2 systèmes interviennent par l'intermédiaire de médiateurs chimiques:

- La Noradrénaline, pour le système sympathique, et
- L'Acétylcholine pour système parasympathique.

LE SYSTEME HORMONAL

(Endocrinien)

4) Physio

Le système hormonal est un **des deux systèmes de communication de l'organisme avec le système nerveux**. C'est un système de communication lent, qui agit plus longtemps et de manière plus dispersée

Contrairement au système nerveux qui utilisait des cellules (neurones) pour transmettre l'information, le système endocrinien communique grâce à des molécules particulières appelées **hormones**.

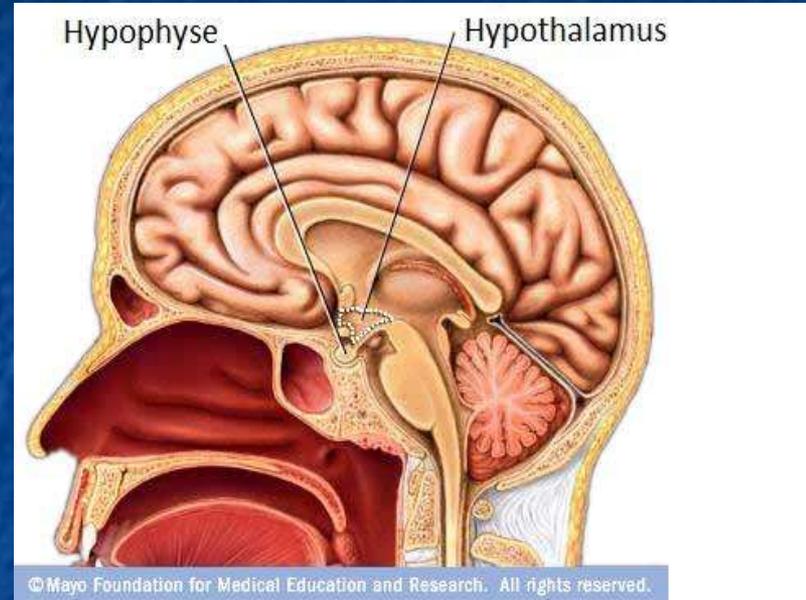
Les hormones sont des molécules produites au niveau d'une glande endocrine spécifique et circule dans le sang jusqu'à leur cible.

EX: Les Glandes surrénales sécrètent de l'Adrénaline et de la Noradrénaline responsables de la constriction des vaisseaux et augmentation de la FC

Le chef d'orchestre de l'Hormone est l'Hypophyse, organe glandulaire situé dans le crâne en étroite corrélation avec le SNC

LE SYSTEME HORMONAL (Endocrin)

4) Physio



l'hypothalamus et l'hypophyse servent de pont entre le système nerveux autonome et le système endocrinien. Il est en effet impliqué dans la régulation de grandes fonctions comme la faim, la soif, le sommeil ou la température corporelle. Il est aussi impliqué dans le comportement sexuel et les émotions.

LE SYTEME NERVEUX.

1) FONCTION, (Introduction, généralités),

2) ORGANISATION,

3) ANATOMIE

4) PHYSIOLOGIE, (Les cellules du SN, le SNNV, le système Hormonal),

(5) ET LA PLONGEE

Tout ce que nous connaissons du monde n'est point un environnement siégeant "autour" de notre organisme, mais seulement l'activité relationnelle que les neurones de notre système nerveux entretiennent entre eux.

ET LA PLONGEE...



1) Le SNNV jouent un rôle très important dans la régulation des systèmes Cardiaque, Ventilatoire et Circulatoire.

2) Le système hormonal est un **des deux systèmes de communication de l'organisme avec le système nerveux**. C'est un système de communication lent, qui agit plus longtemps et de manière plus dispersée

3) Le plexus lombaire (L1 à L4) est une zone sensible, souvent le site d'ADD important.

4) La gaine de Myéline riche en lipide est très avide de N2

ET LA PLONGEE...

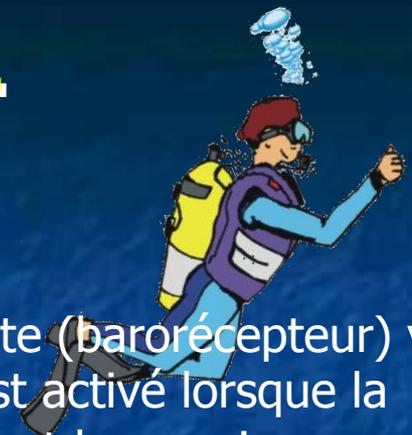


5) Les Neurones sont connectés entre eux par des Synapses. Le signal se transmet par mécanisme biochimique (par l'intermédiaire de neurotransmetteurs, la Dopamine, l'Adrénaline, la Noradrénaline). L'Azote, présente une forte solubilité dans la graisse. Lorsque la pression partielle d'azote de l'air ambiant augmente, le gaz inerte se dissout dans les couches de phospholipides (dans la gaine de Myéline) des Neurones. Les membranes cellulaires des neurones se dilatent. La diffusion des neurotransmetteurs dans l'espace synaptique est alors ralentie. Le signal ne se propage plus. Les zones les plus atteintes sont le cortex ainsi que le centre de l'éveil.

6) **Le nerf vague (X)**, également appelé **nerf pneumogastrique**, **nerf cardio-pneumo-entérique**, **nerf parasympathique** ou **nerf cardiaque**, est le dixième nerf crânien. C'est une voie très importante de la régulation végétative (digestion, fréquence cardiaque...)

Au sein du système parasympathique, il constitue la principale **Innervation Efférente** du cœur.

ET LA PLONGEE...



7) Nerf de CYON, nerf sensitif partant de la crosse de l'aorte (barorécepteur) vers le centre bulbaire de régulation de la pression artérielle. Il est activé lorsque la pression augmente et, pour diminuer la fréquence cardiaque et la pression artérielle. **Le nerf de HERING** a la même fonction, mais part du sinus carotidien. **Ils sont tous les deux afférents.**

8) Le SN est particulièrement sensible aux agressions des Radicaux Libres, d'où un risque d'atteinte de celui-ci en cas d'Hyperoxie.

9) Le SN est aussi très sensible à l'hypoxie et à l'anoxie.

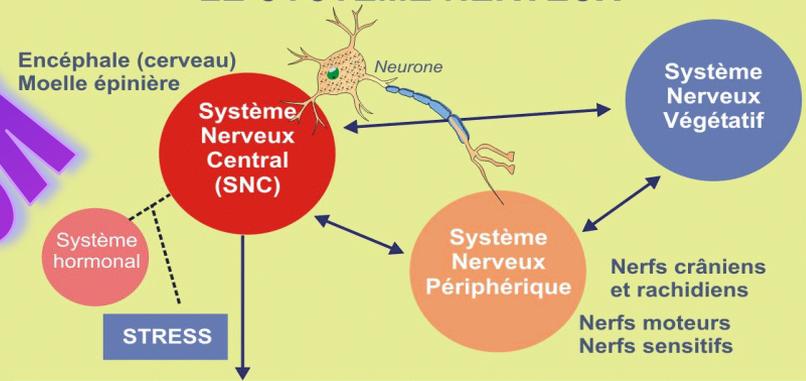
10) Le "**Nerf Phrénique**" (*issue principalement de C3, accessoirement de C4 et C5*) assure l'innervation motrice du diaphragme.

L'eau, au contact des muqueuses nasales entraîne l'inhibition de Nerf.
S'ensuit alors une Apnée Réflexe !!!



RESUME SN NERVEUX

LE SYSTEME NERVEUX



RISQUES EN PLONGEE



NITROX

PpO₂ = Pabs x FO₂

Prof plancher : Pabs = $\frac{PpO_2 \text{ max}}{FO_2}$

Teneur en O₂ : FO₂ = $\frac{PpO_2 \text{ max}}{Pabs}$

Prof équivalente : Pabs air = $\frac{PpN_2 \text{ max Nitrox}}{0,79}$



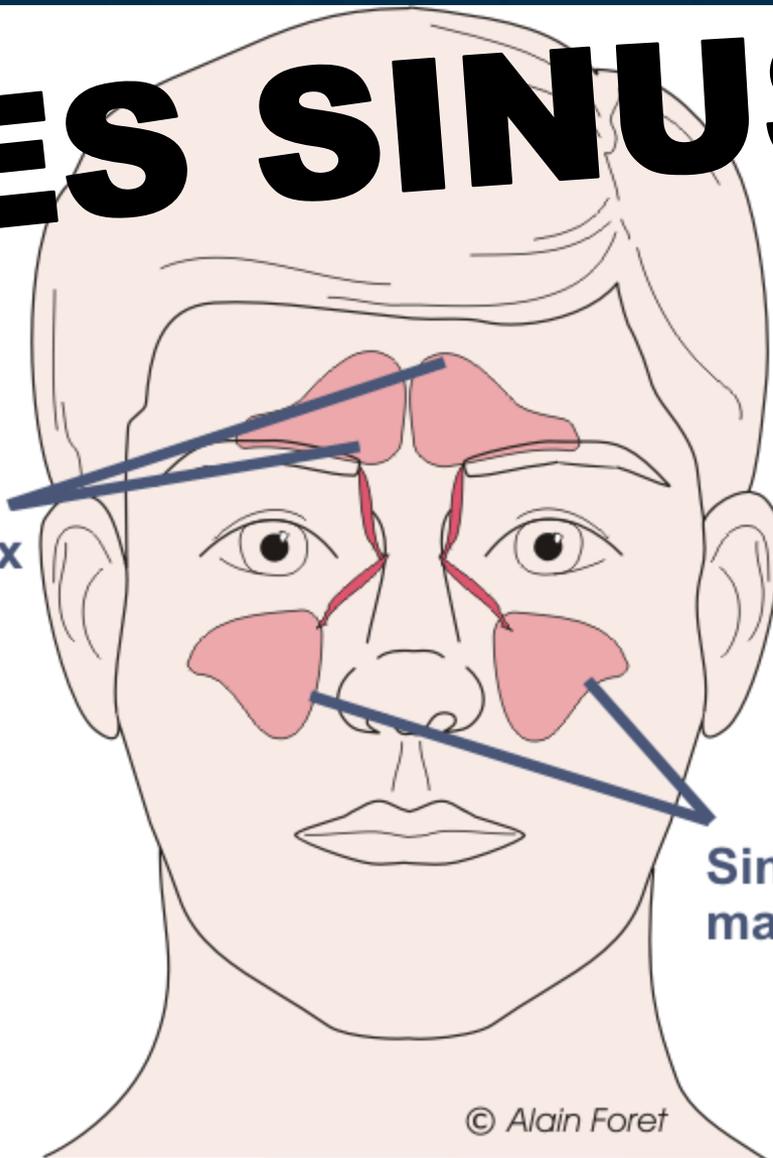
© Alain Foret, Illustr-Pack II

LES VOIES AERIENNES SUPERIEURES



LES SINUS

Sinus Frontaux



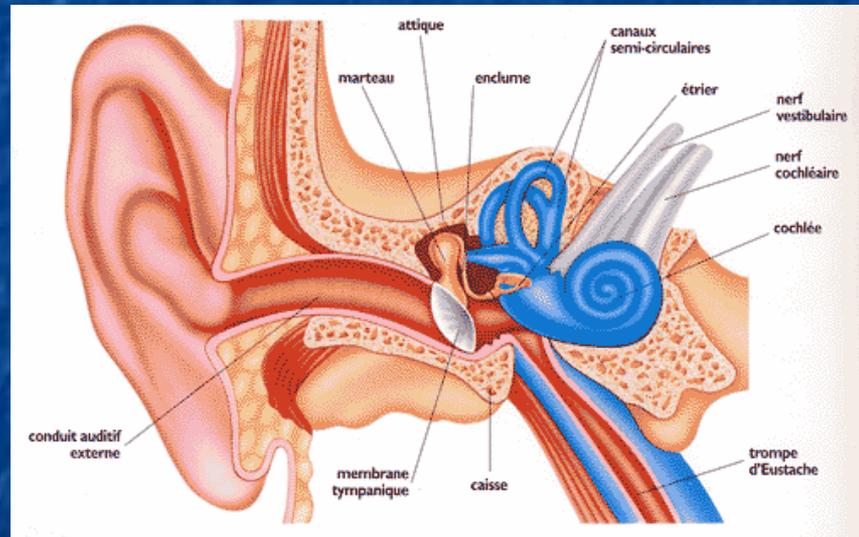
Sinus maxillaires

© Alain Foret

Oui mais la plongée dans tout ça !!!

L'Epithélium de type "Respiratoire", (tissus) qui constitue les muqueuses des sinus est fortement vascularisé est très innervé.
Or si les Ostia donnant dans les VAS sont obstrués, les variations de pression à l'intérieur du Sinus auront pour conséquences saignements et fortes douleurs.

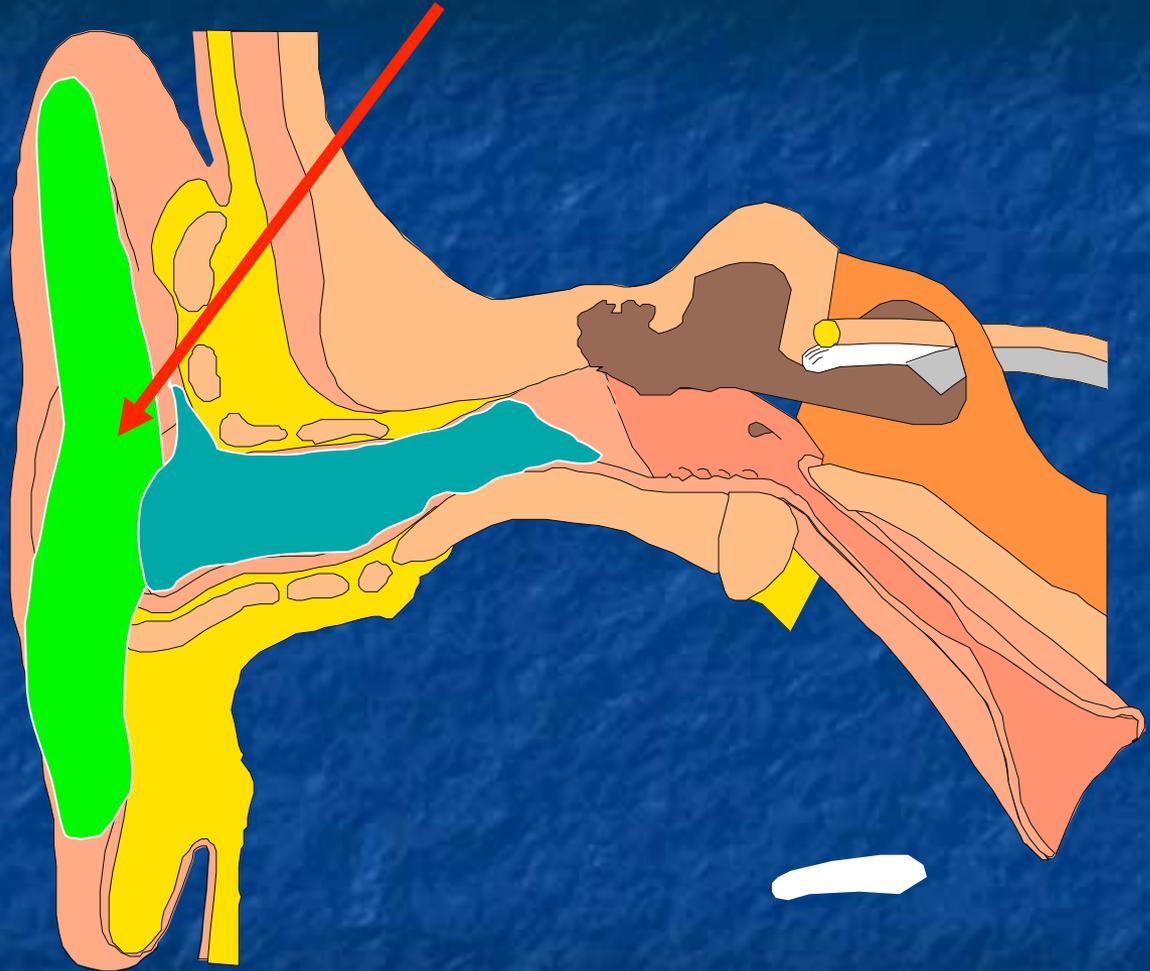
LES OREILLES

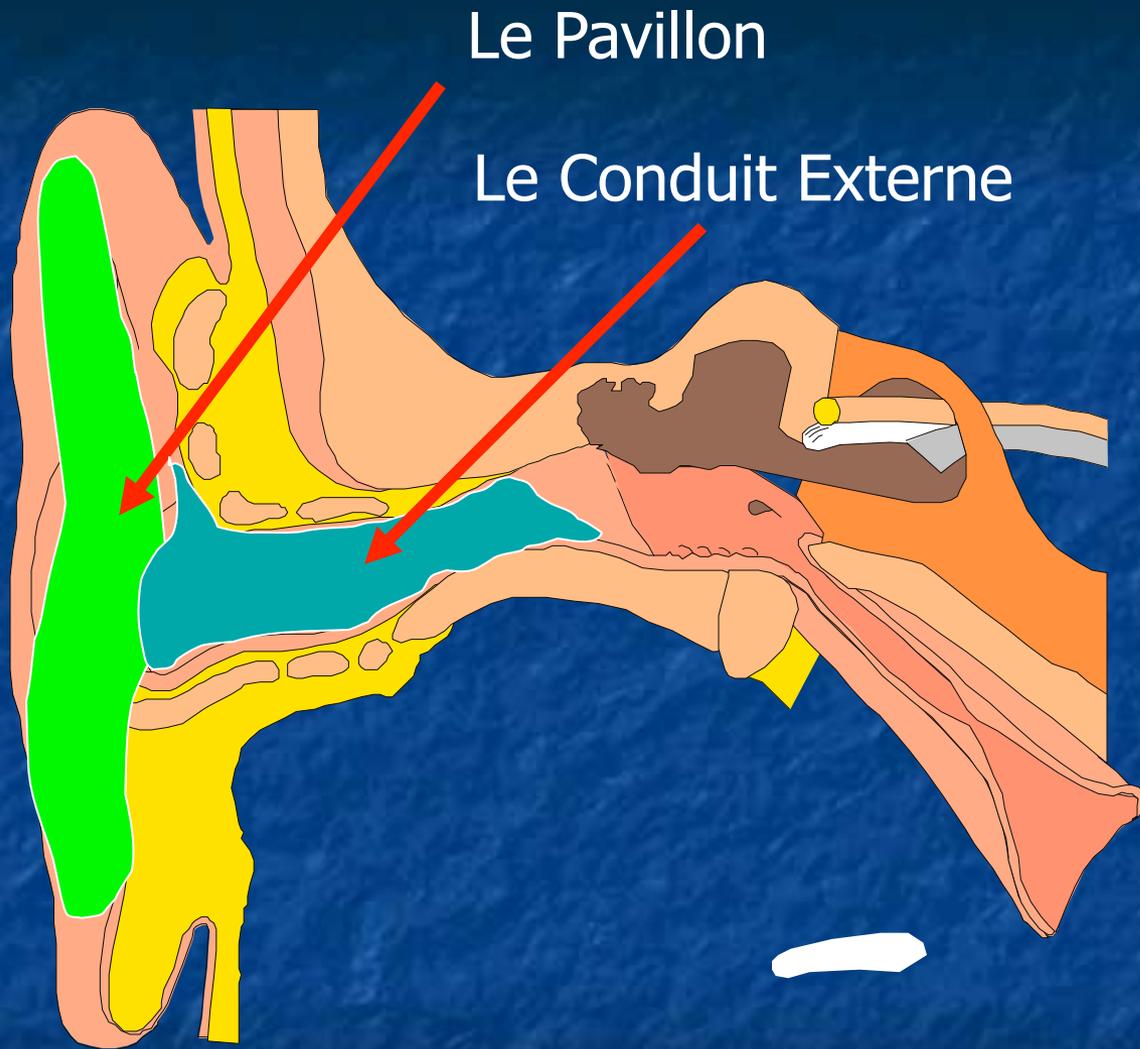


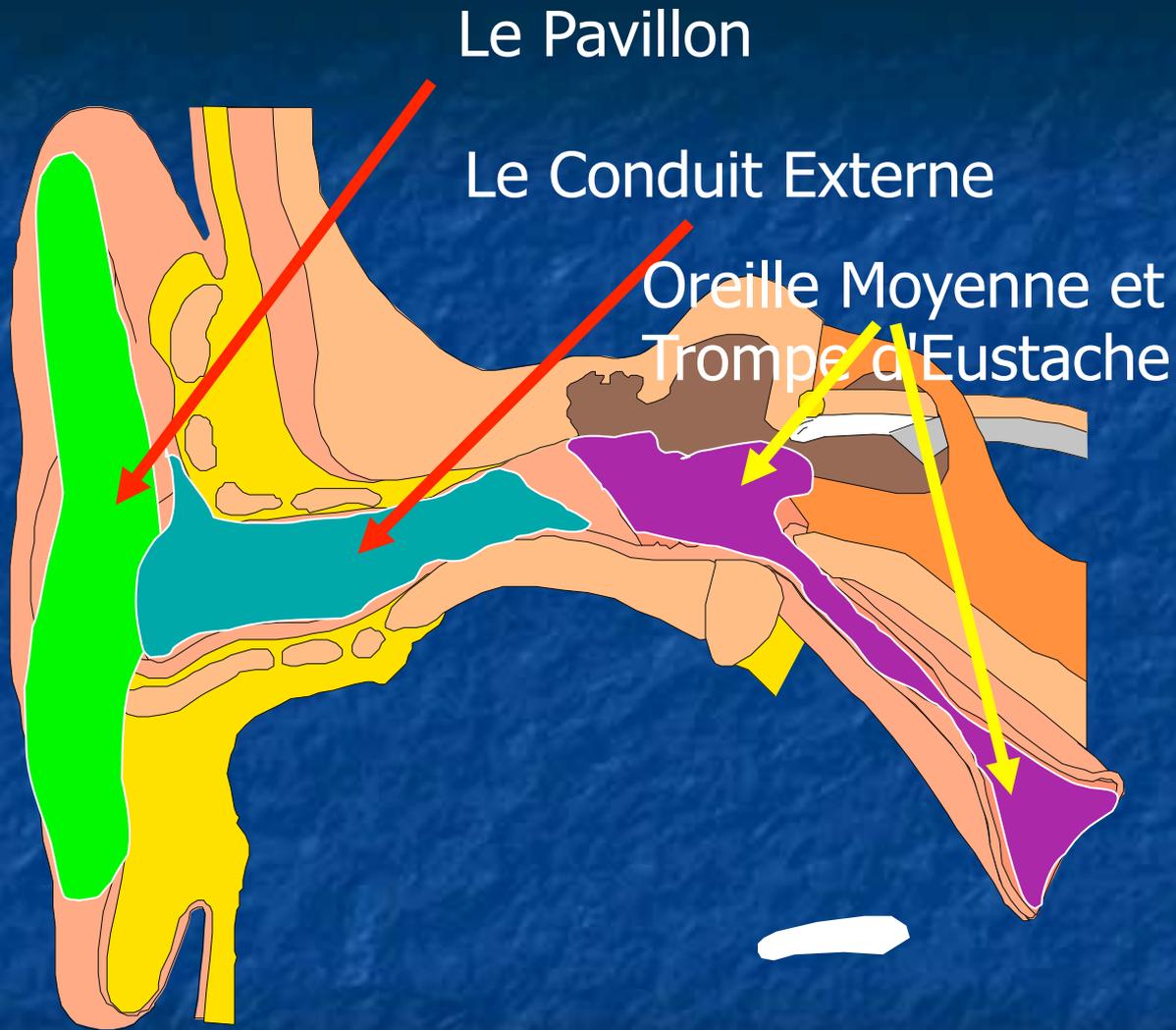
ANATOMIE

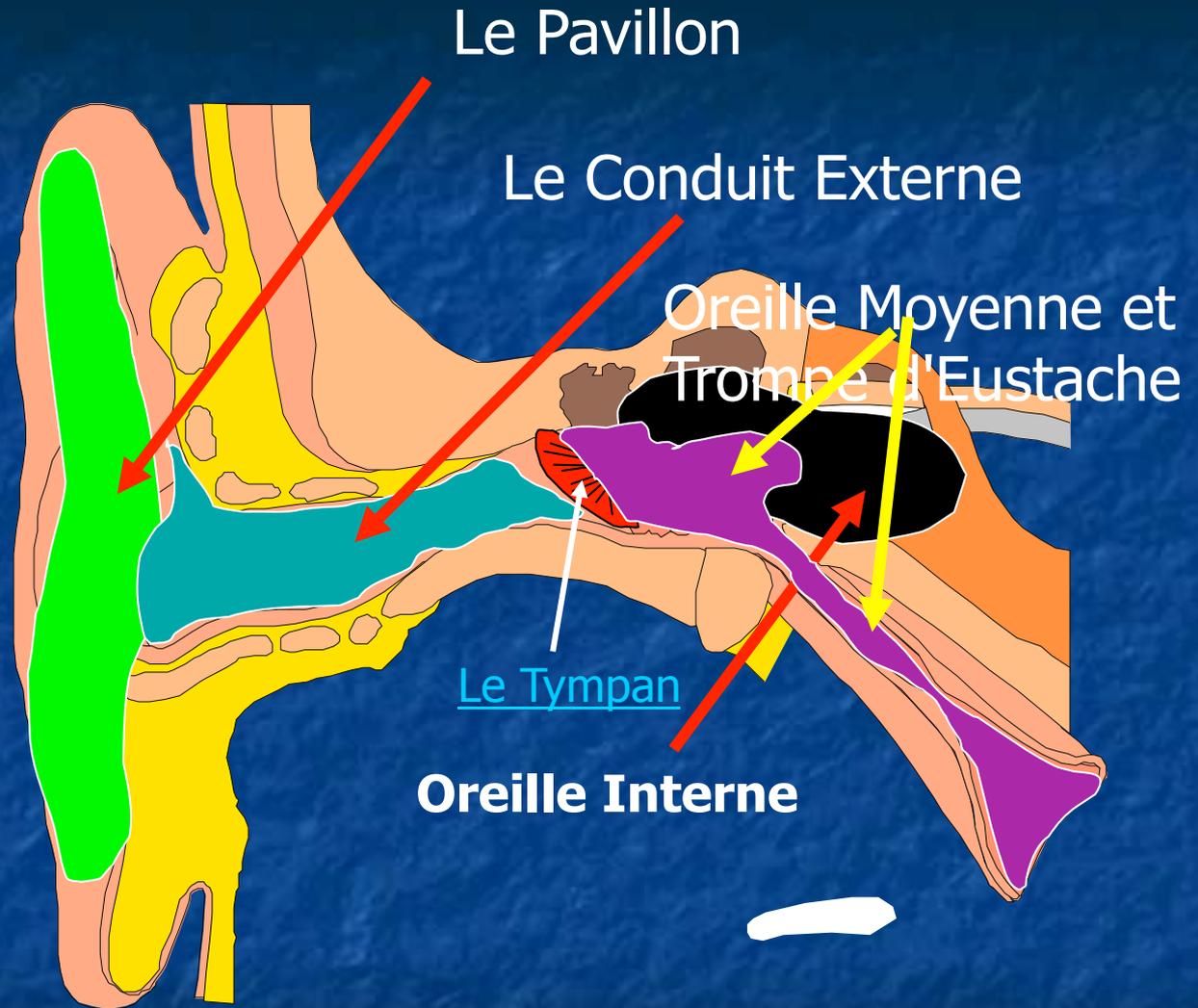
(COMMENT C'EST FAIT ????)

Le Pavillon









Le Tympan

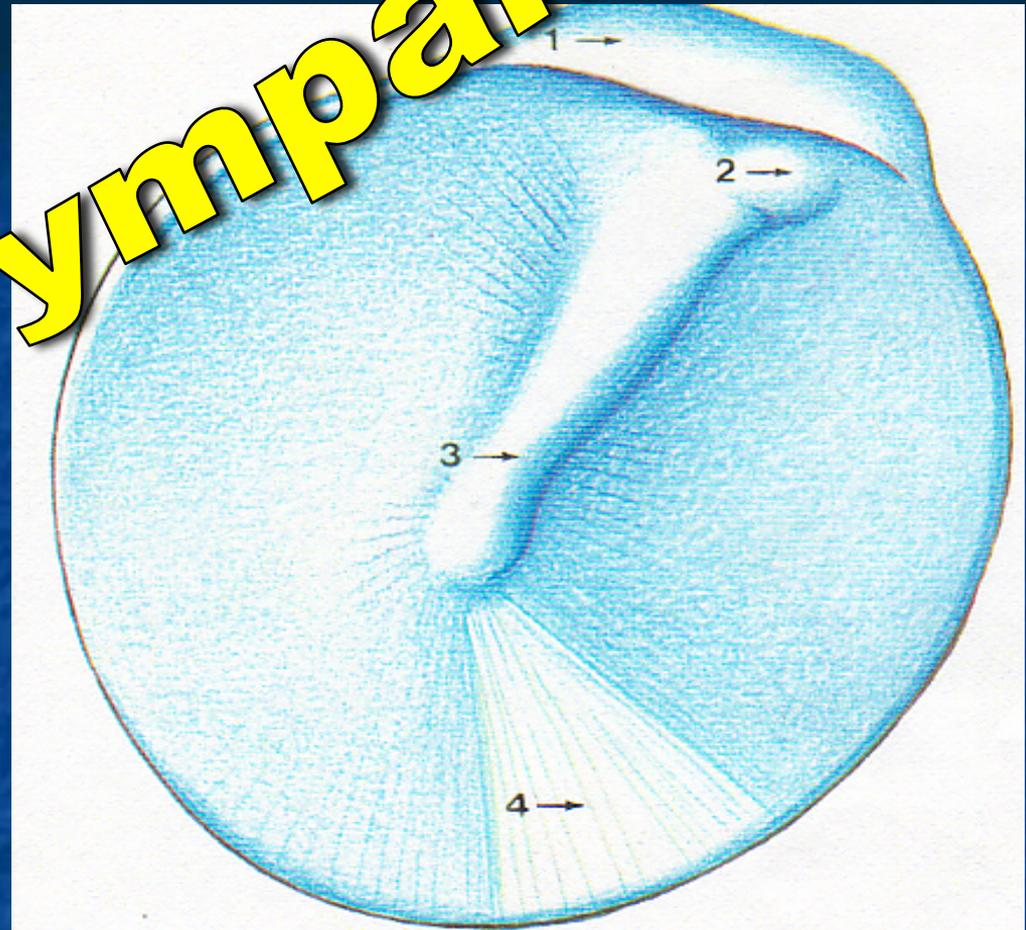
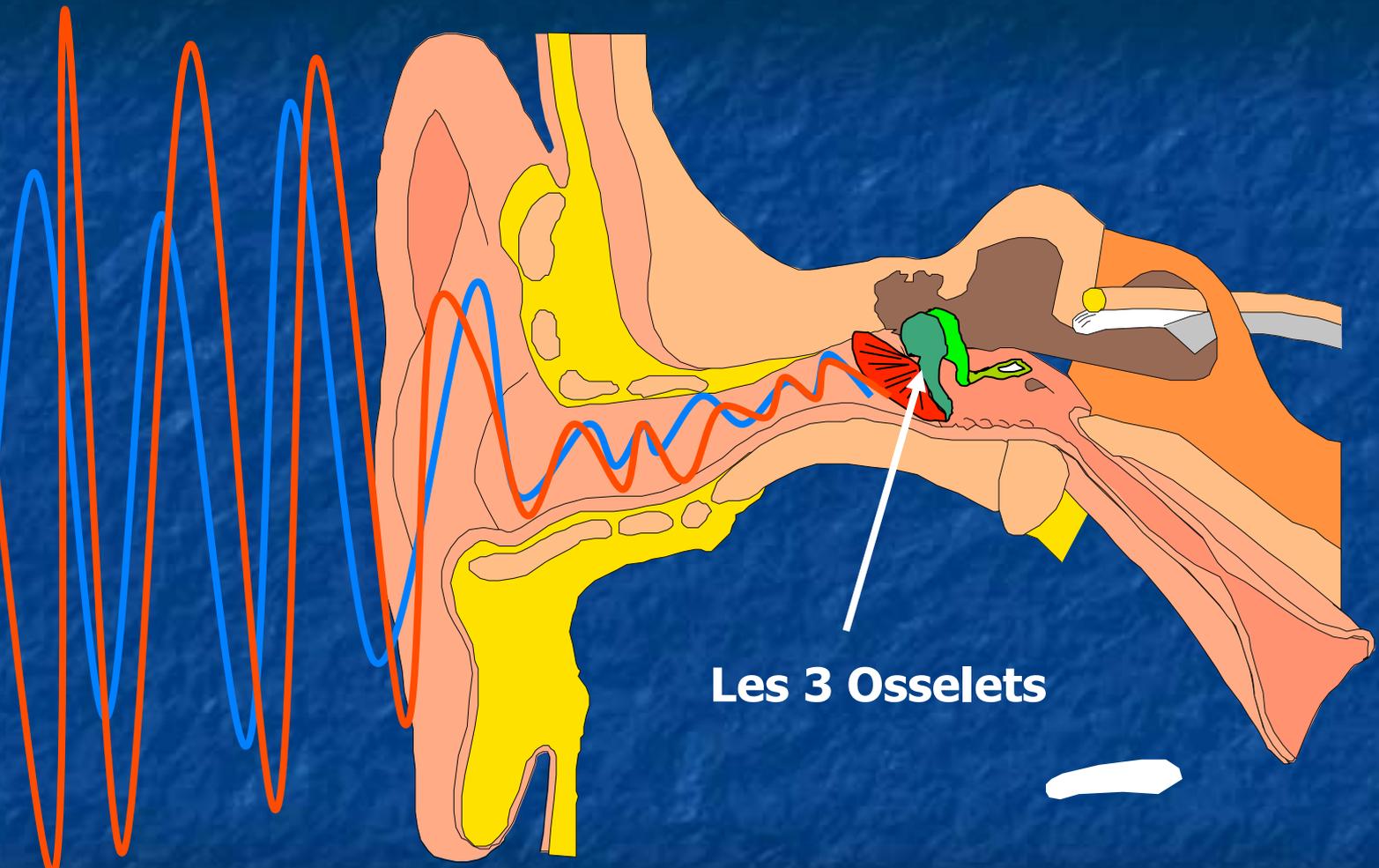


FIG. 4 : MEMBRANE TYMPANIQUE
(face externe ou vue otoscopique)

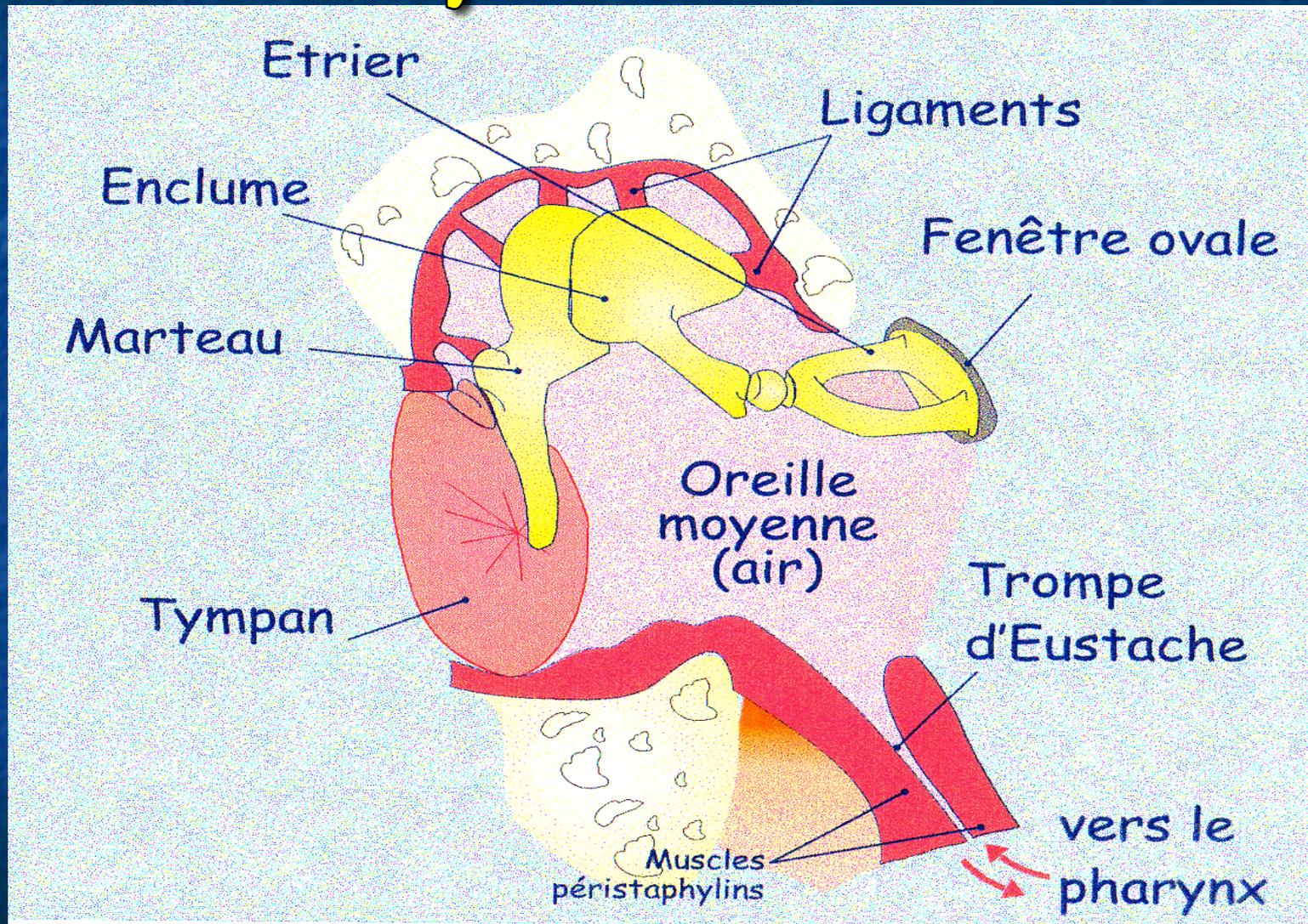
1. Membrane de Shrapnell
2. Apophyse externe du marteau
3. Manche du marteau
4. Cône lumineux

SMPF - MRO - SMF



Les 3 Osselets

l'Oreille Moyenne et les 3 Osselets

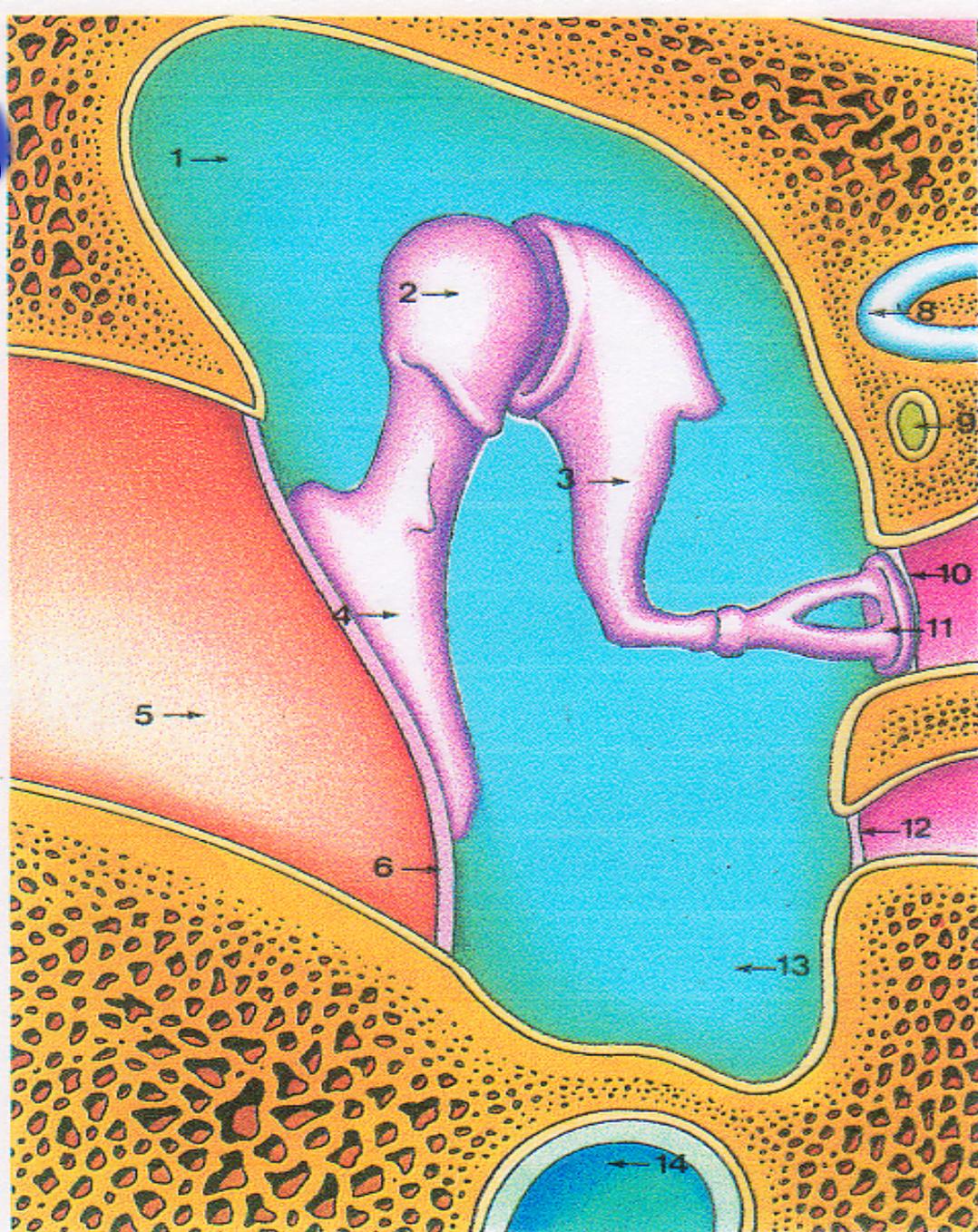


LES 3 OSSELETS

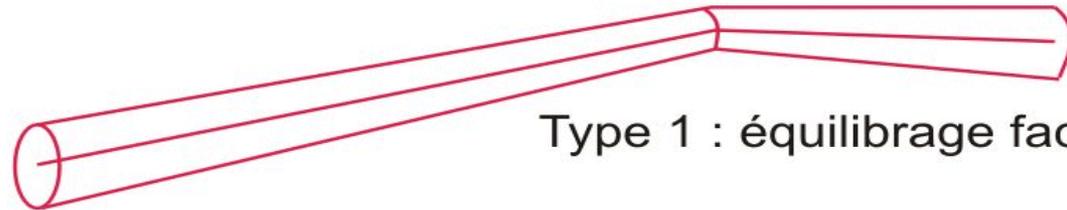
SMF - M - JUS

FIG. 3 : CAISSE DU TYMPAN ET CHAÎNE DES OSSELETS (coupe frontale)

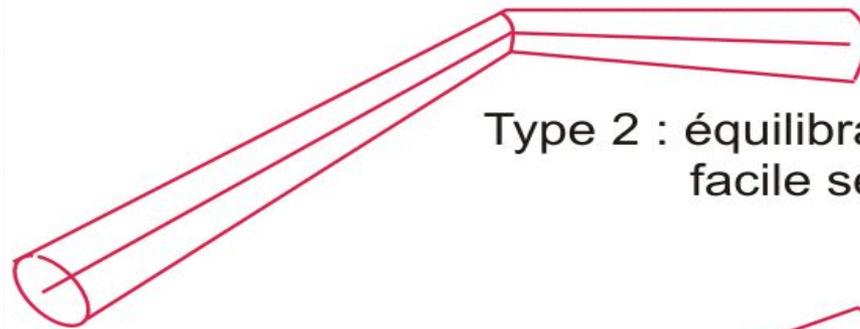
1. Attique ou logette des osselets
2. Tête du marteau
3. Enclume
4. Manche du marteau
5. CAE
6. Membrane tympanique
7. Étage moyen de la base du crâne et lobe temporal du cerveau
8. Canal semi-circulaire horizontal ou externe
9. Nerf facial
10. Fenêtre ovale
11. Étrier
12. Fenêtre ronde
13. Atrium
14. Dôme de la veine jugulaire



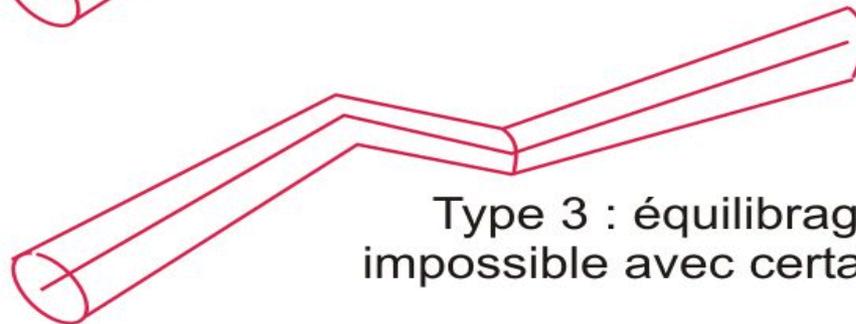
La Trompe d'Eustache



Type 1 : équilibrage facile

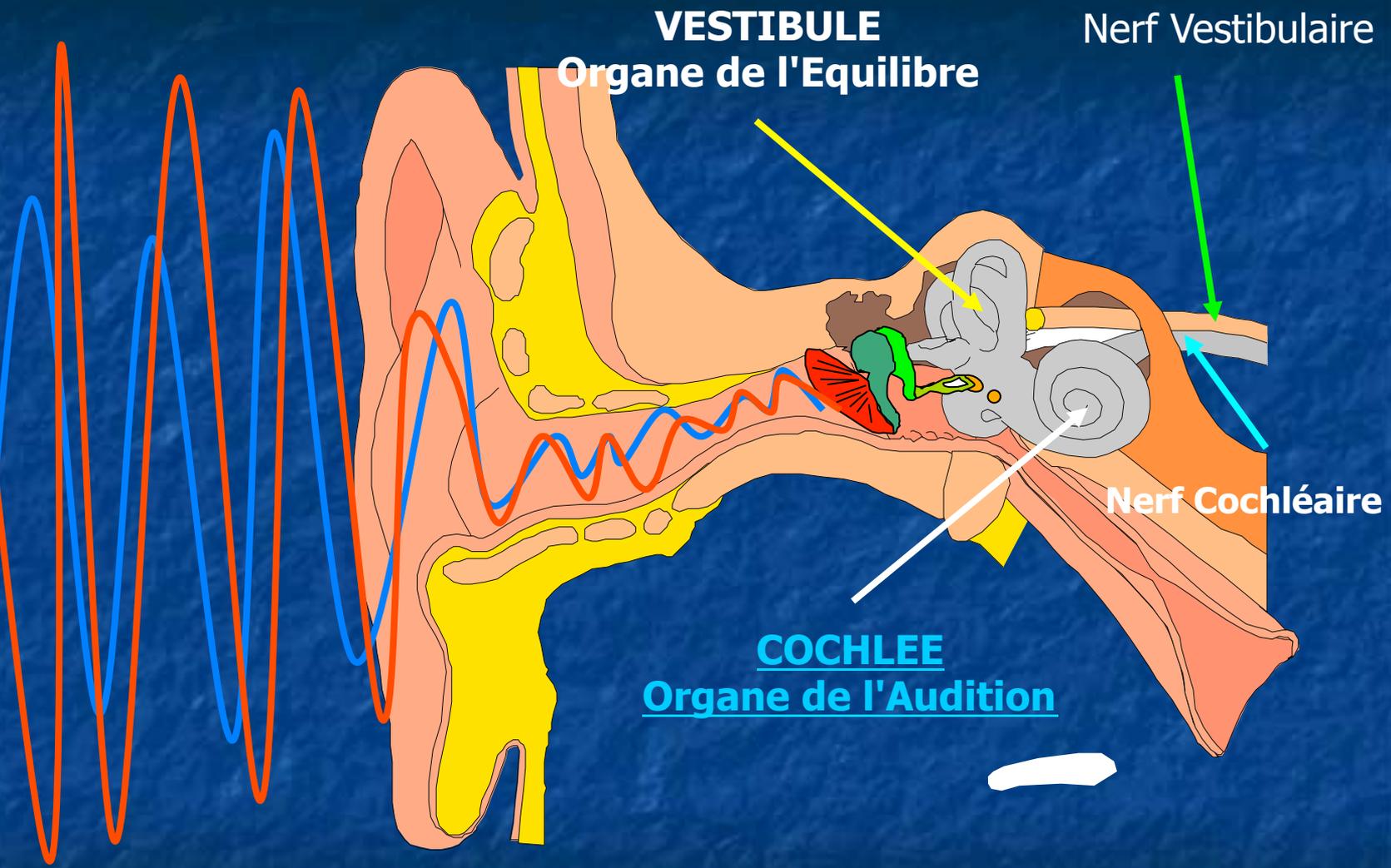


Type 2 : équilibrage plus ou moins facile selon les méthodes



Type 3 : équilibrage difficile, voire impossible avec certaines méthodes

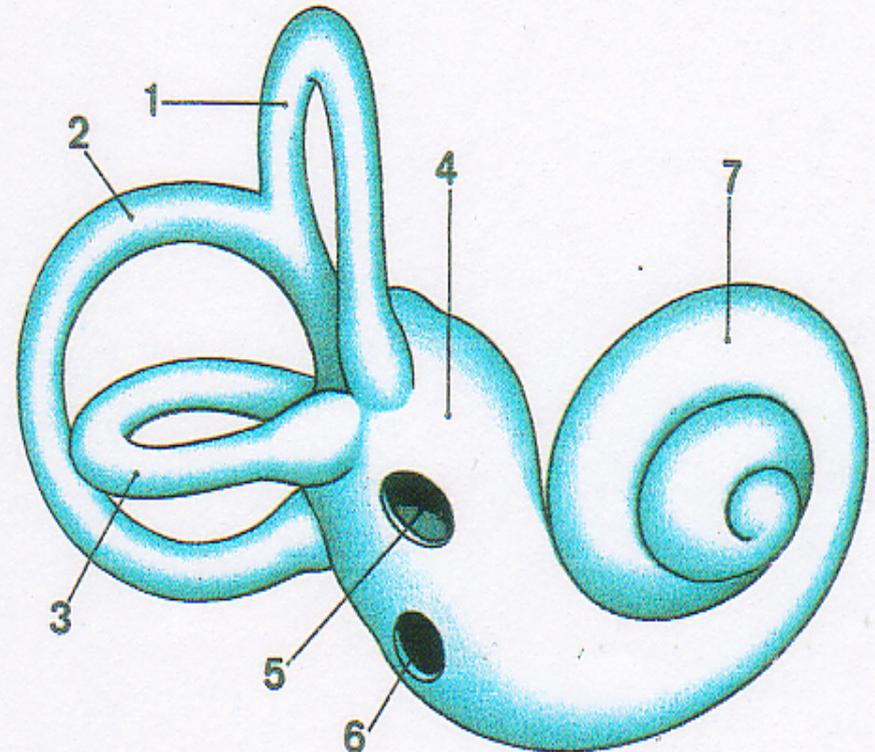
Anatomie des trompes d'Eustache, d'après Bonin et coll.



Le Labyrinthe Osseux

FIG. 5 : LABYRINTHE OSSEUX

1. Canal semi-circulaire supérieur
2. Canal semi-circulaire postérieur
3. Canal semi-circulaire externe
4. Vestibule
5. Fenêtre ovale
6. Fenêtre ronde
7. Cochle



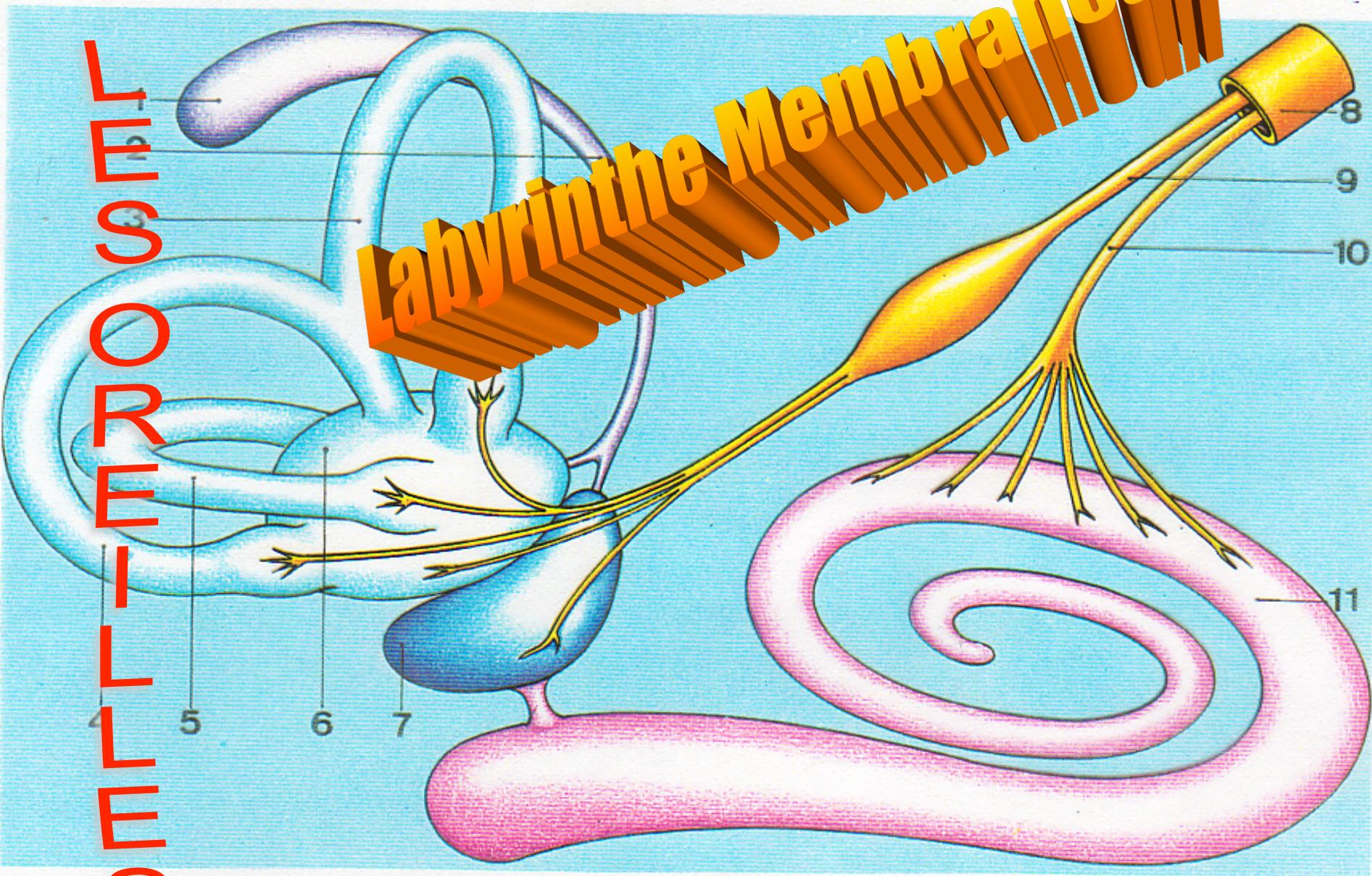


FIG. 6 : LABYRINTHE MEMBRANEUX

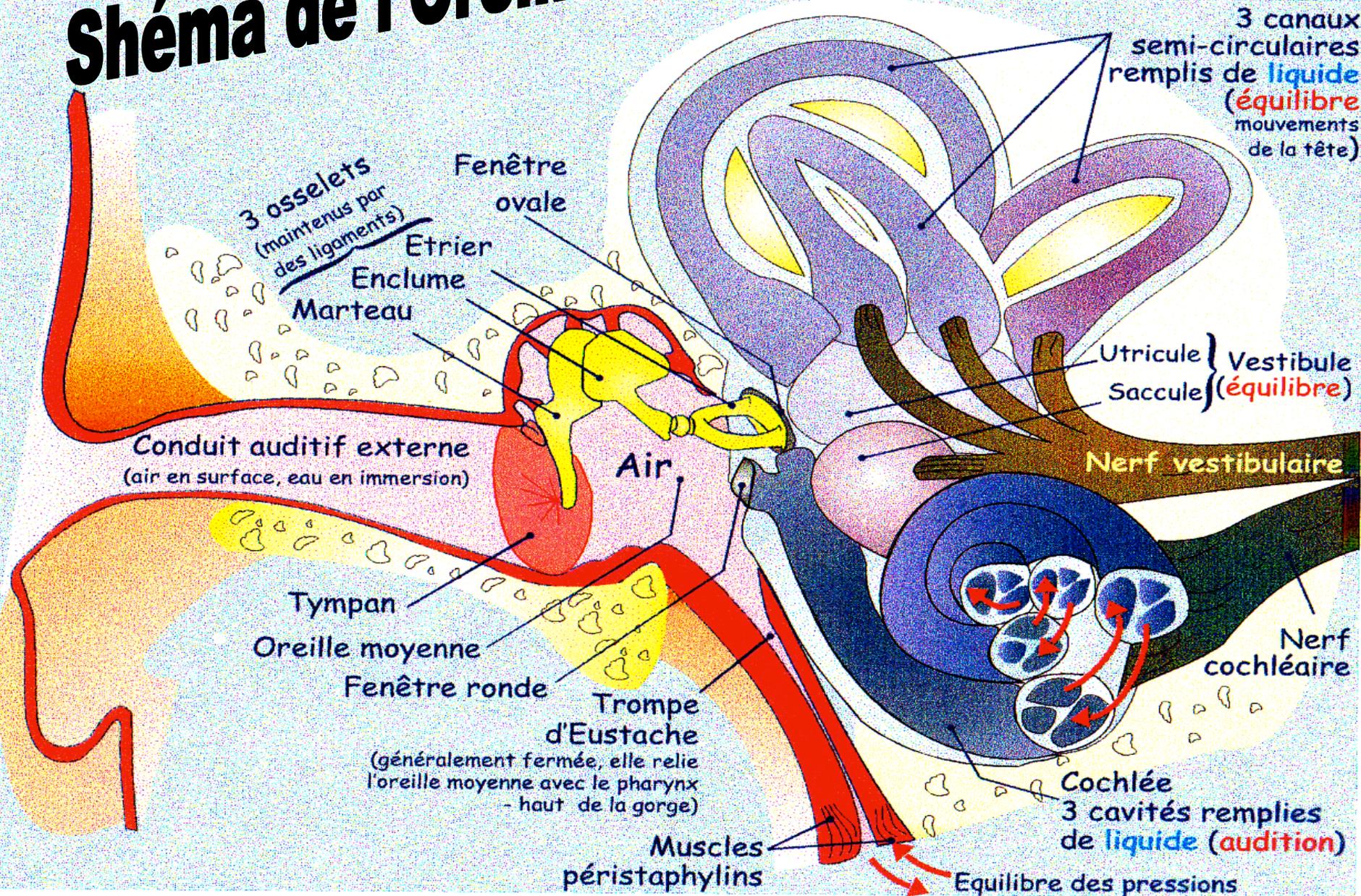
1. Sac endolymphatique
2. Canal endolymphatique
3. Canal semi-circulaire supérieur
4. Canal semi-circulaire postérieur

5. Canal semi-circulaire externe
6. Utricule
7. Saccule
8. Nerve auditif (VII^e paire crânienne)

9. Nerve vestibulaire
10. Nerve cochléaire
11. Canal cochléaire

Shéma de l'Oreille

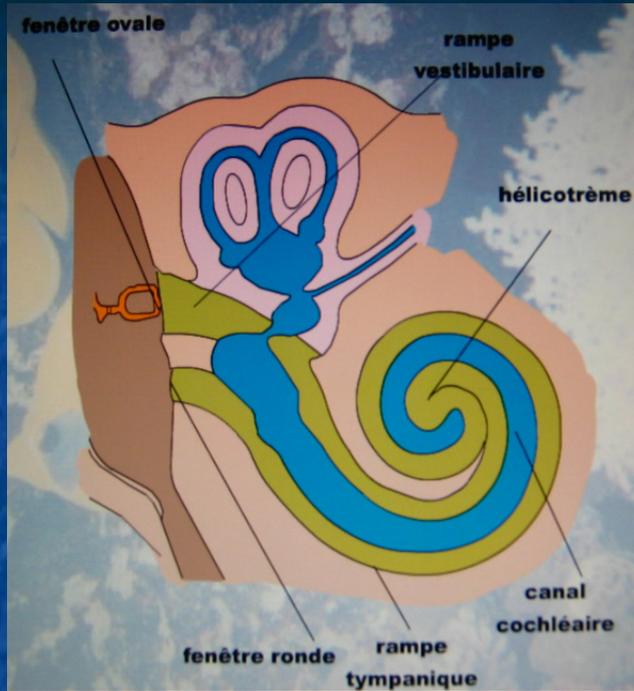
Les oreilles

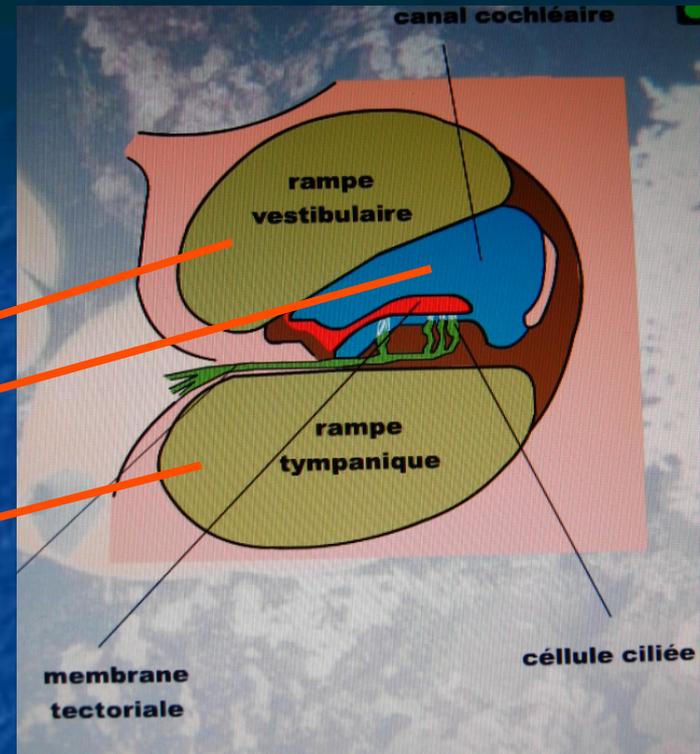
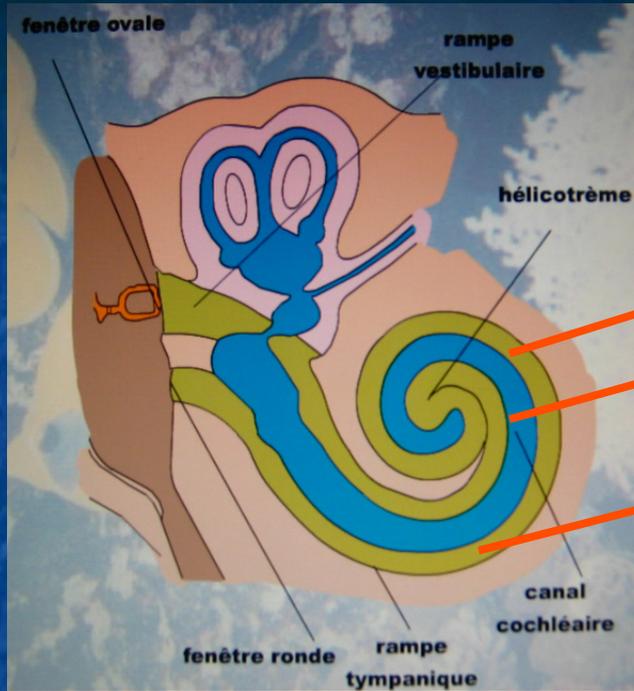


PHYSIO

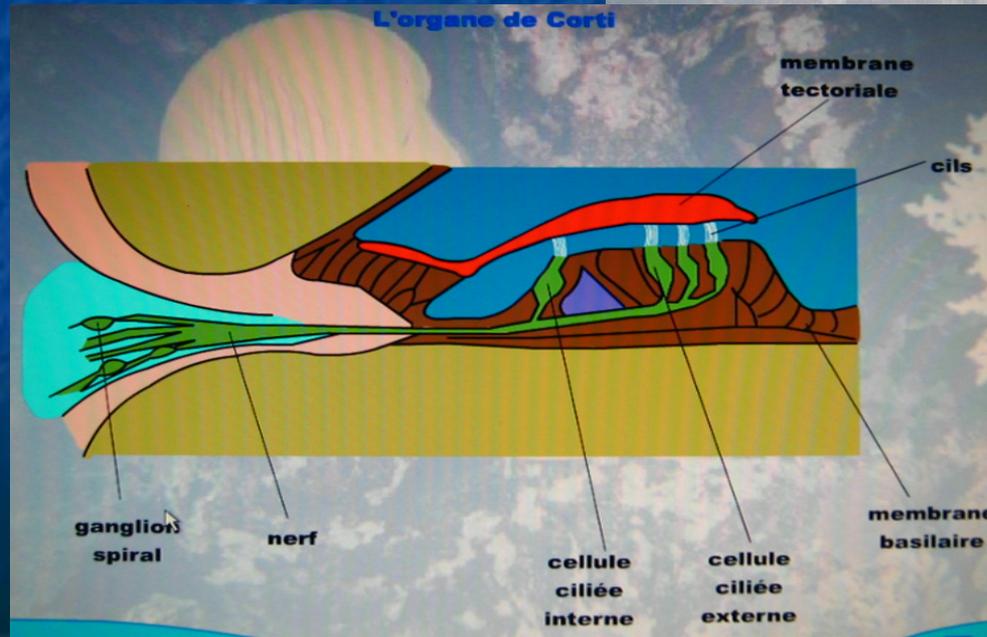
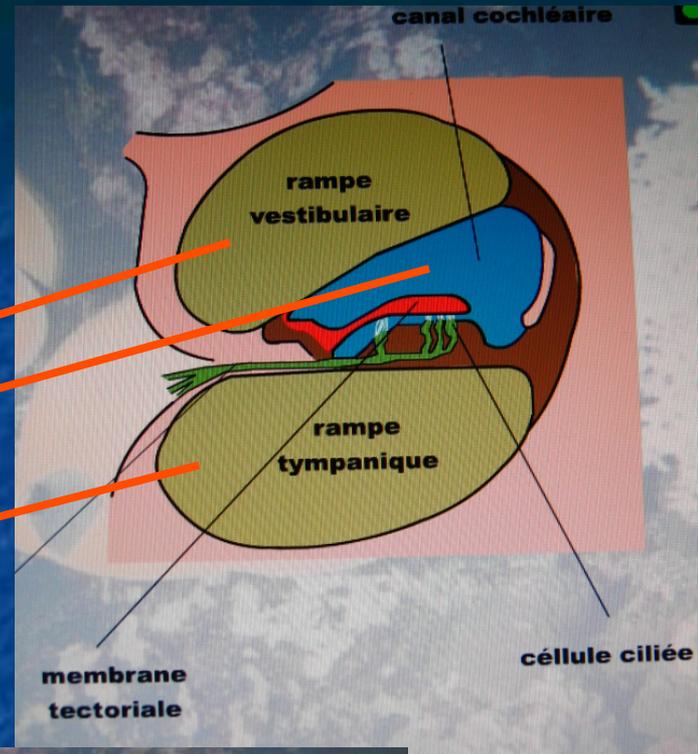
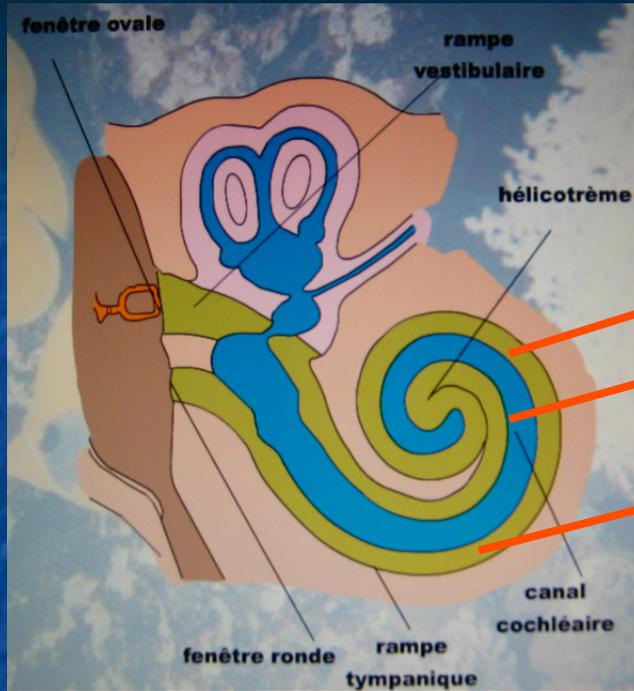
(COMMENT ÇA FONCTIONNE ????)

L'Oreille





SMF-MROS-MJMS



ET LA PLONGEE...



- **Les Variations de Pression à l'intérieur de l'Oreille Moyenne peuvent entraîner des lésions sur le Tympan, et/ou un dysfonctionnement des Canaux semi circulaires.**

- *Par ailleurs les Techniques de compensations aussi présentent quelques inconvénients:*

-1) Le VALSALVA est pratiqué par la majorité des plongeurs. Pourtant, "les coups de piston" mal dosés, sur la fenêtre Ovale peut être générateur de barotraumatismes importants. De plus "l'hyperpression thoracique" qu'entraîne cette manœuvre peut bloquer l'hématose (échange Gazeux), et favoriser l'Accident de décompression.

- 2) La DEGLUTITION, a le désavantage de provoquer chez certains des ballonnements de l'estomac.

ET LA PLONGEE...



- Le Périlymphe et l'Endolymphe contenue dans la Cochlée, peuvent se comporter comme le sang et pouvoir créer des phases gazeuses: Donc un dégazage.

- La libération de bulles dans la circulation de l'oreille interne (qui est de type terminal comme celle de la moelle épinière), entraîne une anoxie tissulaire et cellulaire avec lésions de l'organe de Corti et cellules sensorielles du vestibule.

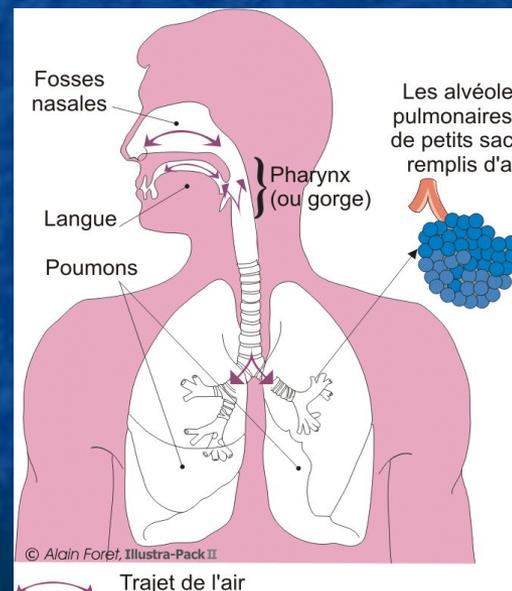
Modification de l'Audition.

Dans l'air, la vitesse du son est de 340m/s à 20°C

Dans l'eau : 1500 m/s. Le son semble venir de partout.

La vibration de l'eau va se transmettre sur toute la boîte crânienne ce qui ne facilite pas l'identification de l'origine du son.

L'APPAREIL VENTILATOIRE



Fonction

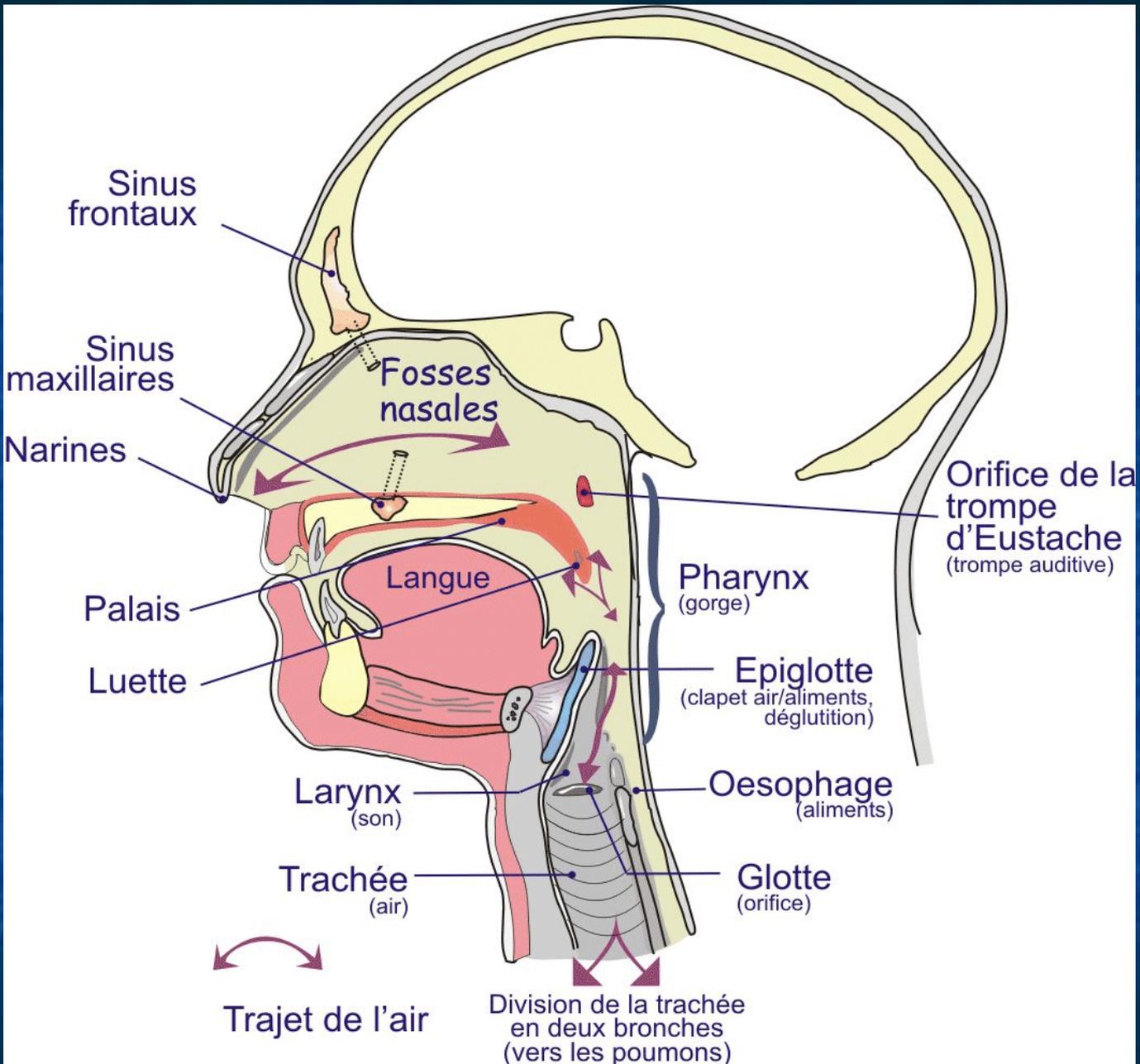
- **Ventilation** de l'air au niveau des poumons.

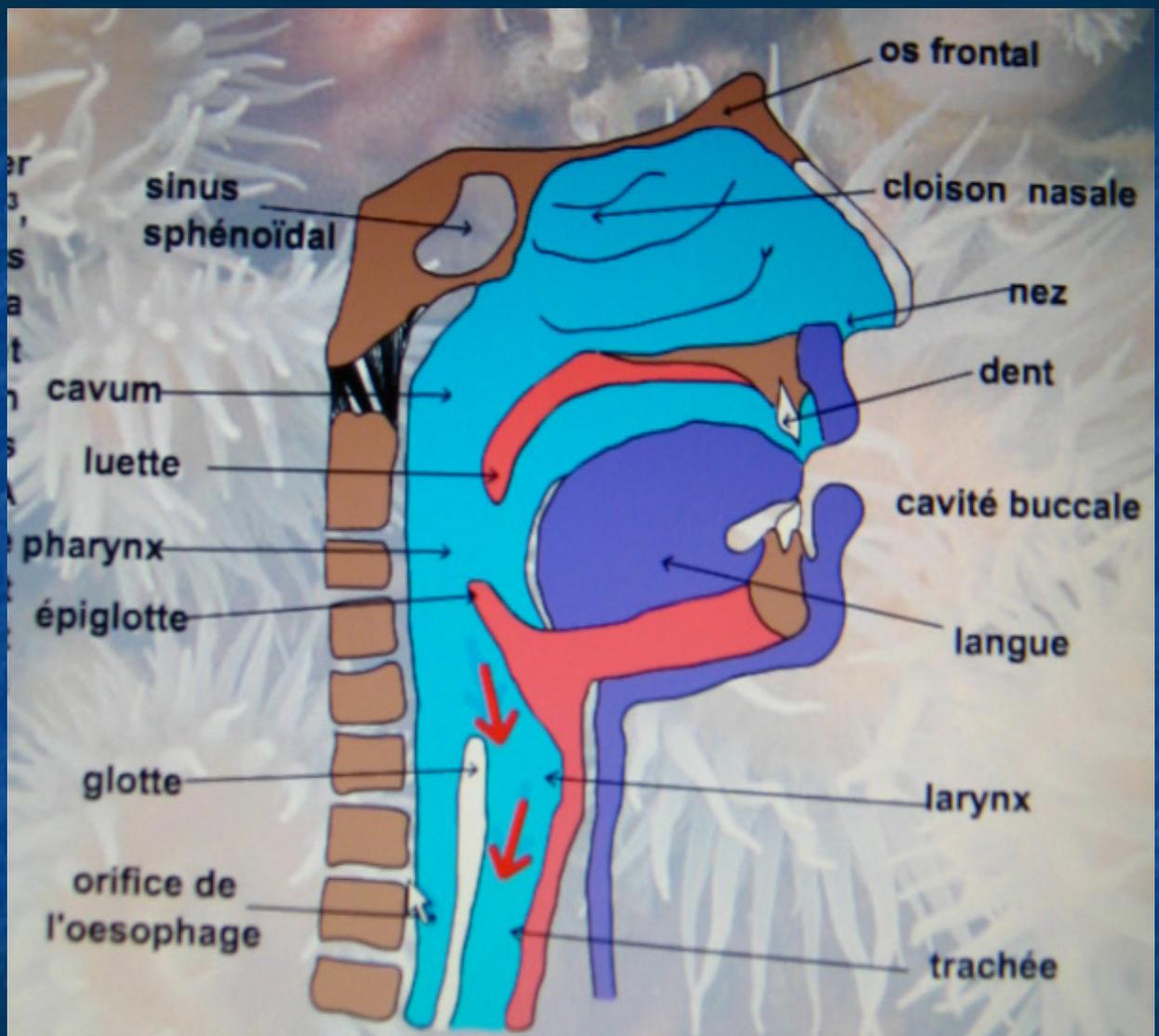
La ventilation comprend 2 phases:

l'inspiration (prise de l'air ambiant) et,
l'expiration (rejet de l'air métabolisé).

ANATOMIE

(COMMENT C'EST FAIT ????)





Poumon droit

Poumon gauche

Trachée

Muscles inter-costaux

Bronche souche

Hile

Côtes

(12 paires de côtes dont 7 paires de "vraies côtes")

Plèvre (feuillet) viscérale

Plèvre

Plèvre (feuillet) pariétale

Médiastin

(espace entre les 2 poumons, occupé par : cœur, gros vaisseaux, trachée, oesophage, nerfs)

Bronches

(se ramifient en bronches de plus en plus petites jusqu'au bronchioles et aux alvéoles)

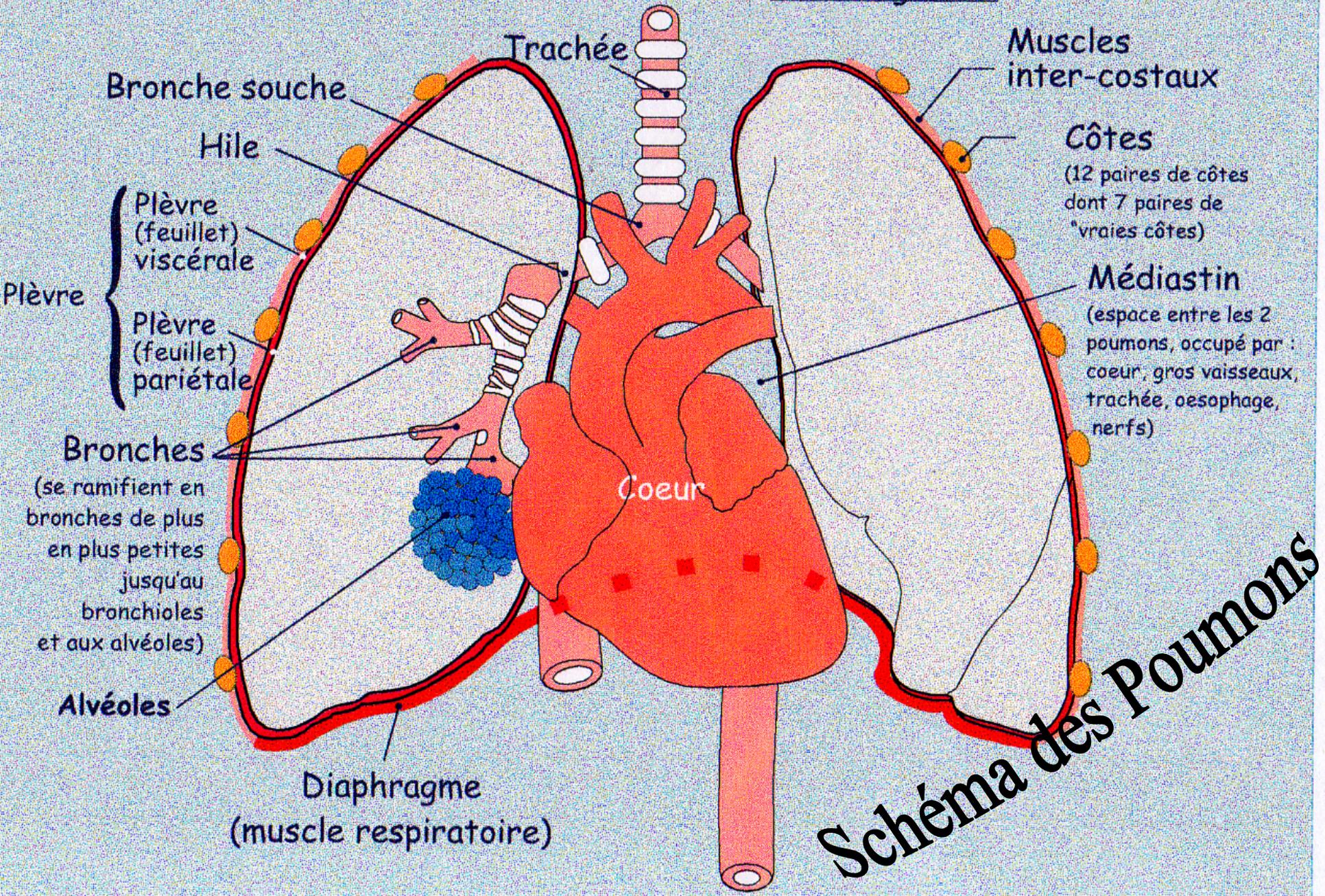
Coeur

Alvéoles

Diaphragme

(muscle respiratoire)

Schéma des Poumons



V – PLÈVRE

Le parenchyme pulmonaire est contenu dans une enveloppe à double feuillet, la plèvre.

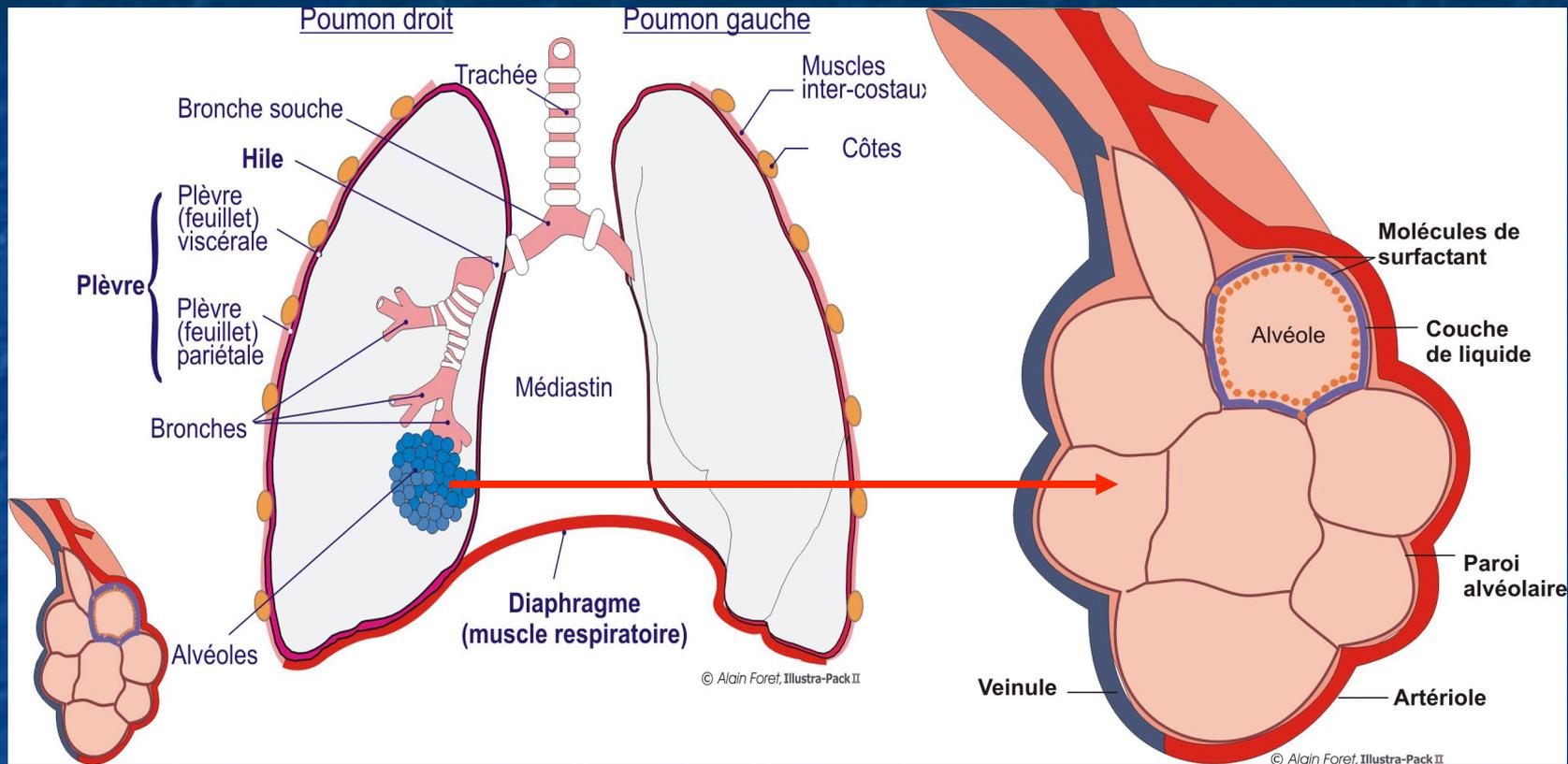
- le feuillet viscéral revêt le poumon,
- le feuillet pariétal tapisse la face interne du thorax et du *médiastin*.



SCHEMA DES DEUX FEUILLETS DE LA PLEVRE

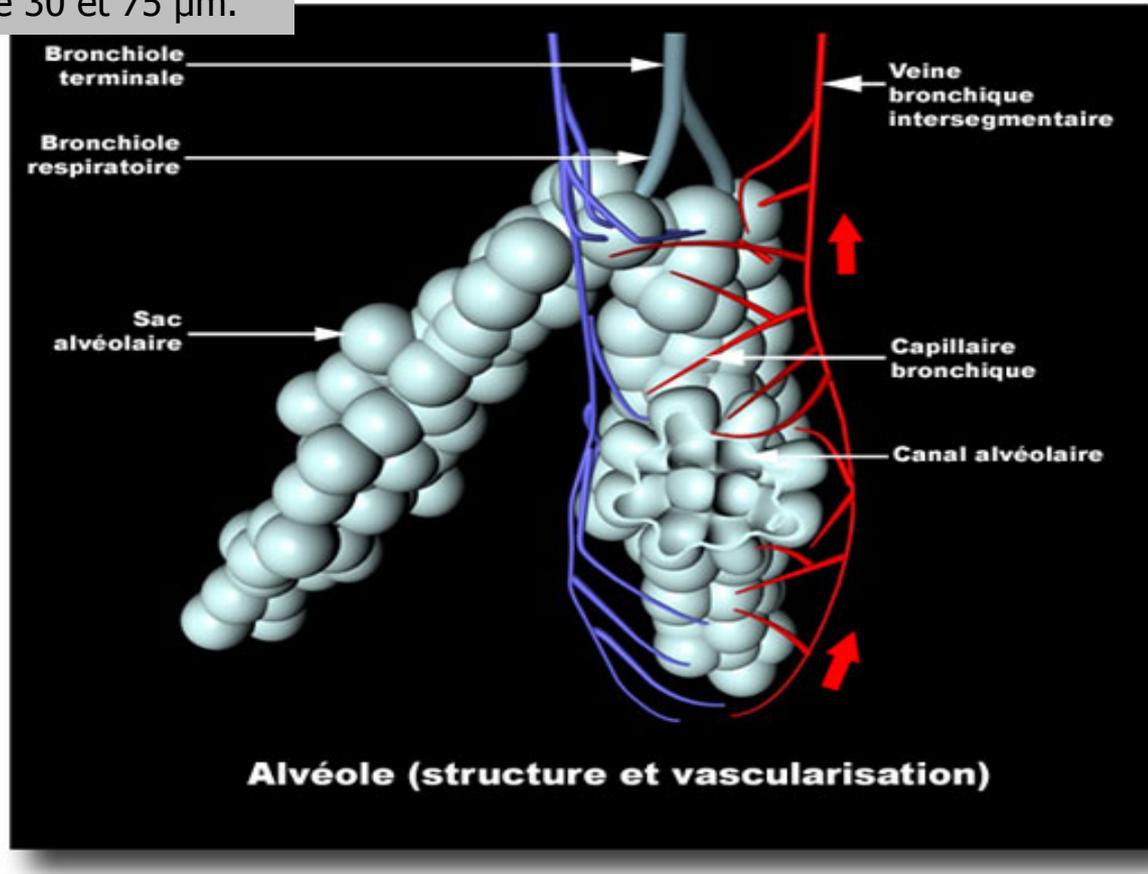
1) Plèvre viscérale

2) Plèvre pariétale



Quelques chiffres:

- 800 106 Alvéoles, soit environ (25 par cm³).
- 140 m² de contact Air/Sang,
- Epaisseur de la paroi alvéolaire, 0,1 à 0,4 μm,
- Taille d'une alvéole entre 30 et 75 μm.



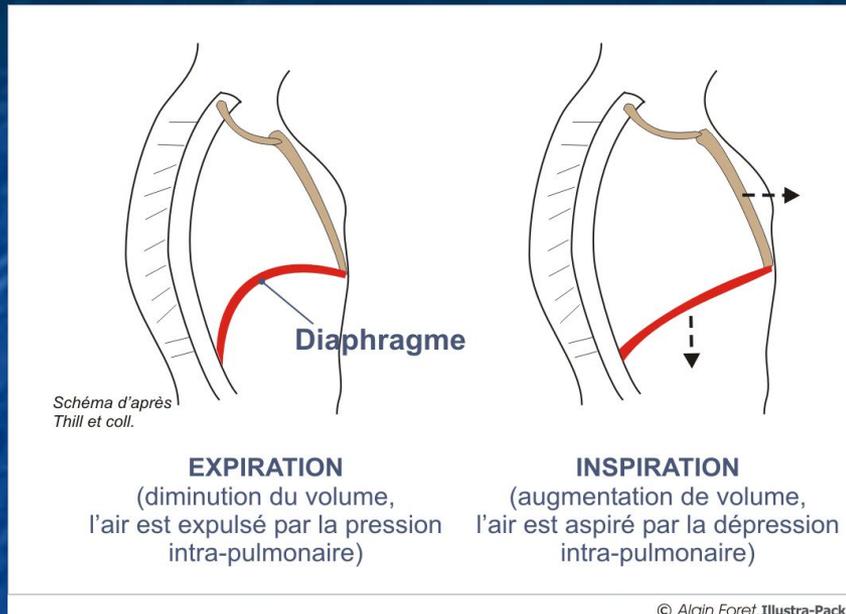
PHYSIO

(COMMENT ÇA MARCHE ????)

L'Appareil ventilatoire

Phy8 et 9

(COMMENT ÇA MARCHE ????)



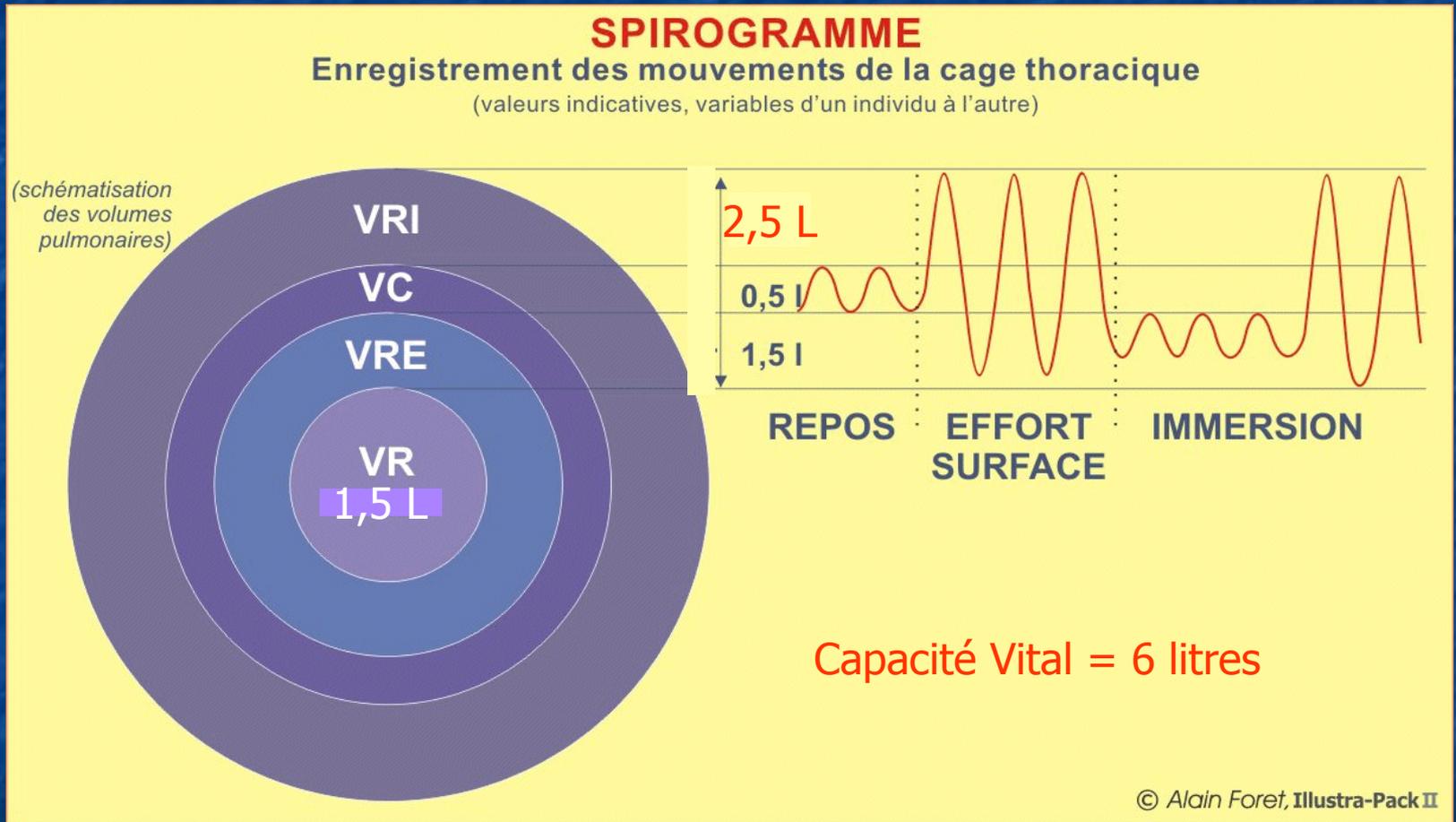
L'abaissement du diaphragme, et le soulèvement des côtes, créent une dépression à l'intérieur des Poumons

-Pour l'inspiration normale, ce sont; le diaphragme, et les Scalènes, (muscles latéraux du cou).

- Pour l'inspiration forcée, ce sont les 2 précédents, plus les intercostaux externes, les pectoraux, le trapèze et les sterno-cléido-mastoïdiens (muscles du cou).

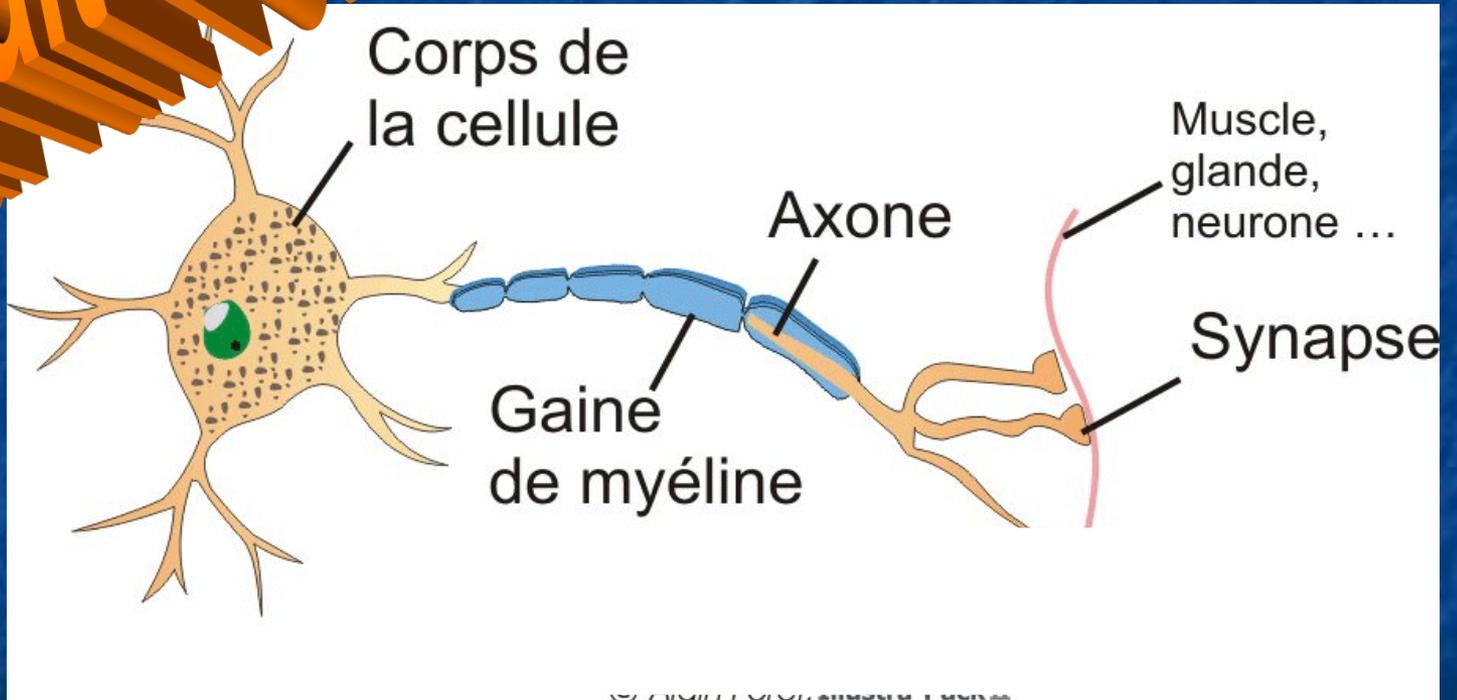
L'Expiration est un phénomène passif excepté pour l'expiration forcée ou les abdominaux et les intercostaux internes jouent également un rôle actif.

(COMMENT ÇA MARCHE ????)



Le Cycle Ventilatoire à une cadence qui varie selon l'âge, la taille et l'effort. Cependant la fréquence moyenne au repos pour un adulte est de 15 à 20 par minute.

Qu'il fait fonctionner



Qui fait fonctionner ?

LES VOIES MOTRICES

Le Tronc Cérébral joue un rôle important dans la régulation automatique de la ventilation, et ce sont les Récepteurs Chimiques situés au niveau du Sinus Carotidien (entre autres), qui sont sensibles aux variations des P_{po_2} et P_{pCO_2} du sang et de la position de la tête. Dès que le taux de CO_2 devient conséquent, ou d' O_2 devient insuffisant, il y a excitation du SNNV qui commande au nerf moteur, l'abaissement du diaphragme, le soulèvement des côtes, créant alors la dépression intra-pulmonaire dont nous venons de parler ci-dessus.

Qui fait fonctionner

LES VOIES MOTRICES

Mais le SNNV, intervient également par l'intermédiaire du système parasympathique via le Nerf Vague, sur le Larynx, et sur les bronches, (la broncho constriction).

Parmi les facteurs qui influencent la fréquence ventilatoire, on peut citer la douleur, le Froid, les émotions, et le stress.

Mécanismes réflexes :

Ce sont des phénomènes nerveux involontaires. Les voies aériennes de conduction comportent de nombreux capteurs spécifiques sensibles à la composition de l'air inhalé ainsi que la présence de liquide. Une inondation des VAS entraîne une Apnée Réflexe.

Qui fait fonctionner

LES VOIES MOTRICES

**L'ADAPTATION VENTILATOIRE ET CARDIO-VASCULAIRE,
SONT INDISSOCIABLES.**

*Enfin la volonté peut accélérer ou suspendre la ventilation.
Pour ce faire l'information partira non pas du Bulbe Rachidien,
siège de la vie végétative, mais du Cortex cérébral. Il y
a simplement changement de la zone cérébrale.*

Qui fait fonctionner

LES VOIES SENSITIVES:

Les Poumons eux-mêmes participent à la rythmicité de la ventilation. L'Expiration appelle l'Inspiration et inversement, (réflexe de HERING BREUR). Ils possèdent des mécanorécepteurs sensibles à l'étirement, c'est-à-dire au degré d'insufflation pulmonaire.

ET LA PLONGEE...



- 1) Certaines alvéoles peuvent- être obstruées pour diverses raisons, soit par
 - Obstruction pathologique, (Asthme, Broncho motricité des bronchioles).
 - Anatomique (Résistance Dynamique) faisant courir un risque certain aux plongeurs en scaphandres, notamment aux enfants.
- 2) Le Hile, passage des bronches souches, et des vaisseaux à l'intérieur des poumons, endroit où la Plèvre Viscérale se réfléchit en Plèvre Pariétale représente une faiblesse anatomique lors de la surpression.
- 3) La plèvre viscérale elle-même représente un tissu très fragile face à la surpression.

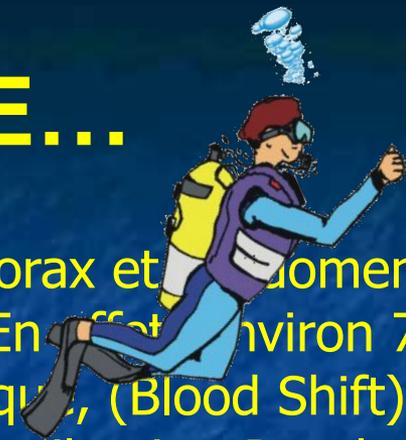
ET LA PLONGEE...



- 4) La Fréquence Ventilatoire peut être influencée par le CO₂, l'O₂, mais aussi par d'autres facteurs tels que les émotions la Peur le Froid le Stress (*adaptations physiologiques et système hormonal*).
- 5) L'utilisation des différents Volumes Ventilatoires pour ajuster sa Pesée dans l'eau.
- 6) Attention à la faiblesse des muscles expiratoires qui vont poser un problème en plongée.
- 7) Le Surfactant (*dipalmitate de lécithine*), peut se trouver détruite en cas d'inondation des VAS. **Celui est très sensible à l'O₂.**

LES
P
O
U
M
O
N
S

ET LA PLONGEE...



8) La pression de l'eau agissant sur le Thorax et l'abdomen, modifie les conditions de la ventilation. En effet, environ 700 ml de sang afflux vers la cage thoracique, (Blood Shift), diminuant par conséquent la capacité ventilatoire. De plus la combinaison exerçant une contention sur le thorax diminue encore la mécanique ventilatoire.

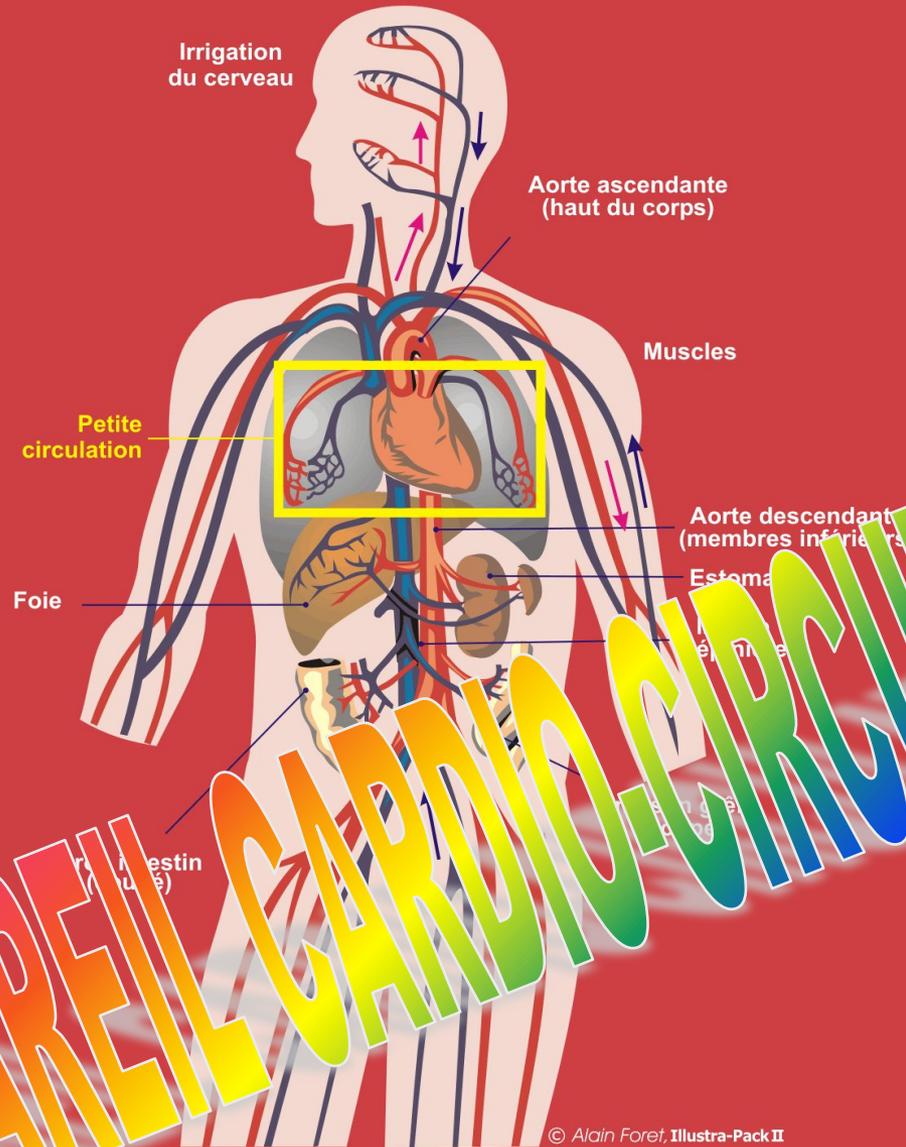
9) Une entrée d'eau brusque et inopinée dans l'arrière gorge, un eau trop froide peut générer un bronchospasme...

10) ENFIN ET TRES IMPORTANT DANS LES FONCTIONS DES
POUMONS:

EN PLUS D'ECHANGER LES GAZ POUR LA RESPIRATION, DE
SERVIR DE BOUEE POUR LA STABILISATION, **LES POUMONS
FITRENT LES PARTICULES, (Bulles)**

LA CIRCULATION DU SANG

(schéma d'ensemble)



© Alain Foret, Illustr-Pack II

FONCTIONS

-Transport vers les tissus des aliments issus de la digestion,

-Transport vers les tissus de l'O² et prise en charge du CO₂,

- **Transport des déchets vers différents tissus:**

Tissus Pulmonaire -----> CO₂ et vapeur d'eau,

Tissus rénal -----> Urée, Sel et Eau,

Tissus Cutané-----> Sueur,

Tissus Hépatique -----> Produits toxiques

-**Véhiculer les moyens de défense** de l'Organisme contre les infections des microbes,

- et **d'autres fonctions** plus complexes que nous n'aborderons pas.

RECUEIL

LA POMPRE

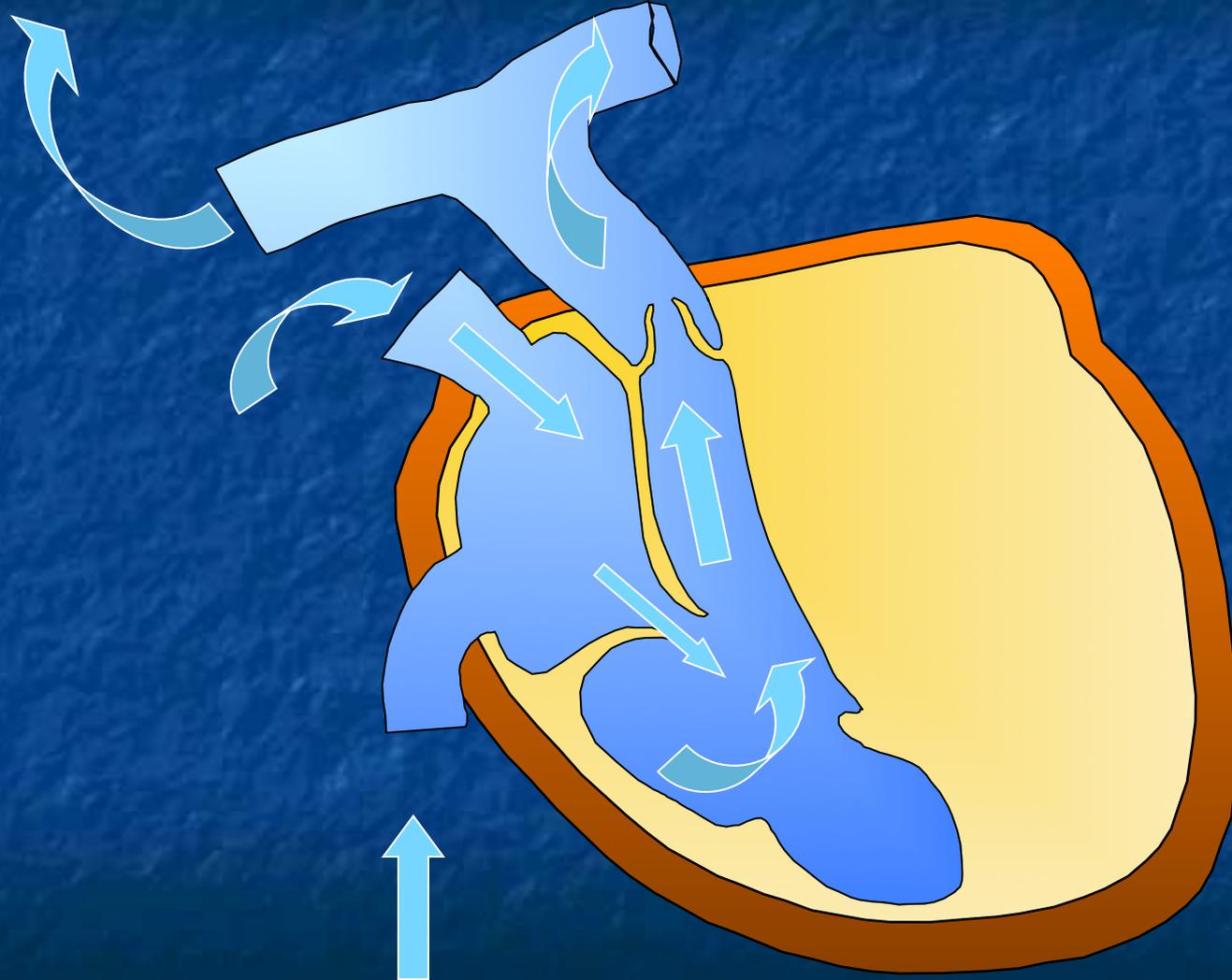
(COMMENT C'EST FAIT ????)

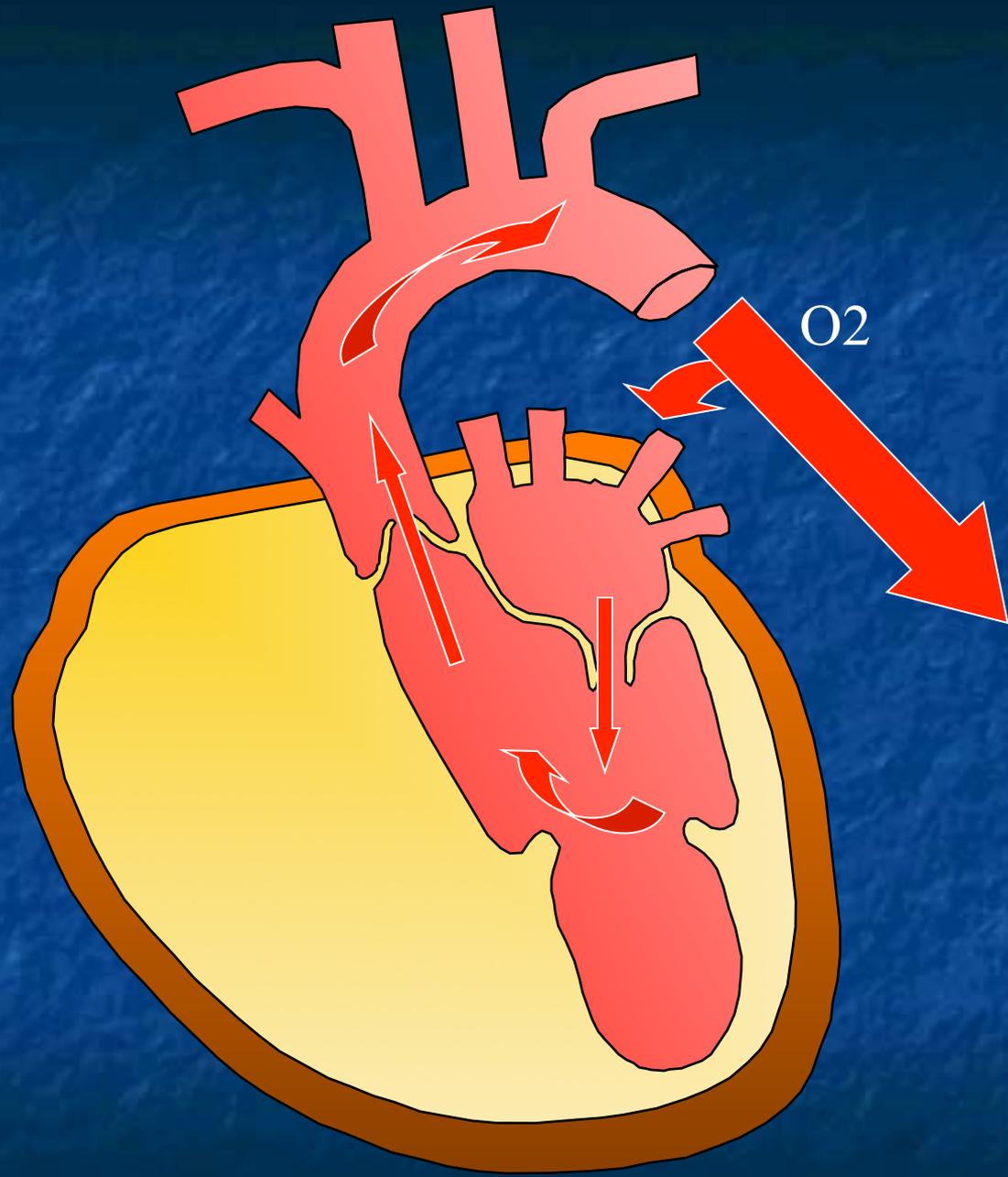
ANATOMIE

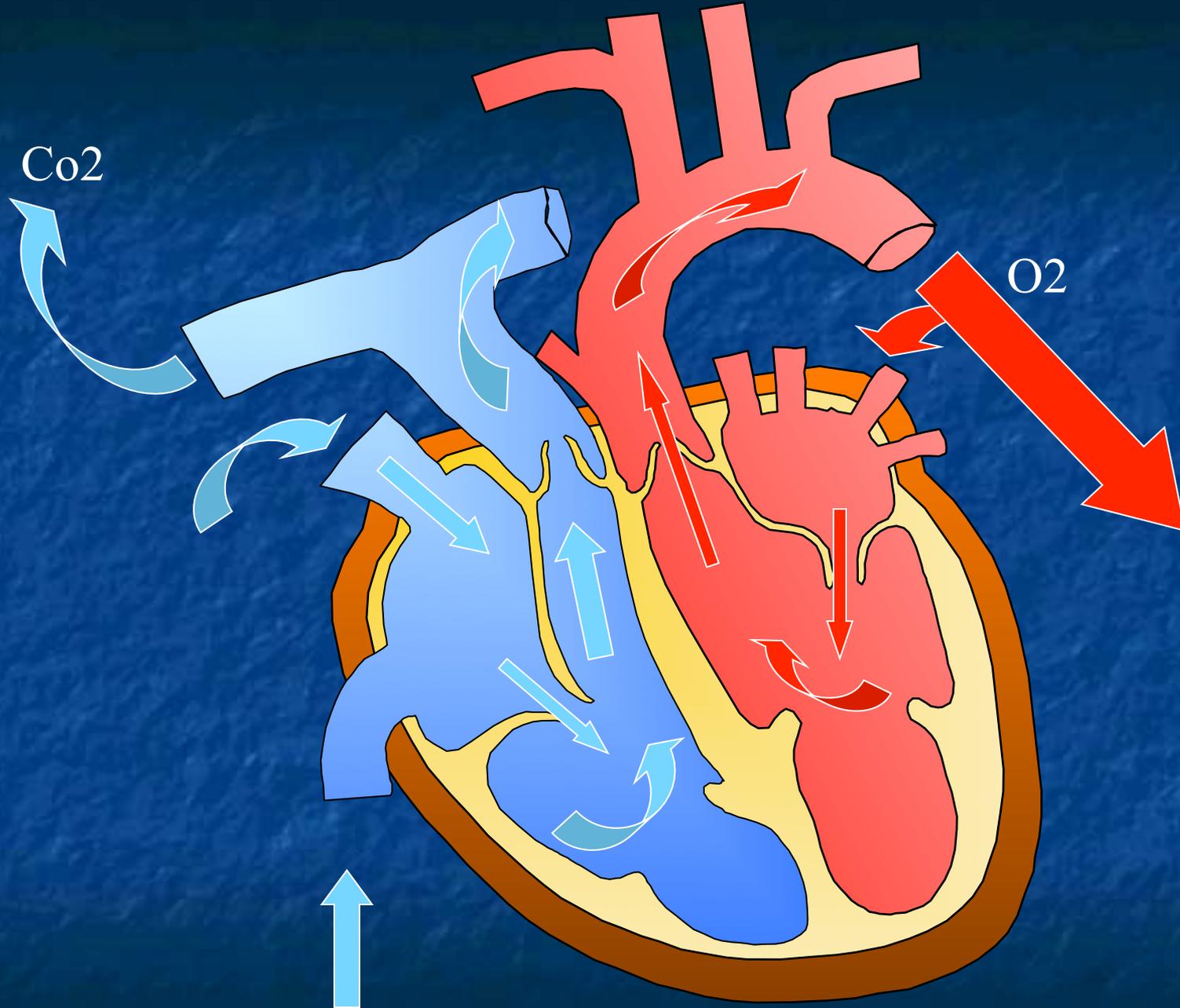




Co2

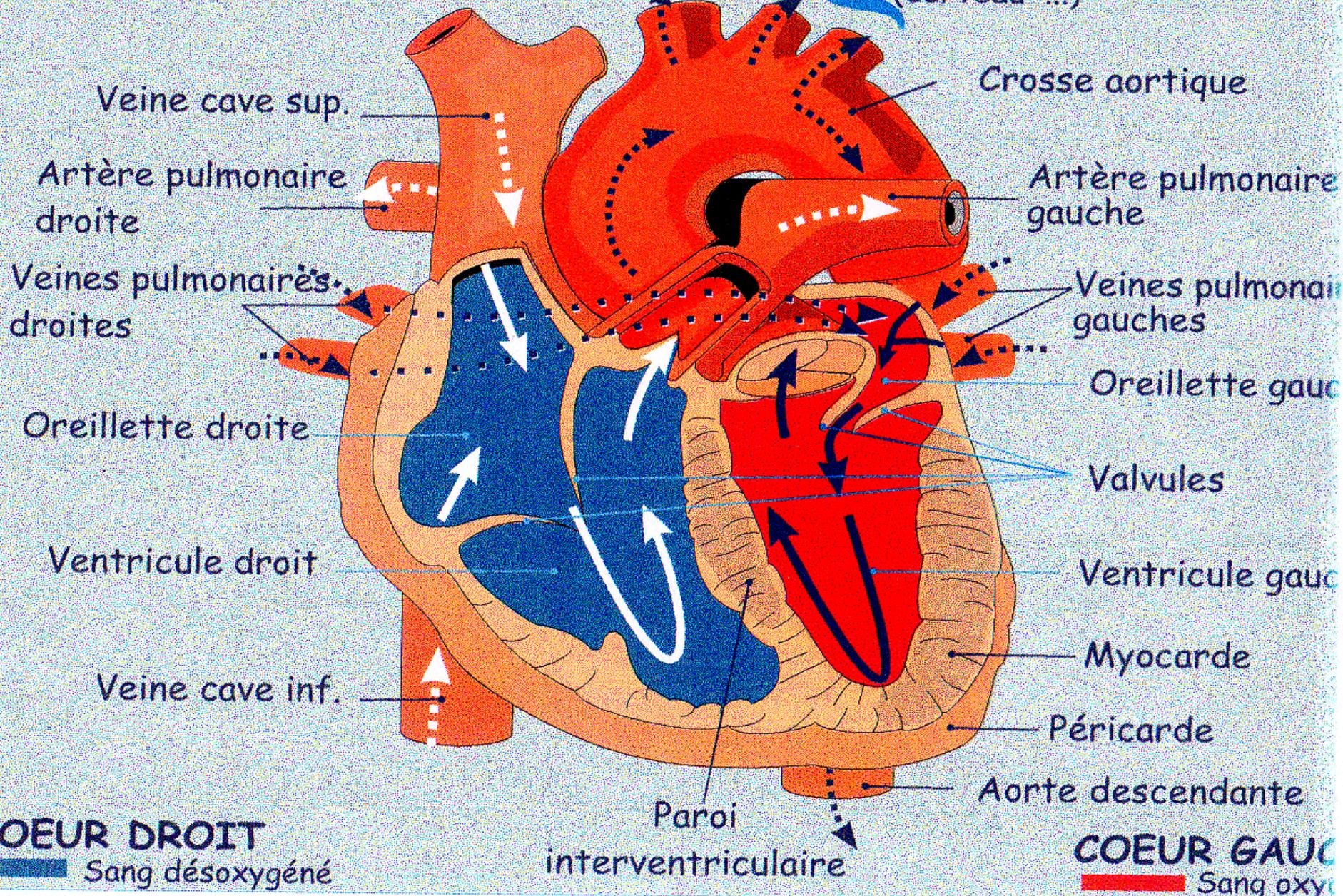




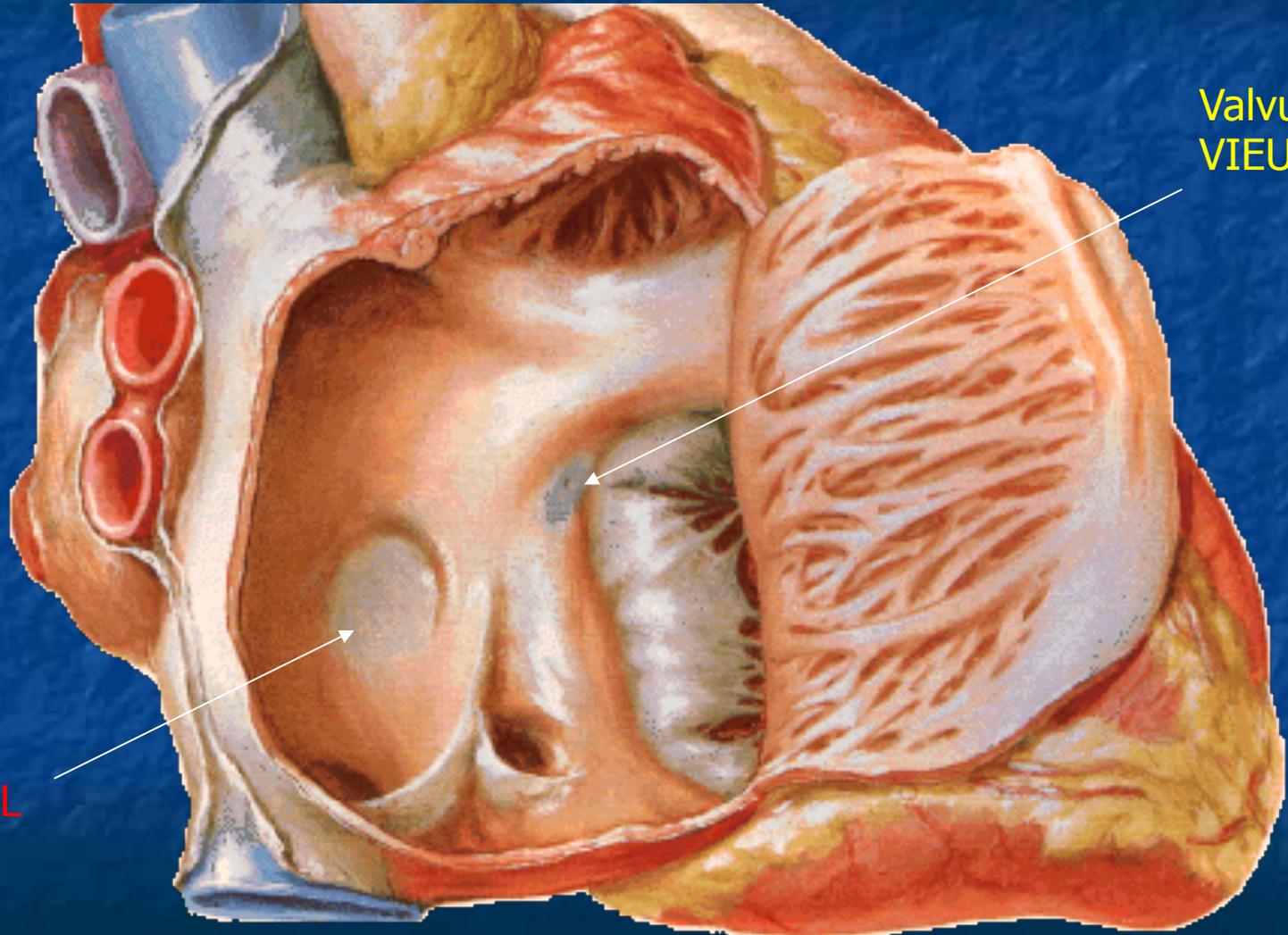


LE COEUR

Sang oxygéné envoyé
vers les membres sup.
(cerveau ...)



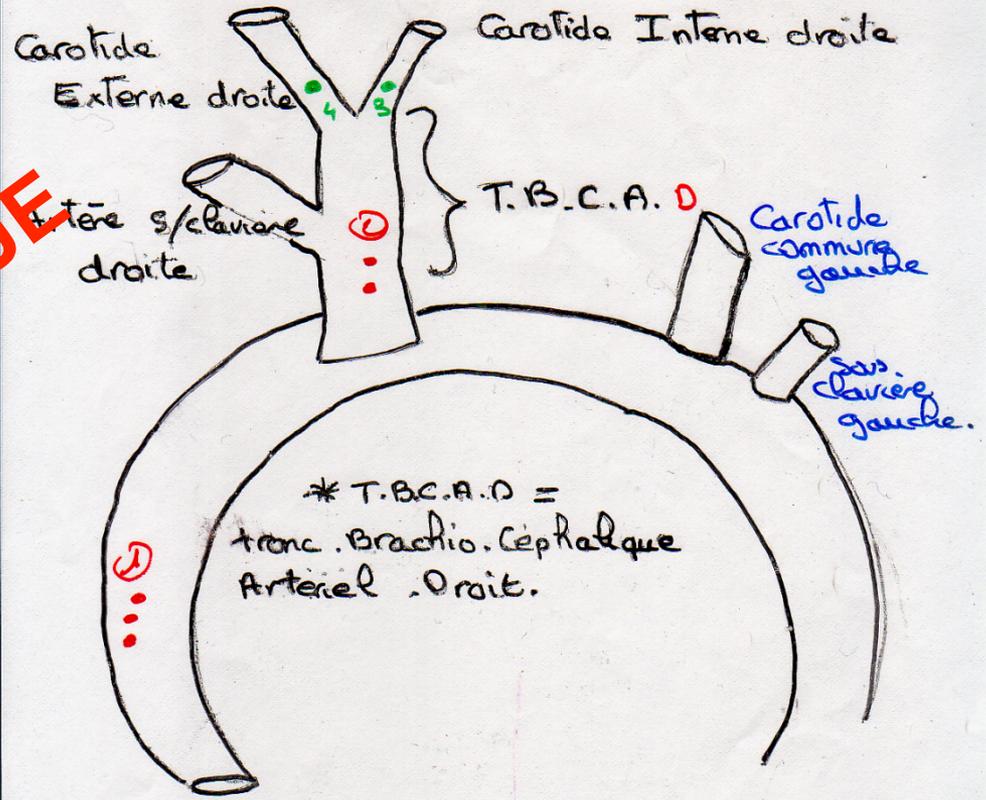
Foramen Ovale



Valvule de
VIEUSSENS

Trou de BOTAL

CROSSE AORTIQUE



Le TRONC BRACHIO-CEPHALIQUE ARTERIEL DROIT

- ① Barorecepteurs qui aboutissent aux nerfs de CYON.
 - ② Chemorecepteurs.
 - ③ Sinus carotidien
 - ④ Glomus carotidien
- leurs fibres forment le nerf de HÉRING qui va au bulbe.

Nerf de HÉRING = Cardio Modérateur + hypotenseur.

PHYSIO

(COMMENT ÇA MARCHE ????)

Le cœur

Physio cardiaque 2

(COMMENT ÇA MARCHE ????)

LE C O E U R

Les contractions du Myocarde propulsent le sang dans les grosses artères et le font circuler. A son retour par les veines, le sang est aspiré par le cœur qui joue le rôle d'une "**Pompe**" aspirante et refoulante.

Les **Oreillettes** pleines de sang se contractent, (*Systole Auriculaire, 0,1s*). Le sang remplit les **Ventricules**.

Les Valvules auriculo-ventriculaires se ferment, (1er bruit), et les ventricules se contractent. C'est la *Systole Ventriculaire, (0,3 s)*. Le sang est expulsé dans le tronc artériel pulmonaire et l'aorte.

Les valvules artérielles se ferment (2ème bruit), le cœur entre en repos général : *c'est la Diastole, (0,4s)*. Pendant ce repos les oreillettes se remplissent de sang.

L'ensemble de ces phénomènes constitue un **CYCLE** ou **REVOLUTION**, cardiaque. Les cycles s'enchaînent sans interruption.

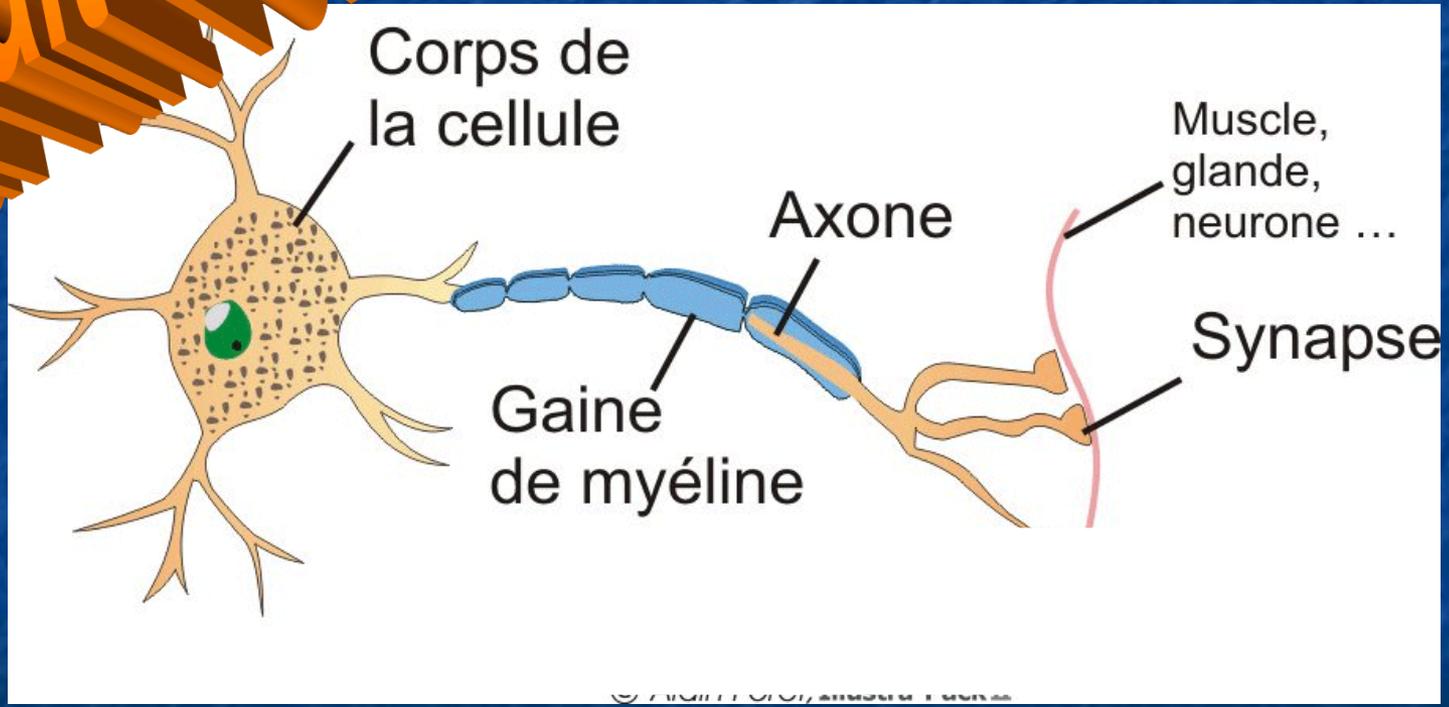
LE C O E U R

(COMMENT ÇA MARCHE ????)

La partie droite reçoit et propulse uniquement du Sang pauvre en O² tandis que la partie gauche du Sang riche en O².

Enfin le travail du muscle Cardiaque nécessite un apport important et régulier de Sang par les artères coronaires (circulation autonome du muscle cardiaque) faute de quoi le Myocarde cesse de contracter; c'est l'**Infarctus** du Myocarde.

Le cerveau fait fonctionner



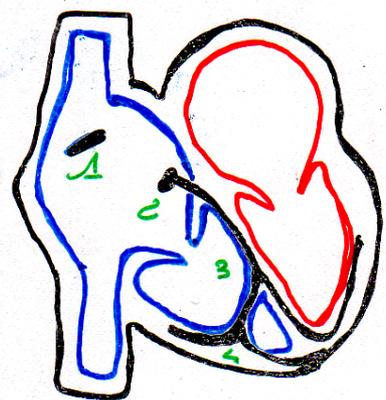
Le Cœur est placé sous l'influence constante de NERFS et d'HORMONES

Un système ELECTRIQUE autonome; (Le tissu Nodal),

Les battements réguliers du Cœur sont entretenus par des impulsions électriques émises par le "Pace Maker" cardiaque soit le Nœud Sinusal, situé au niveau de l'oreillette droite. Ces impulsions se propagent dans les oreillettes, stimulant leurs contractions puis rejoignent le "Nœud auriculo-ventriculaire" pour stimuler le Ventricules via les fibres Cardiaques conductrices spécialisées.

Qui fait fonctionner ?

Le Tissu Nodal



- ① Noeud Sinusal de Keith / Flach.
- ② Noeud Auriculo - Ventriculaire (d'Aschoff - TAWARA)
- ③ Faisceau de His
- ④ Réseau de Purkinje

* la FC se fait par le Noeud Sino Auriculaire ou Sinusal de Keith / Flach.

* Des terminaisons Nerveuses du Systeme Neuro - Végétal (Sympathique et Para ---) rejoignent le Noeud Sinusal de K/F.

Qui fait fonctionner ?

LE C O E U R

La Fréquence spontanée du Cœur est d'environ 120 pulsations par minute. Cette fréquence peut être modifiée par le "Système Nerveux Neuro-végétatif".

Des récepteurs, (Récepteurs Chimiques et Pressions), répartis dans l'organisme à la périphérie des artères analysent l'état du Sang, à savoir ;

- Sa Température,
- Sa teneur en O² et en CO₂
- Sa Tension...

et transmettent les informations aux 2 systèmes de régulation suivants :

- **Système Sympathique**, (*Cardioaccélérateur*).....*Adrénaline*,
- **Système Parasymphatique**, (*Cardiomodérateur*)...*Acétylcholine*.

Qui fait fonctionner ?

LE C O E U R

Ces 2 substances qui contribuent au fonctionnement du système nerveux, (l'Adrénaline et Acétylcholine), sont des substances chimiques, qui se nomment des **Neurotransmetteurs**.

Un système Endocrinien

Enfin, *le système endocrinien*, influencera la Fréquence cardiaque, en déchargeant directement dans le sang une substance, (l'Adrénaline), qui entrera en action directement sur les cellules contractiles du cœur, notamment lors d'Agressions Extérieures.

ET LA PLONGEE...



- Une particularité du cœur réside par la présence d'une lumière entre l'Oreillette droite et l'Oreillette gauche chez le Fœtus. Dès la naissance, celle-ci se referme, mais reste perméable chez environ 30% des individus ; C'est le Foramen Ovale Perméable, préjudiciable en plongée, en milieu hyperbare.

ET LA PLONGEE...



- Le Réflexe « oculo-cardiaque, (par compression des globes oculaires), ou compression des carotides, entraîne normalement par l'intermédiaire SNNV, une bradycardie passagère. Une réponse exagérée ou inversé signe une mauvaise adaptation cardiaque

D'où l'intérêt de ne pas provoquer de réponse anormale en comprimant les globes oculaires (éviter le plaquage du masque), ou les carotides, (combinaison trop serrée au cou).

ET LA PLONGEE...



- **Le retour veineux dans la cage thoracique généré par le corps en immersion entraîne d'emblée une surcharge de travail du muscle cardiaque.**
- **Mais l'immersion de la face entraîne une Bradycardie**
(Récepteurs cutanés thermosensibles)

La Bradycardie (pouls < 20) et la Tachycardie (> 200) entraîne une "Ischémie", (privation d'irrigation sanguine) cérébrale, génératrice de syncope. L'entrée d'eau massive au niveau des muqueuses nasales, du Larynx, les émotions intenses, la peur, la panique, peuvent entraîner de tels situations rendues catastrophiques lorsque la reprise ventilatoire à lieu dans l'eau.

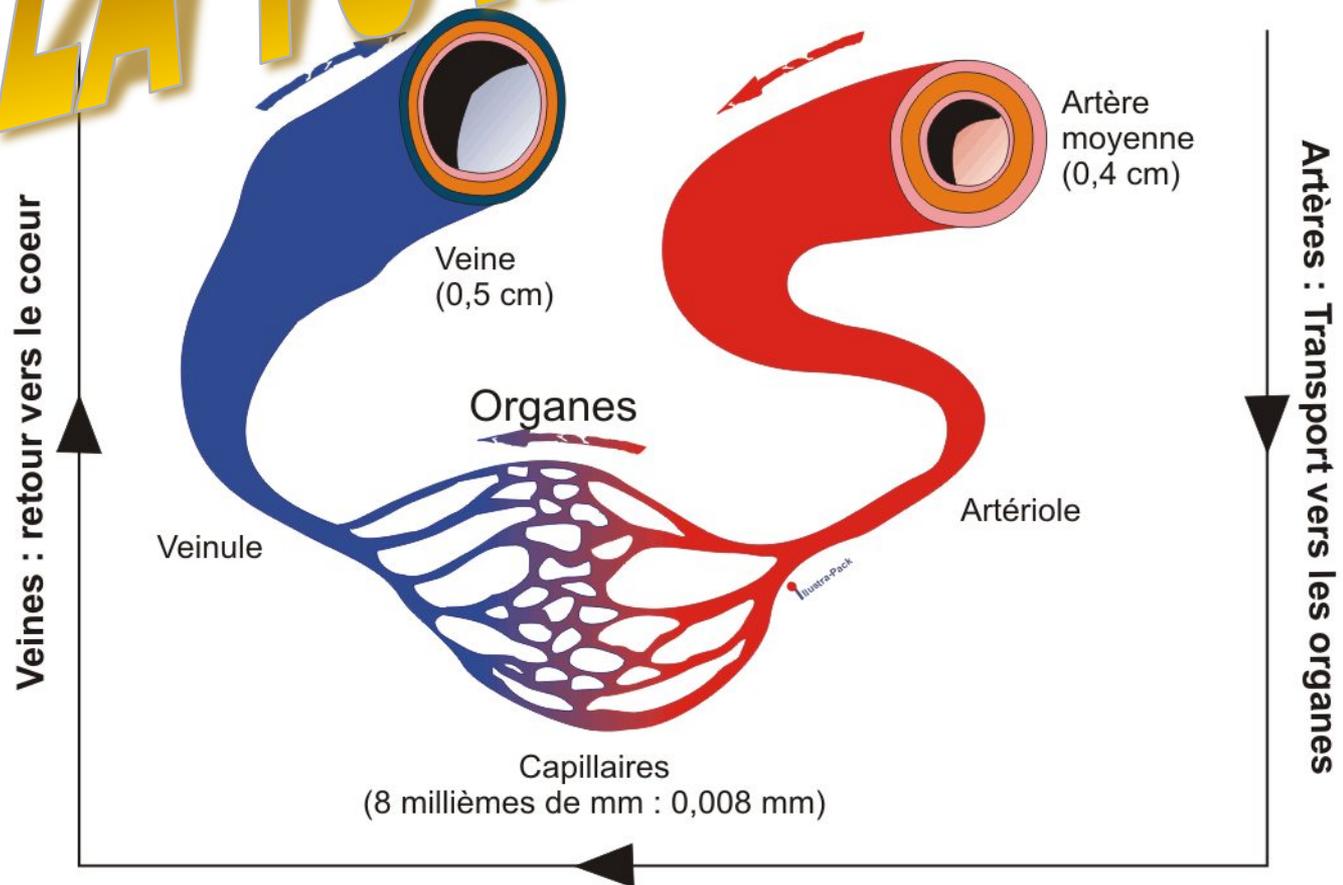
ET LA PLONGEE...



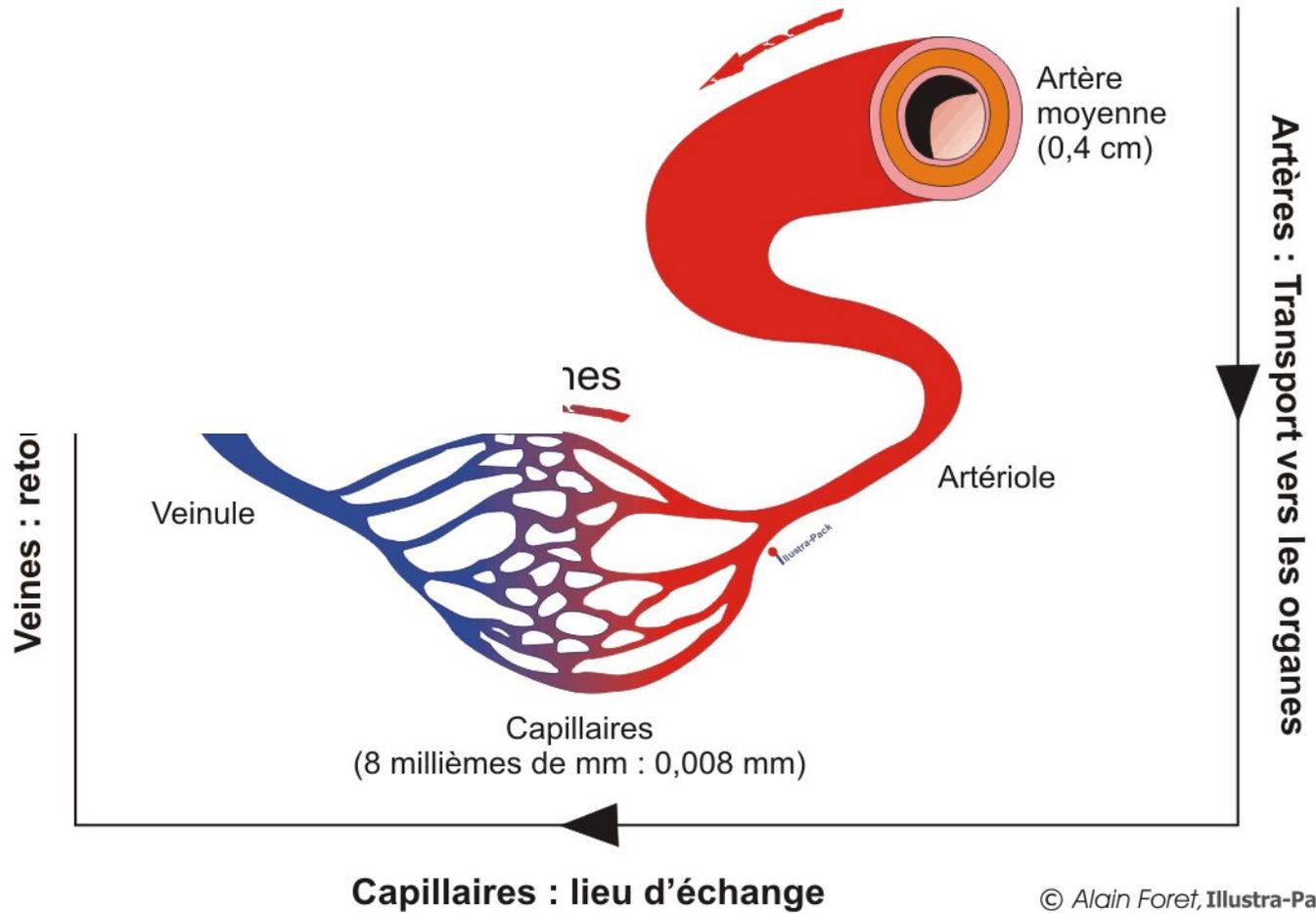
- L'OXYGENE étant DELETERE pour le CŒUR, il convient de recommander à tous les utilisateur de mélange SUROX d'effectuer une Visite Médicale Spécifique.
- Ne pas abuser des Nitrox !!!

LA TUYAUTERIE

LES VAISSEAUX SANGUINS

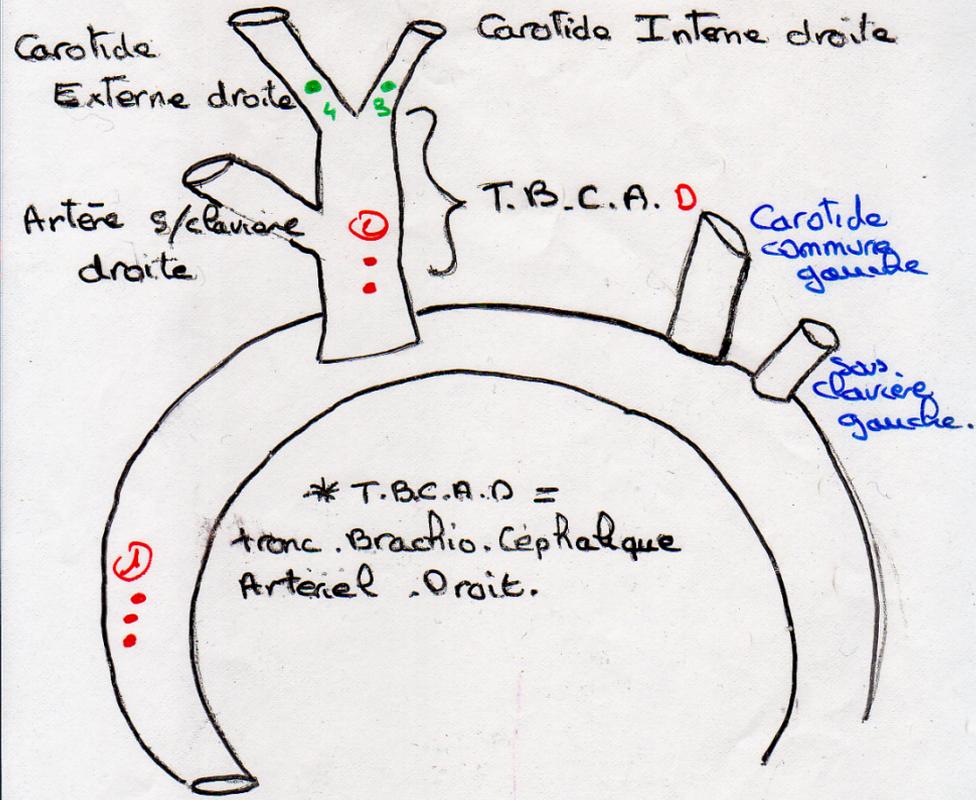


LES VAISSEAUX SANGUINS



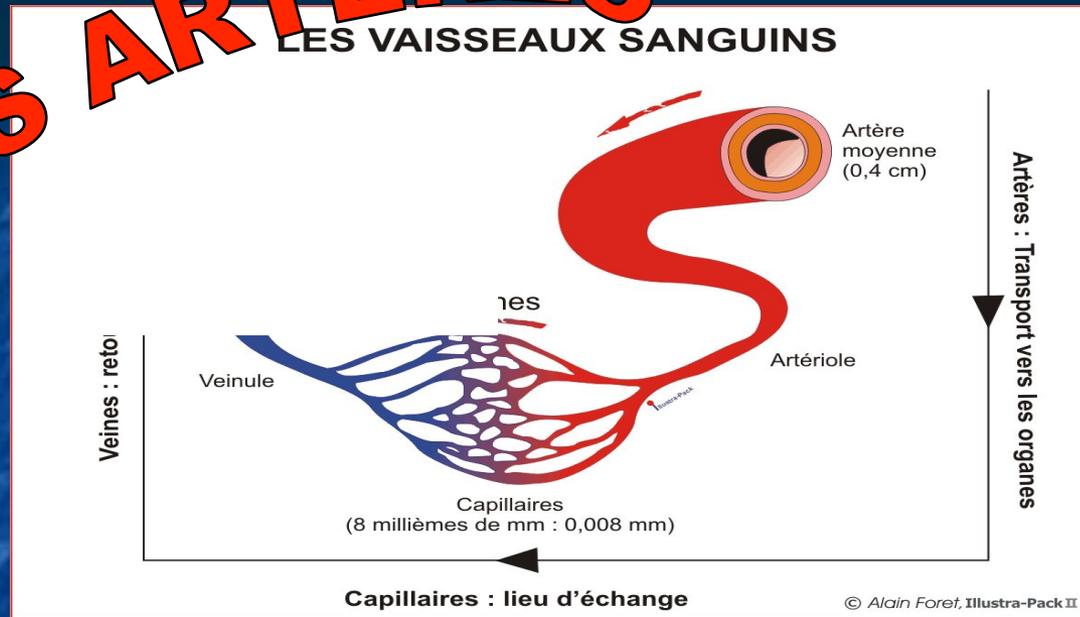
le TRONC BRACHIO-CEPHALIQUE ARTERIEL DROIT

CROSSE AORTIQUE



- ① Barorecepteurs qui aboutissent aux nerfs de CYON.
 - ② Chemorecepteurs.
 - ③ Sinus carotidien
 - ④ Glomus carotidien
-) leurs fibres forment le nerf de HERING qui va au bulbe.

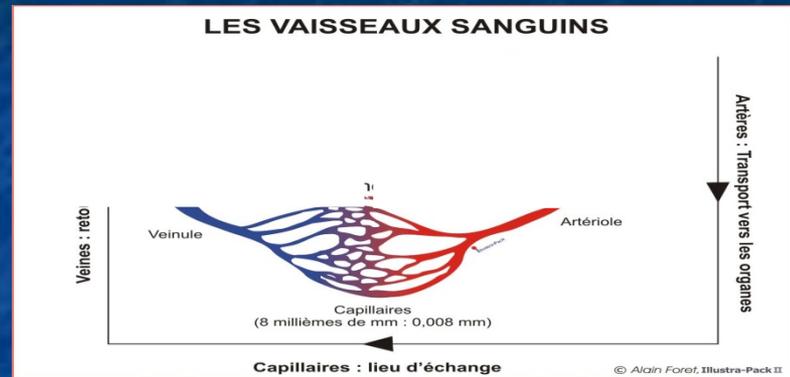
LES ARTERES



- **Les Artères**. Elles conduisent le sang du cœur vers les organes. Elles naissent de l'aorte et des artères pulmonaires et se divisent en artérioles puis en capillaires pour pénétrer intimement dans les tissus.

Les artérioles ont un pouvoir de contraction et de relâchement, et une élasticité qui permet de jouer un rôle important dans la régulation du débit sanguin.

LES ARTERES

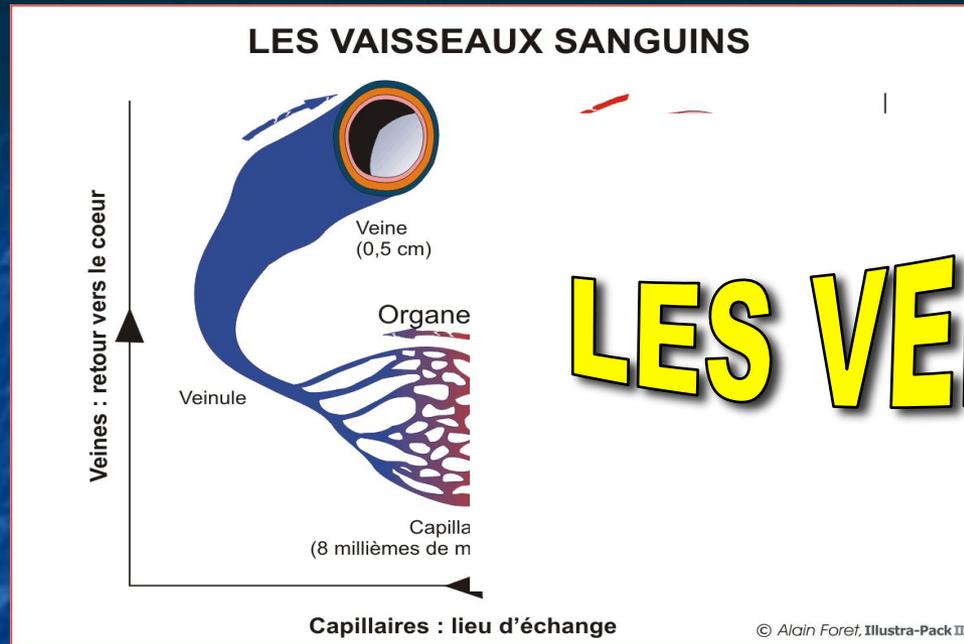


- **Les Capillaires** : Ce sont les vaisseaux les plus fins, et les plus nombreux.

C'est grâce à eux que se font les échanges gazeux, ce qui détermine les 2 états du sang, à savoir;

- * Le Sang Hémosé, riche en O_2 , et
- * Le Sang Carbonaté, riche en CO_2

Ceux-ci sont constitués d'un enchevêtrement de petits vaisseaux, véritable "tissus maillé" nommé aussi Anastomoses. Il y a toujours la possibilité de passer par une voie ou une autre.



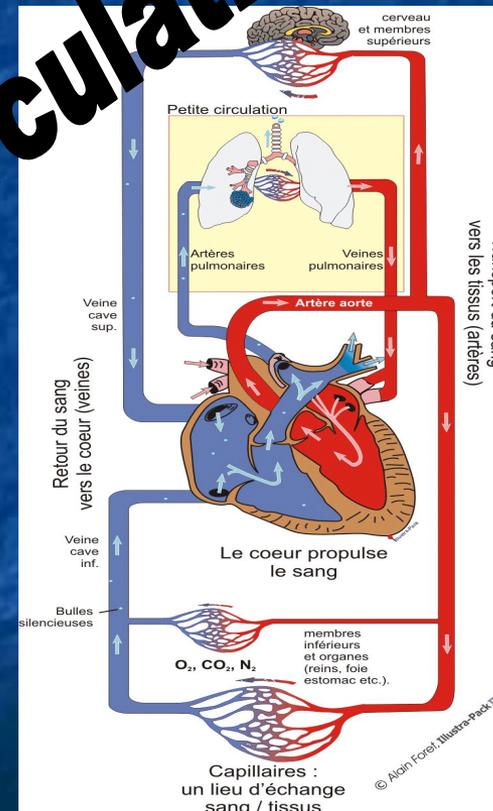
LES VEINES

- Les Veines: Elles conduisent le sang des organes vers le cœur. Elles sont pour la plupart dépourvues de fibres élastiques, et présentent, surtout au niveau des membres inférieurs, des valvules qui aident la progression du sang et empêchent son retour en arrière. Elles se regroupent en veinules et aboutissent elles aussi aux capillaires.

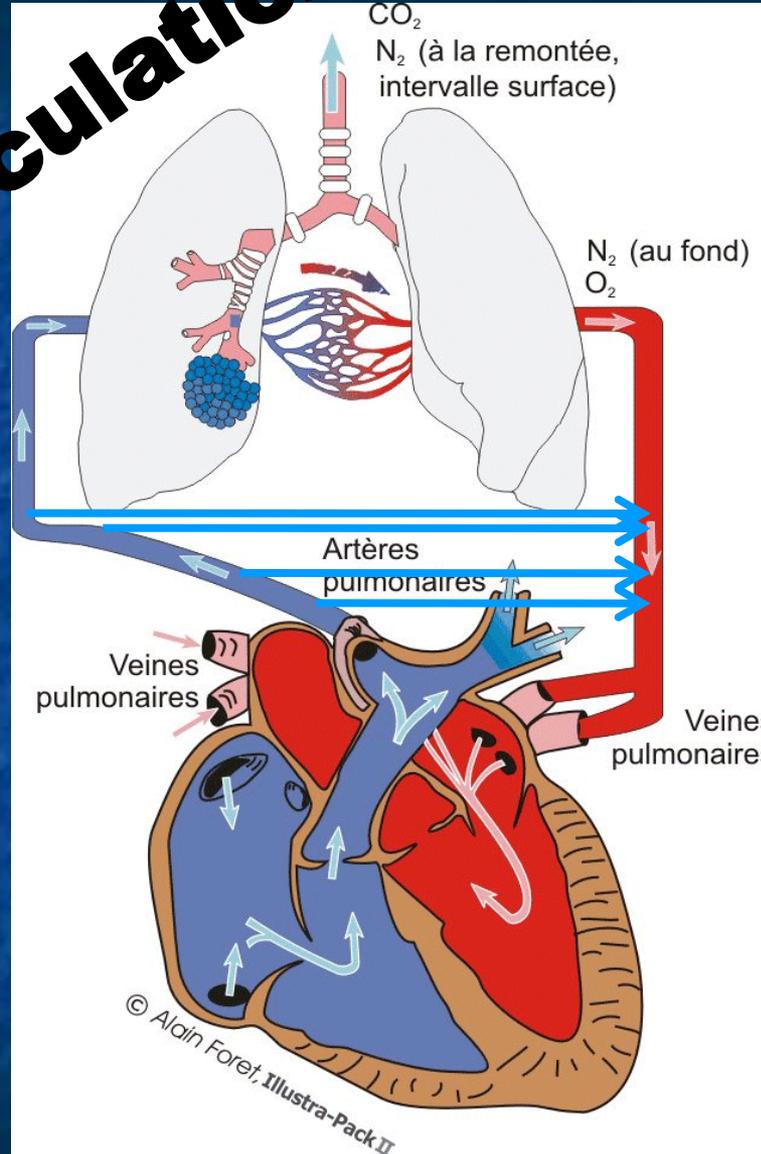
LES VAISSEAUX

Il y a environ 5 litres de sang dans l'organisme et on considère qu'il faut environ 1 mn à la masse sanguine pour faire le tour entier par l'intermédiaire des vaisseaux.

Petite et gde circulation

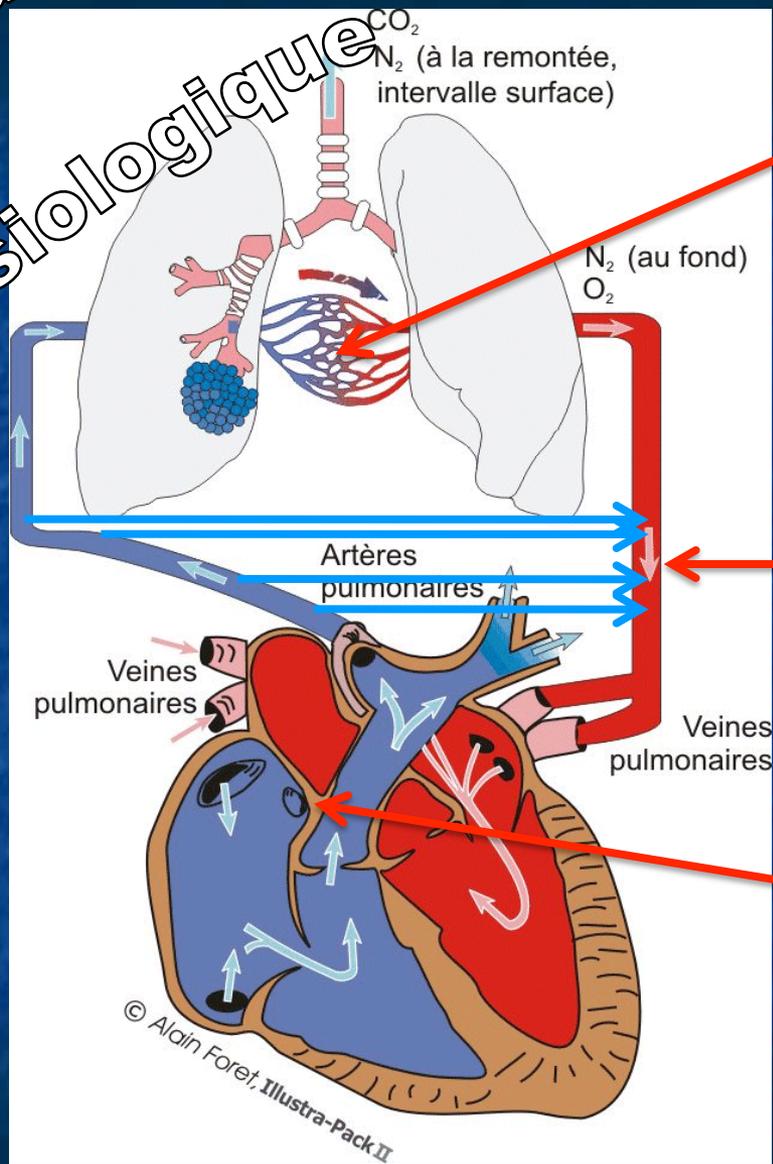


La petite circulation



LA-SEAF-AUX

La petite circulation + Filtration Physiologique



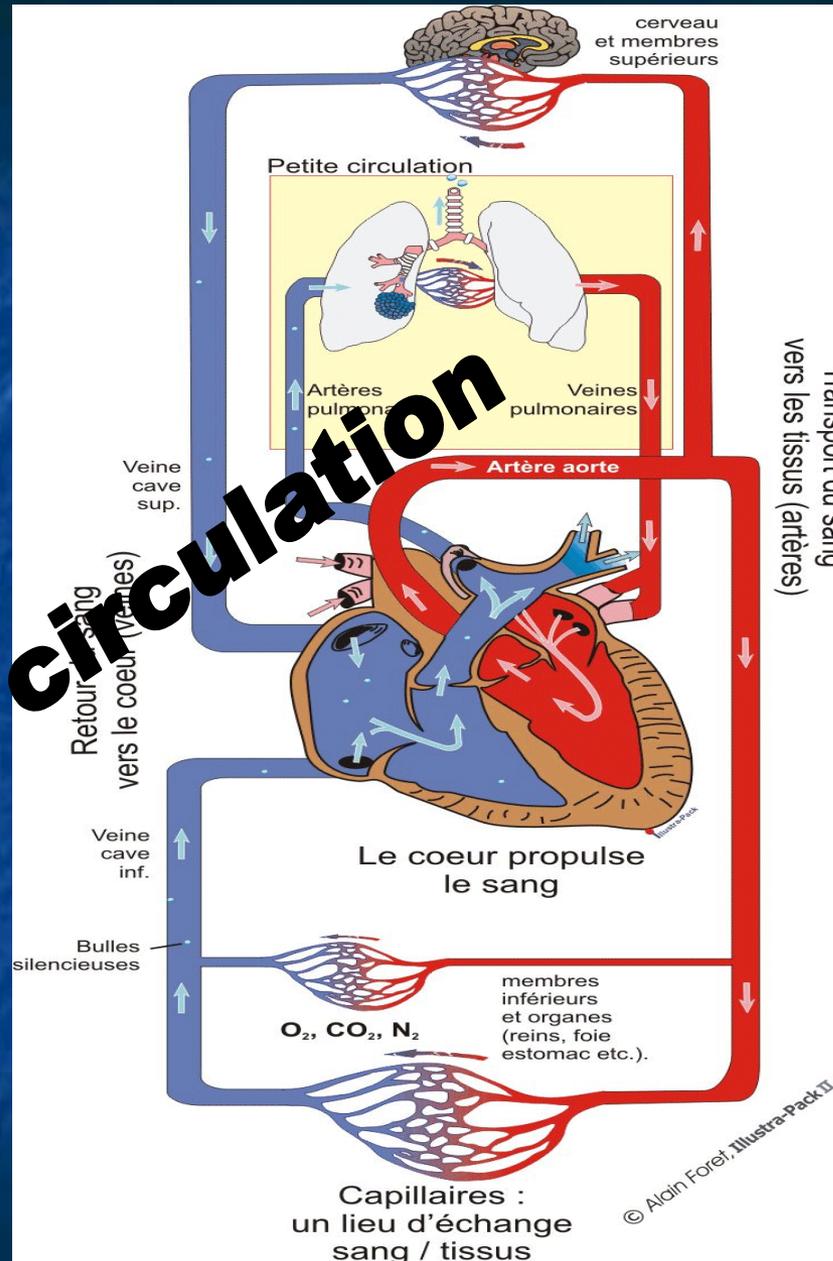
Filtres PULMONAIRES

Shunts artério-veineux

FOP

LES VAISSEAUX

La grande circulation



ET LA PLONGEE...

Artères



La Crosse Aortique présente la particularité du *Tronc Brachio Céphalique Artériel Droit* qui influencera sur la position d'attente en cas d'accident de Plongée.

La préexistence d'un circuit Artério-veineux entre l'artère pulmonaire et la veine pulmonaire, qui shunt les poumons, qui sera utilisé en cas d'encombrement, ou d'obstruction du filtre pulmonaire. Attention au passage des bulles.

La section des artères va en diminuant, et risque de piéger les embolies.

ET LA PLONGEE...

Artères



Les artérioles et les capillaires sont pourvues de cellules musculaires, capables de faire varier le diamètre de celles-ci.

Ce phénomène est intéressant car lorsqu'un capillaire est embolisé, une augmentation de son diamètre permettra de libérer la bulle prisonnière.

(Voir Centre Vasomoteur)

ET LA PLONGEE...

Artères



Les capillaires, finalités des artères et des artérioles se structurent en Anastomoses (en mailles de filet) permettant au sang d'emprunter divers autres "chemins" dans le cas ou un passage serait obstruer.

Cela est vrai sauf malheureusement pour certaines artères de type terminal. Ex : - **L'artère d'Adamskievich qui irrigue la moelle épinière au niveau des lombaires, et l'artère Vestibulaire qui irrigue la Cochlée et le Vestibule. D'ou risques d'accidents de décompression neurologique médullaire et accidents cochléaires et vestibulaires.**

ET LA PLONGEE...

Veines



La section des Veines va en augmentant, des cellules jusqu'au cœur.

Donc facilite le retour des bulles au cœur.

Les Veines sont dépourvues de cellules musculaires; leur diamètre ne peut donc pas varier. Par contre le retour du sang vers le cœur sera aidé par des valvules (nids d'abeilles, soit des clapets anti-retour), par la contraction des muscles adjacents, et un phénomène d'aspiration dû au travail du cœur et des poumons.

ET LA PLONGEE...

Veines



Malheureusement l'organisme n'est toujours pas parfait, et le système veineux qui draine la moelle épinière est;

1) Avalvulé,

2) Très sinueux,

3) De sections variables, favorisant un ralentissement du flux veineux, représentant ainsi un véritable piège à bulles. Il en résulte un risque d'accident médullaire.

Enfin toute augmentation de la pression intra thoracique crée des ralentissements du retour veineux et notamment le retour veineux de la moelle épinière.

ET LA PLONGEE...

Veines

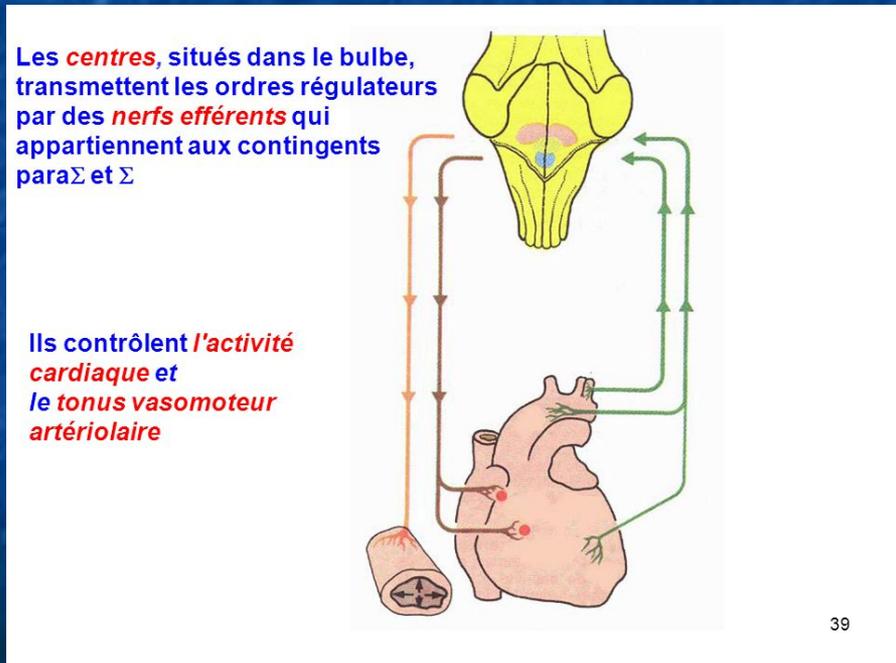


- Les Veines sont constituées de grosses Cellules (Cellules endothéliales) qui peuvent être perméables et entre lesquelles des germes de bulles, (Gaz Nucléi) peuvent être emprisonnés et favoriser l'apparition de Bulles, Lors de la décompression.

- Centre Vaso-moteur

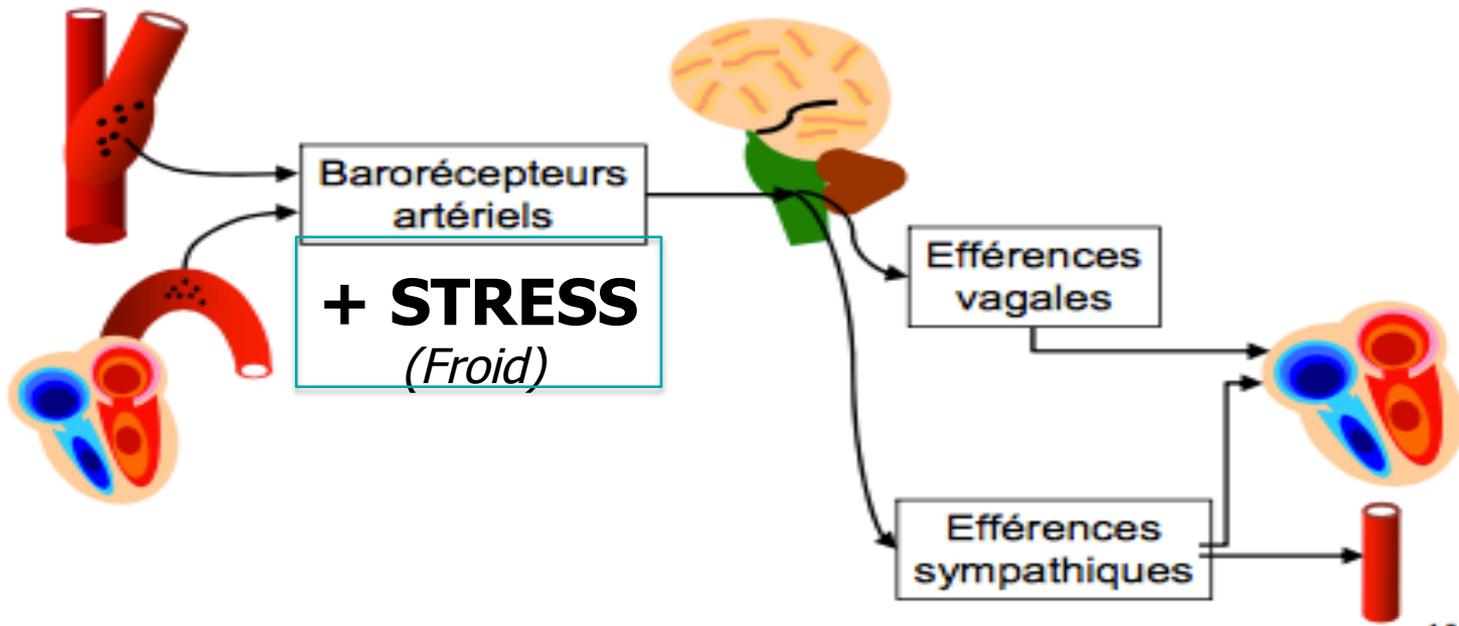
Les centres vasomoteurs sont situés dans le tronc cérébral. Ce sont ces centres qui sont responsables de la régulation à court terme de la pression artérielle (PA). L'activité de ces centres est sous la dépendance de réflexes dont le principal est le baroréflexe, et agissent en modulant l'activité sympathique et parasympathique

La PAM est de 100mmhg, elle est de 180 au maximum et de 60 au plus bas



- Centre Vaso-moteur

Le Baroréflexe



Les barorécepteurs

- ◆ Sensibles à la distension de la paroi
- ◆ Localisation stratégique !
 - A la « sortie » de cœur
 - A l' « entrée » du cerveau



- Centre Vaso-moteur

Les barorécepteurs :

- sont sensibles à la tension de la paroi des artères,
- sont situés à deux niveaux : aortiques et carotidiens,
- les nerfs afférents sont les nerfs de cyon et de Héring,
- centre cardiovasculaire bulbaire,
- les nerfs efférents du réflexe sont les nerfs parasymphathiques (nerf Vague) et symphathiques.

Les chémorécepteurs :

- sont localisés dans des **Glomus**
- chémorécepteurs **aortiques** et **carotidiens**,
- sensibles aux **variations de la concentration** en **O₂**, en **CO₂** et au **pH**,
- s'activent pour des valeurs comprises entre **40 et 80 mmHg**,
- stimulation du centre vasomoteur

- Action du Centre Vaso-moteur

-Activité des **BARORECEPTEURS**
-Activité des **CHEMORECEPTEURS**
(Crosse Aortique,
TBCAD, Sinus Carotidien)

Active le Tonus
SYMPATHIQUE

Vasoconstriction

Tension Artérielle,
Fréquence Cardiaque
Fréquence Ventilatoire

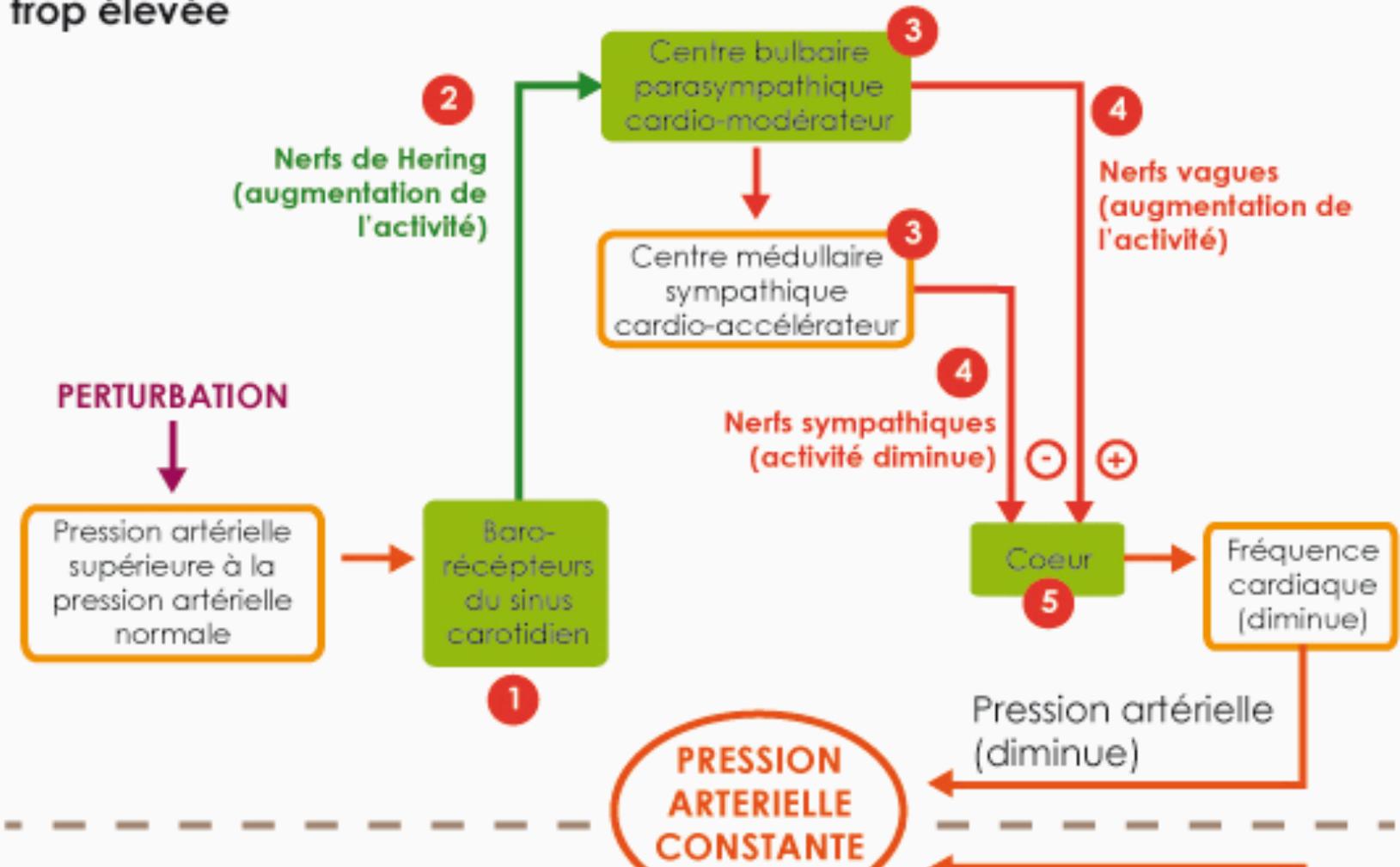
Active le Tonus
PARASYMPATHIQUE

Vasodilatation

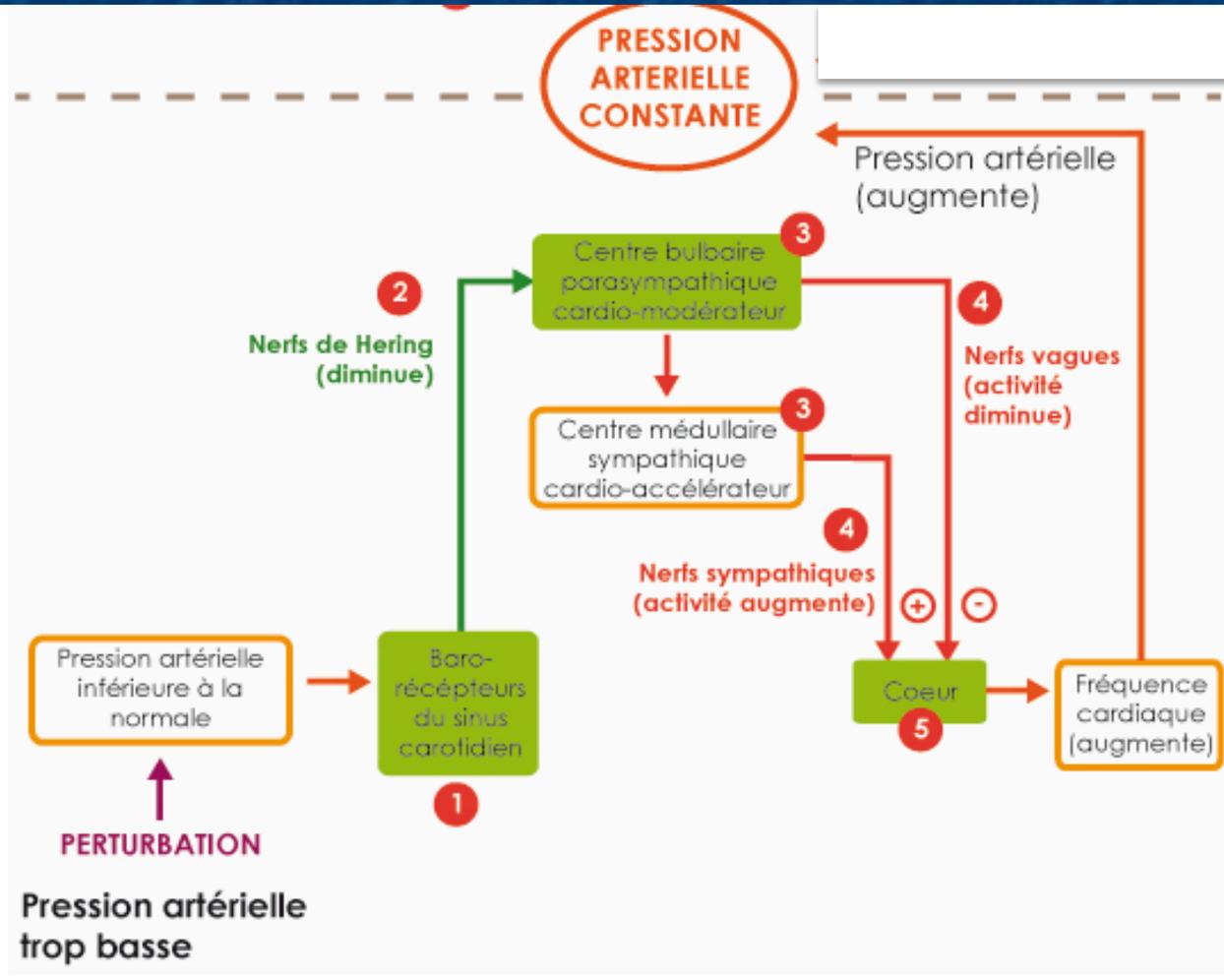
Tension Artérielle,
Fréquence Cardiaque
Fréquence Ventilatoire

- Action du Centre Vaso-moteur

Pression artérielle trop élevée



- Action du Centre Vaso-moteur



ET LA PLONGEE...



-La Vasomotricité permet la protection des organes nobles en cas de Froid. (Bloodshift)

La variation du diamètre des artérioles et capillaires peuvent piéger des emboles gazeuses ou au contraire les libérer...

- La Vasomotricité génère un flux sanguin ("Perfusion") pouvant être différent entre le début et la fin de la plongée, risque potentiel d'ADD.**
- Pas de vasomotricité au niveau du Cerveau. Protection du froid au niveau de la tête est impérative, (cagoule).**
- Pas de vasomotricité au niveau du système veineux. Le retour veineux est compliqué pour les plongeurs.**

LE S A N G

LE TRANSPORTEUR

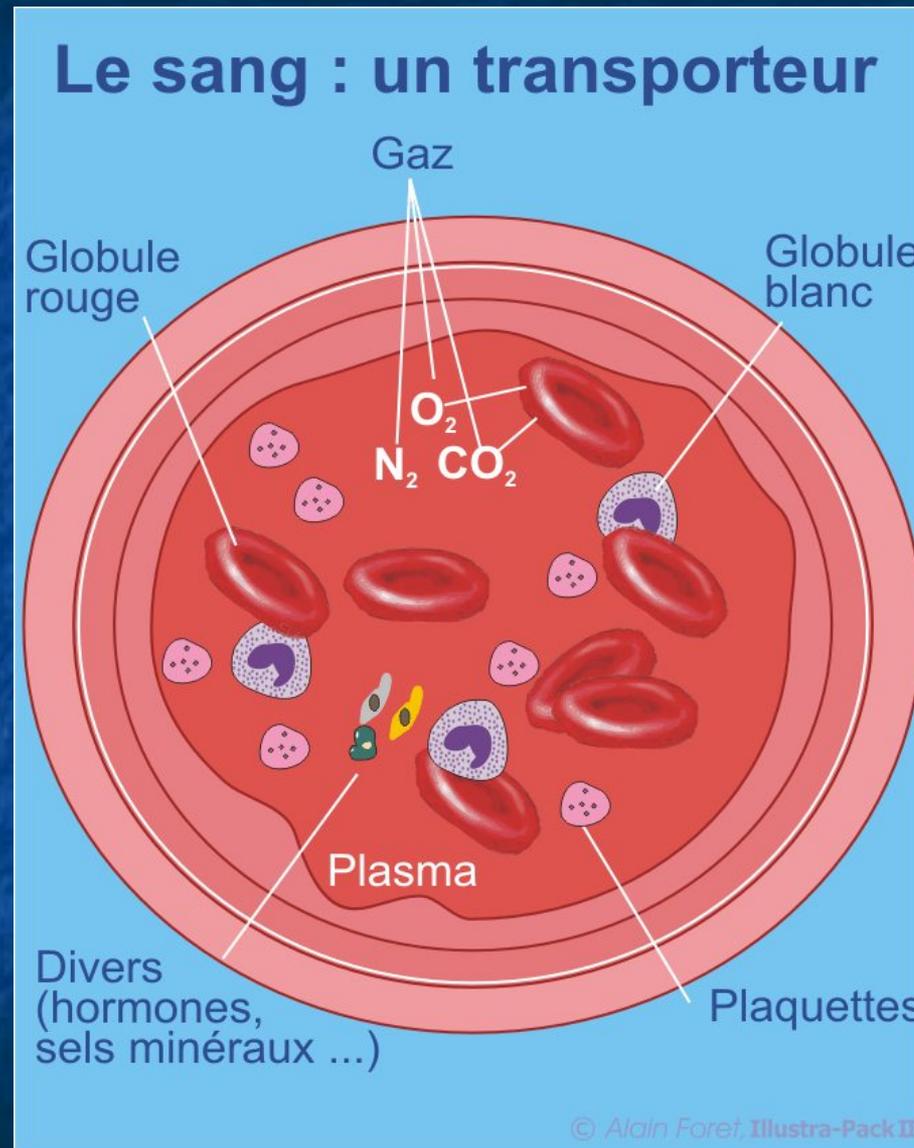
Le Sang est composé de cellules spécialisées dans des fonctions déterminées et d'un liquide, le Plasma, dans lequel elles baignent.

Le volume sanguin total d'un homme de 70 Kg est d'environ 5,6 litres.

Le Plasma est composé de 90% d'eau dans laquelle sont dissoutes des molécules très différentes : Protéines plasmatiques, Ions et gaz. Sa salinité (9g/l) est inférieure à celle de l'eau de mer.

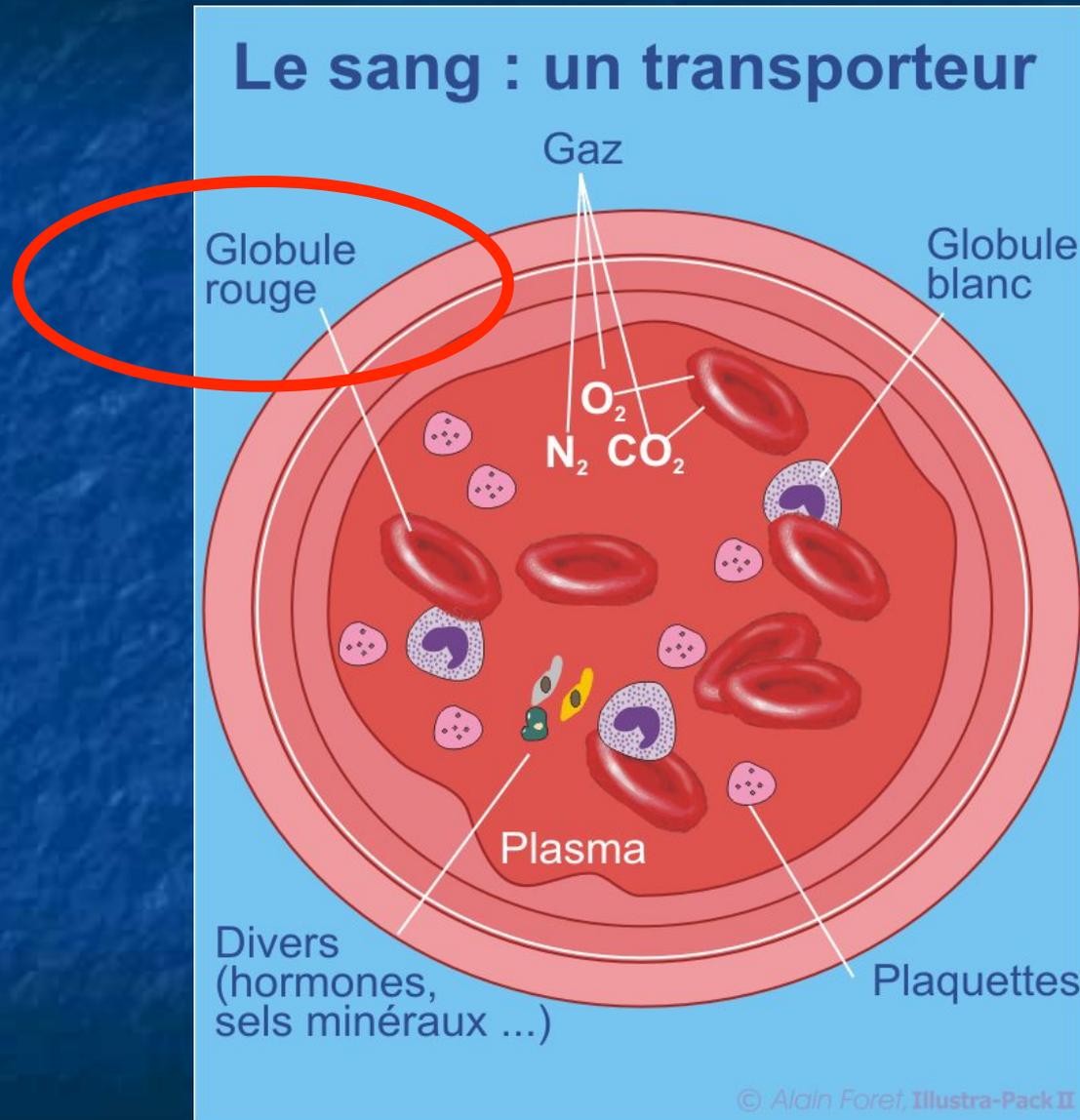
- Les Cellules spécialisées du Sang :

LE SANG



- Les Cellules spécialisées du Sang :

LE SANG



- Les GLOBULES ROUGES

. Ce sont des disques biconcaves dont l'enveloppe est capable de se déformer pour passer dans des capillaires dont le diamètre est inférieur au leur. Dans cette enveloppe cellulaire on trouve **l'HEMOGLOBINE**



L'hémoglobine

- L'hémoglobine (Hb) est un pigment respiratoire présent exclusivement dans les GR
- Protéine transporteuse
 - **fixation** réversible et instable d'un ligand (ex. O₂) sur une site de fixation
 - **affinité** protéine-ligand plus grande au départ qu'à l'arrivée



Ligands de l'Hb

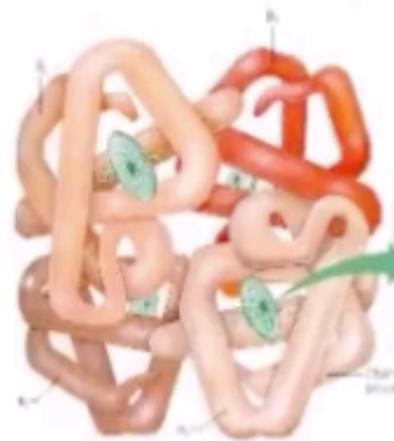
O₂
 CO₂
 H⁺
 CO
 2,3 DPG

 S'abonner

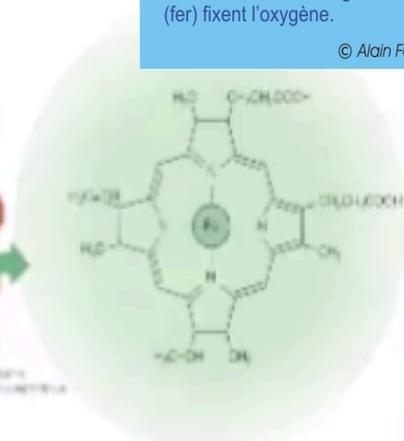
- Les GLOBULES ROUGES

L'hémoglobine

- 1 molécule  = 4 chaînes polypeptidiques avec un groupement hème au centre qui comprend
 - 1 noyau porphyrine
 - 1 atome de fer qui peut fixer 1 molécule d'O₂



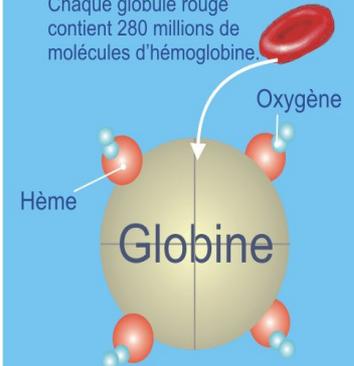
Hémoglobine



Groupement hème avec 1 atome de Fe au centre

Molécule d'hémoglobine

Chaque globule rouge contient 280 millions de molécules d'hémoglobine.



Une molécule d'hémoglobine : 4 hèmes (fer) fixent l'oxygène.

© Alain Foret, Illustra-Pack II

- Les GLOBULES ROUGES

LE S A N G

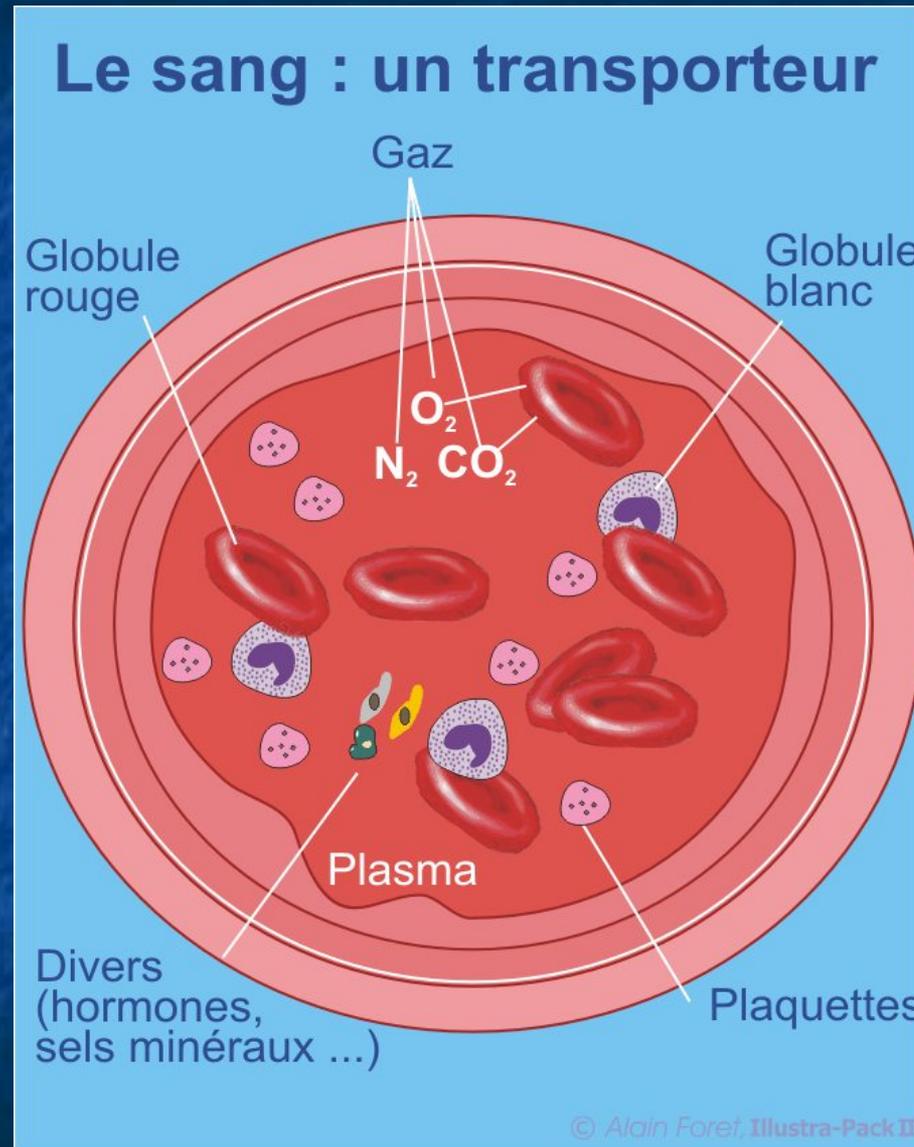
Nombre: Leur nombre est considérable: 5 millions par microlitre (millième de ml), mais variable sous l'influence de facteurs divers, il diminue en cas d'anémie. Par contre, il est plus élevé pour les populations vivant en permanence en altitude jusqu'à 8 millions microlitre).

Leur surface totale serait de 3 000 m² si on les étalait côte à côte.

**Ils naissent dans la moelle osseuse rouge des os plats et des os courts (vertèbres, sternum, côtes, bassin) et dans les épiphyses des os longs.
Leur durée de vie est de 30 jours en moyenne.**

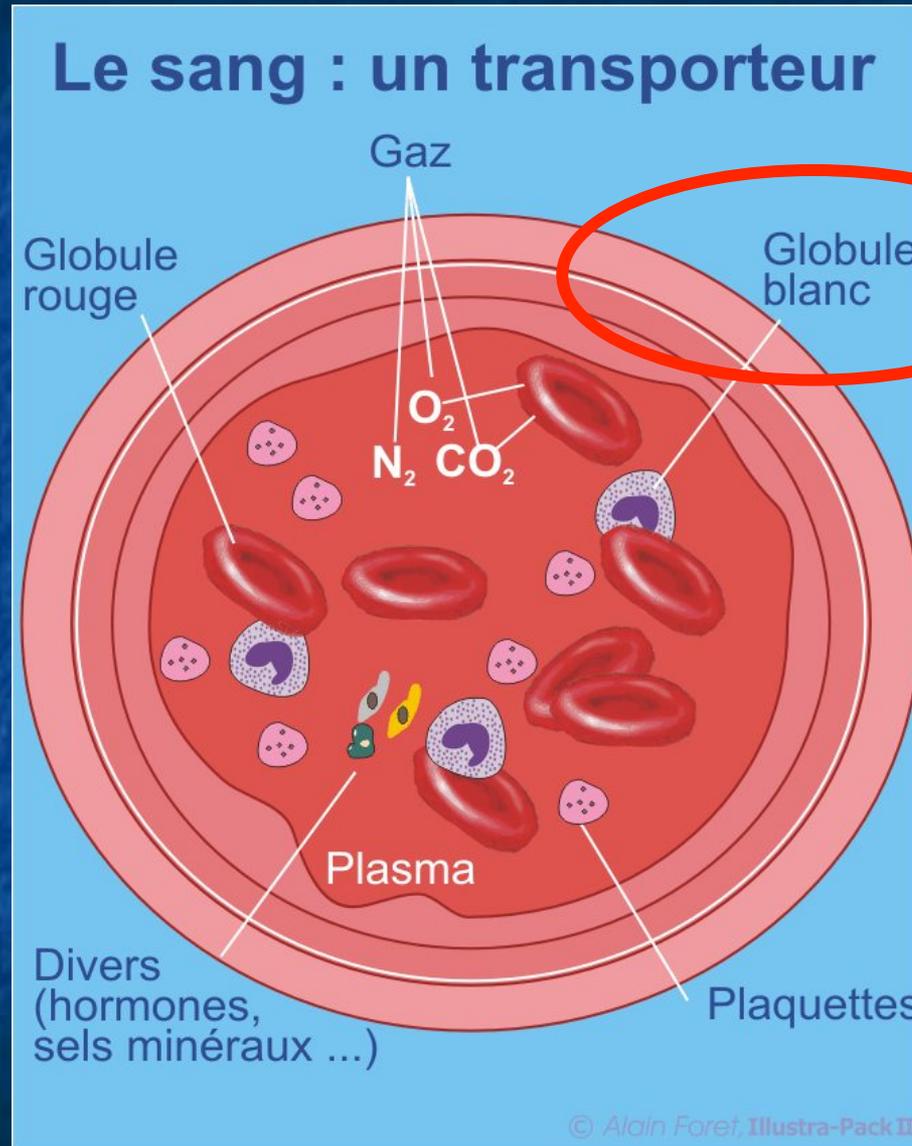
- Les Cellules spécialisées du Sang :

LE SANG



LE SANG

- Les Cellules spécialisées du Sang :

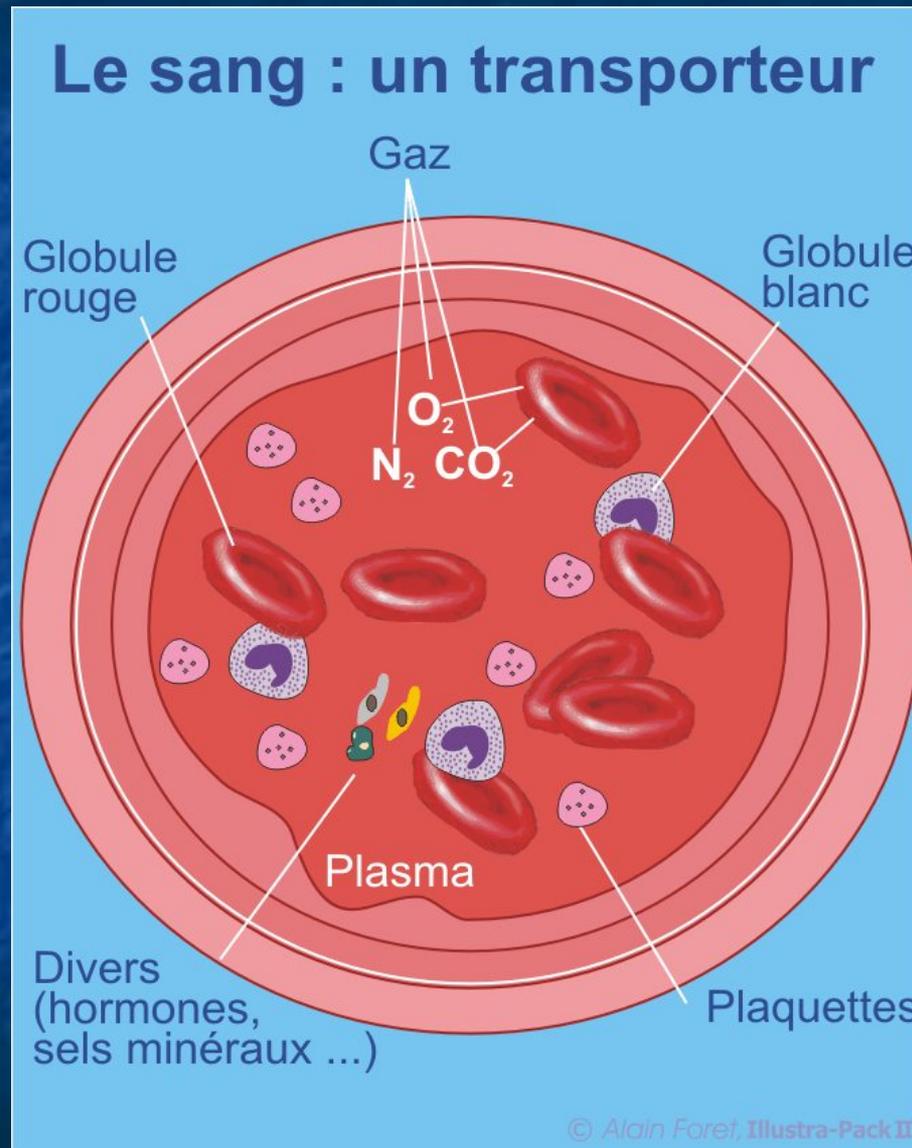


Les GLOBULES BLANCS

Leur fonction principale est la défense contre les éléments étrangers à l'organisme (bactéries, virus ou autres substances).

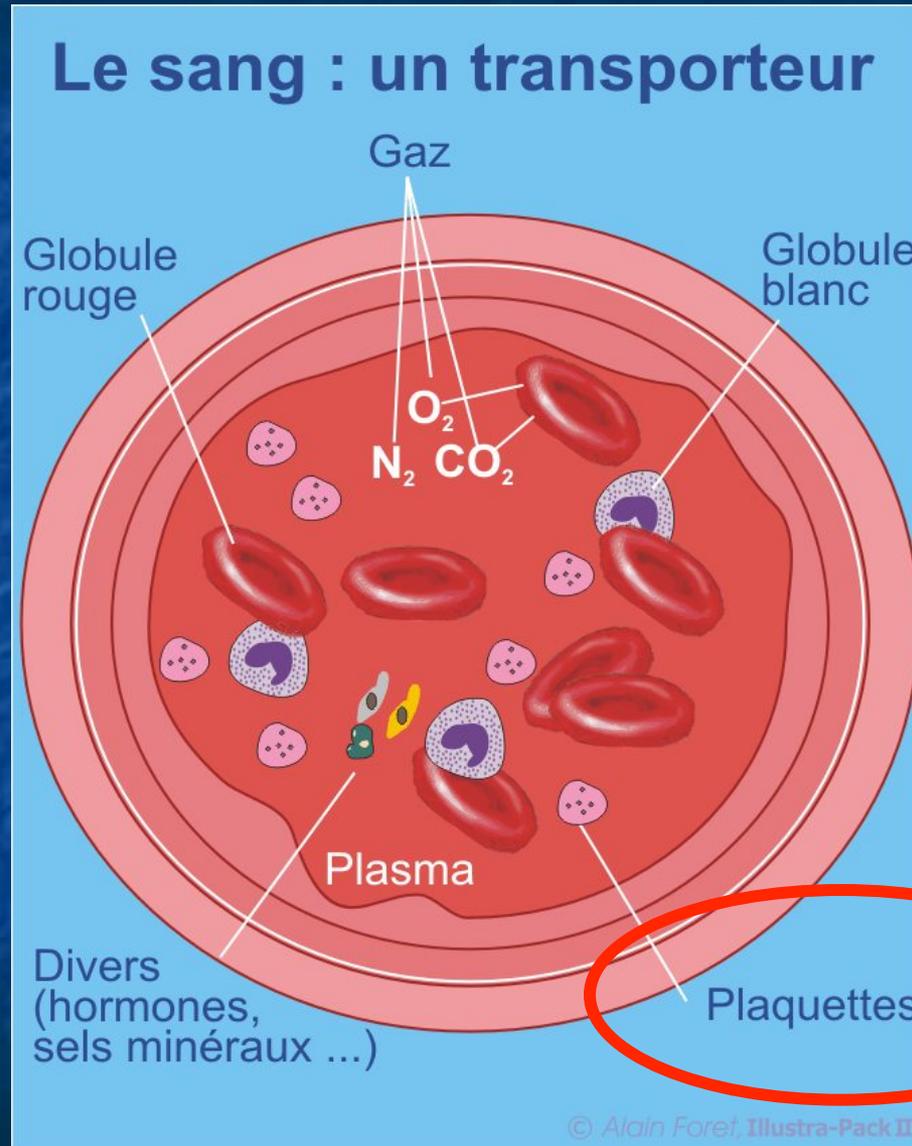
- Les Cellules spécialisées du Sang :

LE SANG



- Les Cellules spécialisées du Sang :

LE SANG



Les PLAQUETTES

Ce sont, en fait des fragments cellulaires plus petits que les globules rouges. Leur rôle intervient à l'étape de la coagulation du sang.

ET LA PLONGEE...



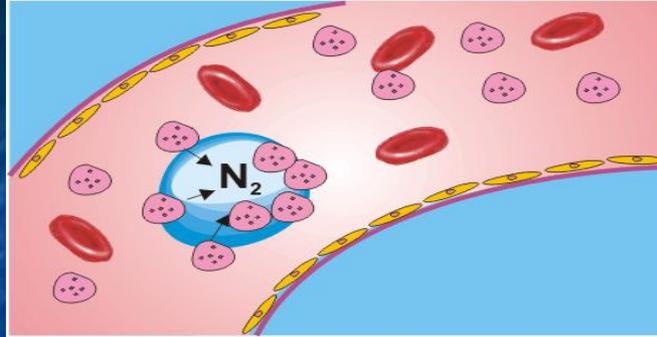
1) Cela concerne plus particulièrement les Plaquettes dont leur fonction est de s'agglomérer en agrégats et de combler des brèches vasculaires. Dans l'accident de décompression, ce phénomène devient néfaste pour l'organisme, c'est à dire pathologique.

C'est la Maladie de Décompression.

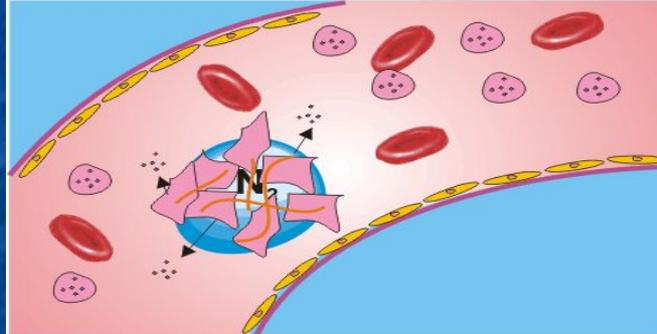
2) Les Globules rouges sont des disques biconcaves qui ont la propriété de se déformer et passer dans des espaces beaucoup plus étroit que lui. Une bonne idée en cas d'obstruction partielle d'artériole ou de capillaire.

LES SANG

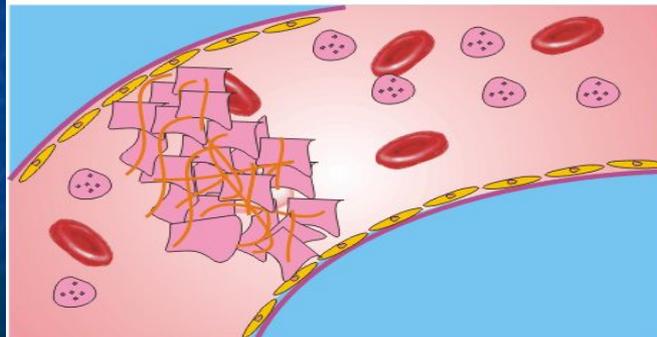
Bulle d'azote : action des plaquettes



Etape 1 : adhésion plaquettaire.



Etape 2 : libération plaquettaire.



Etape 3 : agrégation plaquettaire.

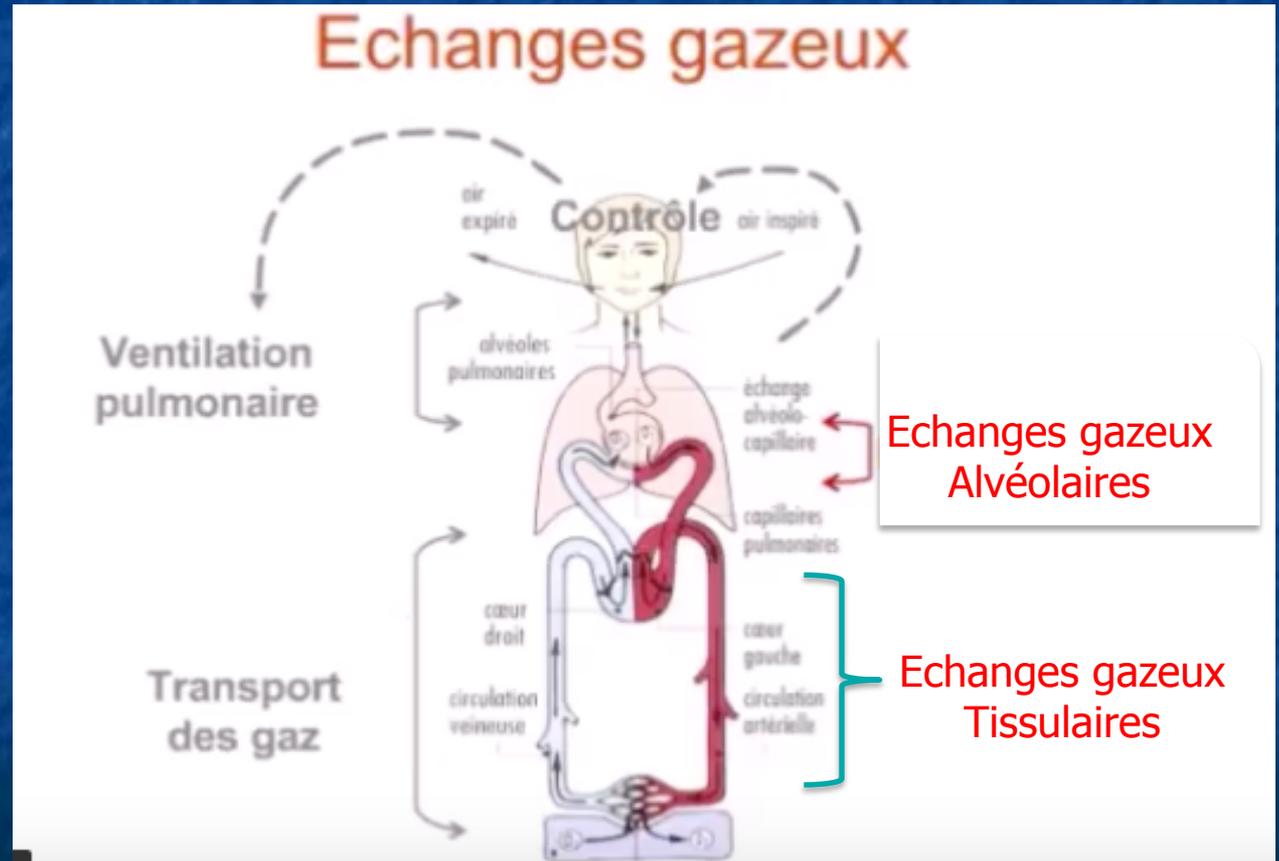


LES ECHANGES GAZEUX

LES ECHANGES GAZEUX

RAPPEL:

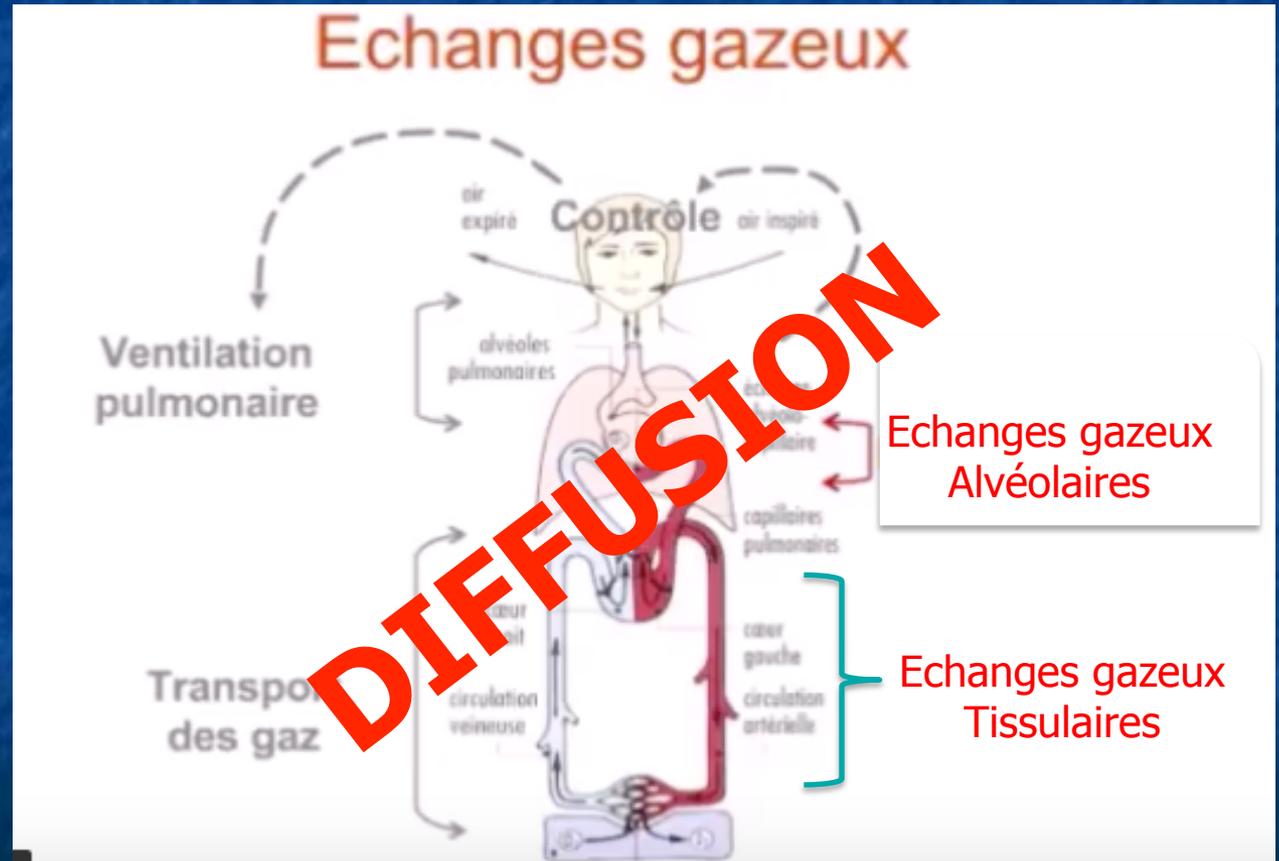
- Appareil Respiratoire,
 - Circulation,
 - Loi de Henri,
 - Loi de Dalton



LES ECHANGES GAZEUX

RAPPEL:

- Appareil Respiratoire,
 - Circulation,
 - Loi de Henri,
 - Loi de Dalton

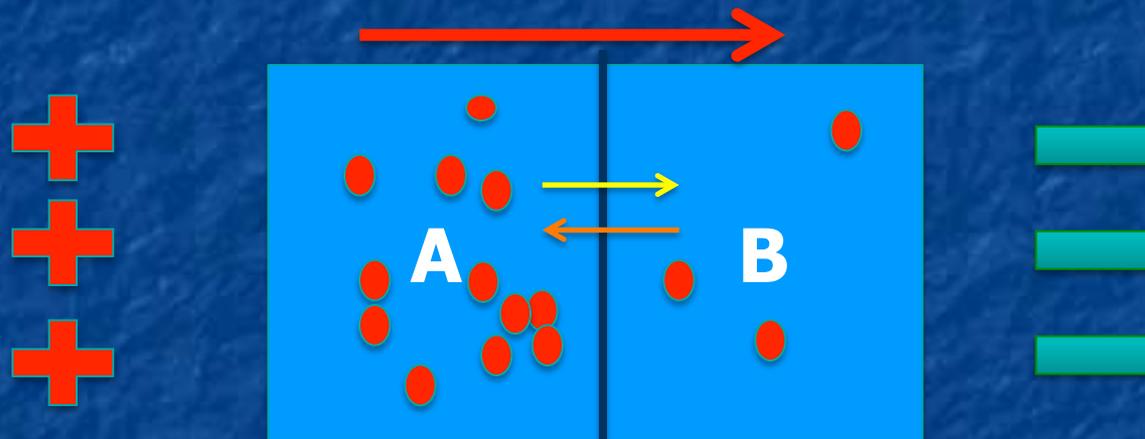


Echanges Gazeux

- ALVEOLO-CAPILLAIRE
- TISSULAIRE

PRINCIPE DE DIFFUSION:

La diffusion est un mécanisme de transport : on se met au péage et on fait le bilan entre ceux qui entrent et ceux qui sortent.



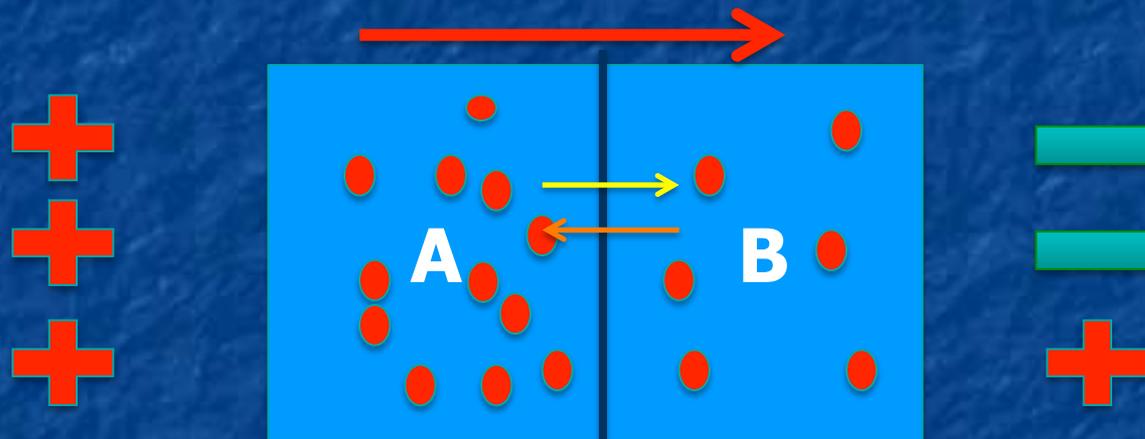
DEPLACEMENT **DISCRET** D'ATOMES OU DE MOLECULES DE GAZ D'UNE ZONE OU REGNE UNE PRESSION PARTIELLE **ELEVEE** VERS UNE PRESSION PARTIELLE **PLUS FAIBLE** DU A UNE AGITATION ATOMIQUE OU MOLECULAIRE ALEATOIRE..

Echanges Gazeux

- Diffusion.
- Solubilité.
- Perfusion.

PRINCIPE DE DIFFUSION:

La diffusion est un mécanisme de transport : on se met au péage et on fait le bilan entre ceux qui entrent et ceux qui sortent.



PP respirée – Tension de Gaz dissout = **FORCE MOTRICE**

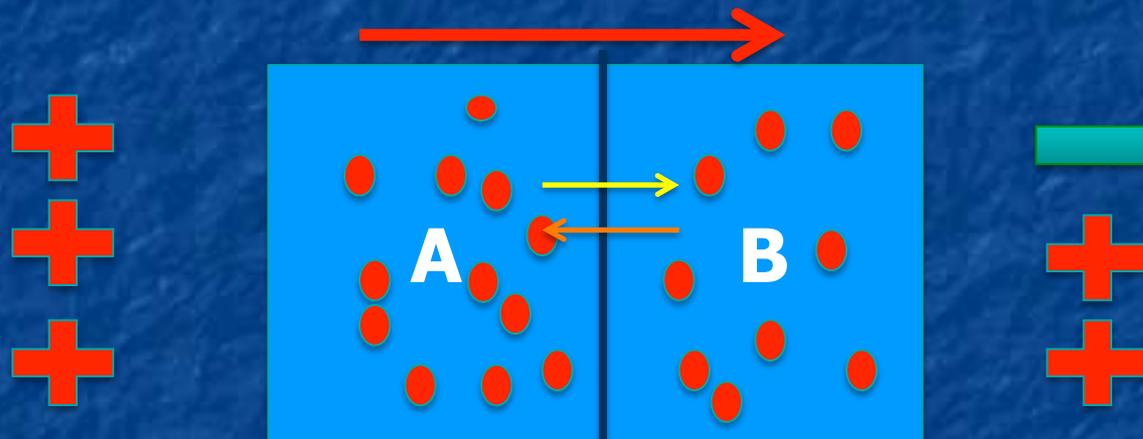
**PLUS LE GRADIENT ENTRE PP ET TENSION EST IMPORTANT,
+ LA FORCE MOTRICE EST GRANDE**

Echanges Gazeux

- Diffusion.
- Solubilité.
- Perfusion.

PRINCIPE DE DIFFUSION:

La diffusion est un mécanisme de transport : on se met au péage et on fait le bilan entre ceux qui entrent et ceux qui sortent.

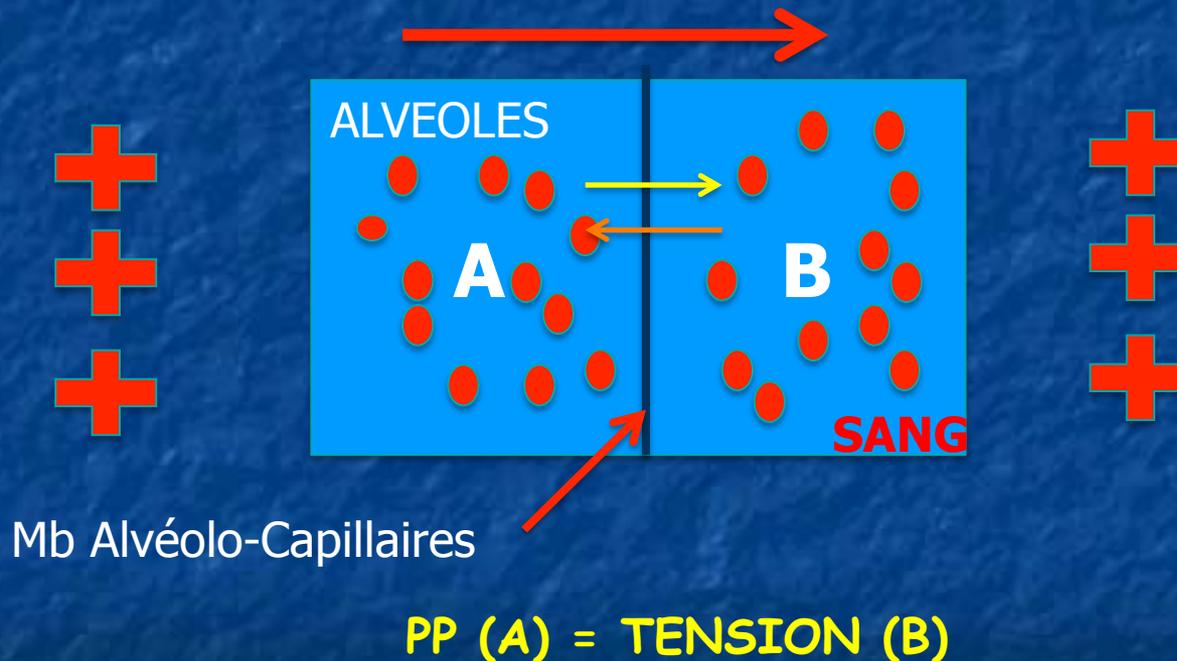


Echanges Gazeux

- Diffusion.
- Solubilité.
- Perfusion.

PRINCIPE DE DIFFUSION:

La diffusion est un mécanisme de transport : on se met au péage et on fait le bilan entre ceux qui entrent et ceux qui sortent.



Echanges Gazeux

- Diffusion.
- Solubilité.
- Perfusion.

PRINCIPE DE DIFFUSION:

LOI DE HENRY

-Nature liquide

- *Nature du Gaz* →
- *Surface de Contact* →
- *Température* →
- *Durée* →
- *Pression* →
- *Agitation*

LOI DE FICK

Diffusion Proportionnelle à:

- Caractéristiques du Gaz (Solubilité)
- Caractéristiques de la Surface d'échange (membrane Alvéolo-Capillaire)
- 37°
- Durée de Contact
- Gradient de Pression

Echanges Gazeux

- Diffusion.
- Solubilité.
- Perfusion.

PRINCIPE DE DIFFUSION:

La **DIFFERENCE de PP d'un Gaz ne dépend absolument pas des autres Gaz présents dans le liquide ou les tissu**. Il s'agit d'un mouvement INDIVIDUEL d'Atomes ou de Molécules de Gaz tirés par la différence de Pression Partielle.

La **PRESSION PARTIELLE** qu'un Gaz exerce sur un liquide dépend:

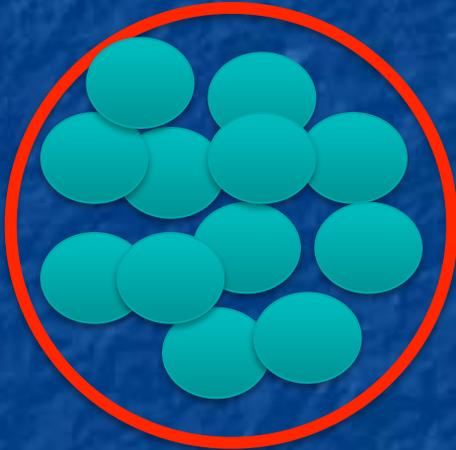
- De la Température,
 - De la Quantité de Gaz présent
 - ET DE **LA SOLUBILITE DU GAZ**...
- SI un des GAZ est retiré du Tissu, les gaz restants, ne vont pas **S'ETALER** pour Occuper la PP rendue vacante par le Gaz enlevé...

Echanges Gazeux

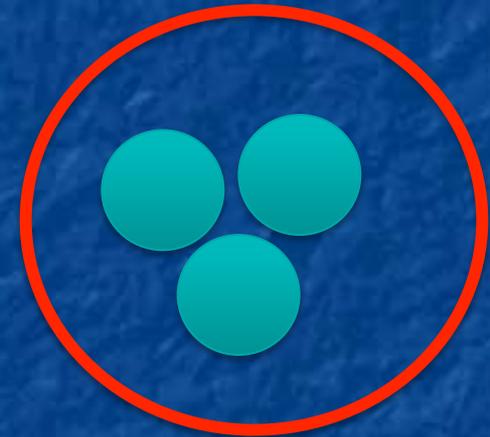
PRINCIPE DE DIFFUSION

- Diffusion.
- **Solubilité.**
- Perfusion.

LA SOLUBILITE



Pour une même P_p
un tissu pourra
absorber:



UN GRANDE QUANTITE
DE GAZ **TRES SOLUBLE**

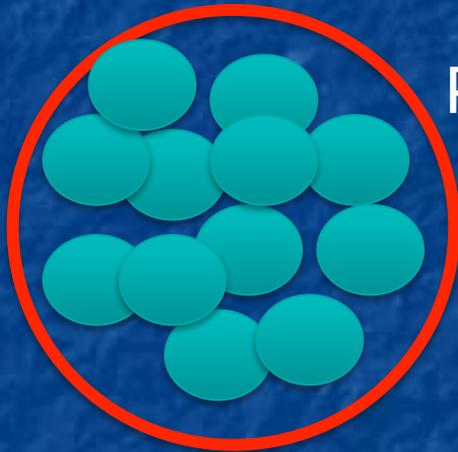
UNE FAIBLE QUANTITE
DE GAZ **PEU SOLUBLE**

Echanges Gazeux

PRINCIPE DE DIFFUSION

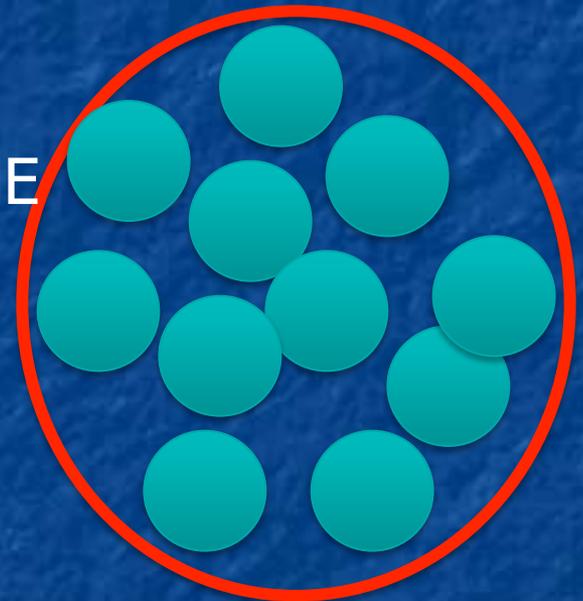
- Diffusion.
- **Solubilité.**
- Perfusion.

LA SOLUBILITE



GAZ TRES SOLUBLE
PP PLUS FAIBLE

Pour un même VOLUME
de gaz dissous

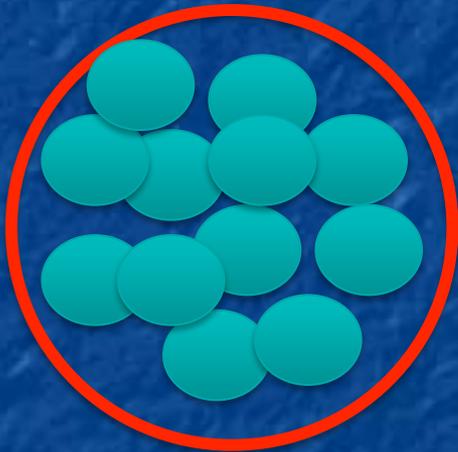


GAZ PEU SOLUBLE
PP PLUS FORTE

Echanges Gazeux

PRINCIPE DE DIFFUSION

- Diffusion.
- **Solubilité.**
- Perfusion.



LA SOLUBILITE

SOLUBILITE OXYGENE : 0,023 ml O₂/ml de Sang à 37°

SOLUBILITE CO₂: 0,58 ml CO₂/ml de CO₂ de Sang à 37°

CO₂ 20 fois plus soluble que l'O₂

Donc pour un même volume d'O₂ et de CO₂, la Pression Partielle du CO₂ sera très inférieure à la Pression Partielle de l'O₂

ECHANGES GAZEUX

- L'ETAPE PULMONAIRE:

(Le Carrefour/Echange Alvéolo-Capillaire)

C'est l'étape primaire des échanges gazeux, car c'est là que l'immense surface alvéolaire est au contact du "liquide frais" (air inspiré) et de l'air résultant du Catabolisme interne des substrats (air expiré, riche en CO₂).

Pression Atmosphérique est de 760 mm hg. Quand l'air pénètre dans les VAS, il s'ajoute de la vapeur d'eau. PH₂O est de 47 mm Hg. La pression exercée par l'O₂, l'N₂ et le CO₂ sera de **713 mm Hg**.

ECHANGES GAZEUX

- L'ETAPE PULMONAIRE:

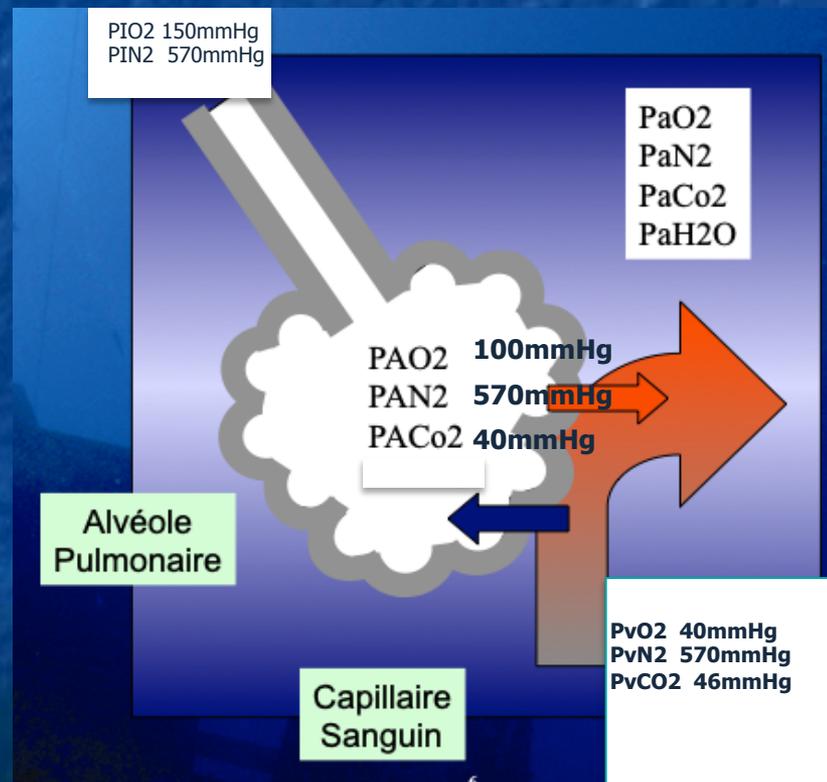
(Le Carrefour/Echange Alvéolo-Capillaire)

Fraction de Gaz dans l'air inspiré	Pression Partielle du gaz dans l'air inspiré (au niveau de la trachée)	Pression Partielle Du gaz ALVEOLAIRE (PA)
O ² 20,93%	$713 \times 0,2093 = 150 \text{ mm Hg}$	PAO ² = 100 mm Hg
CO ² 0,033%	$713 \times 0,00033 = 0,3 \text{ mm Hg}$	PACO ² = 40 mm Hg
N ² 79,03%	$713 \times 0,79 = 570 \text{ mm Hg}$	PAN ² = 570 mm Hg

ECHANGES GAZEUX

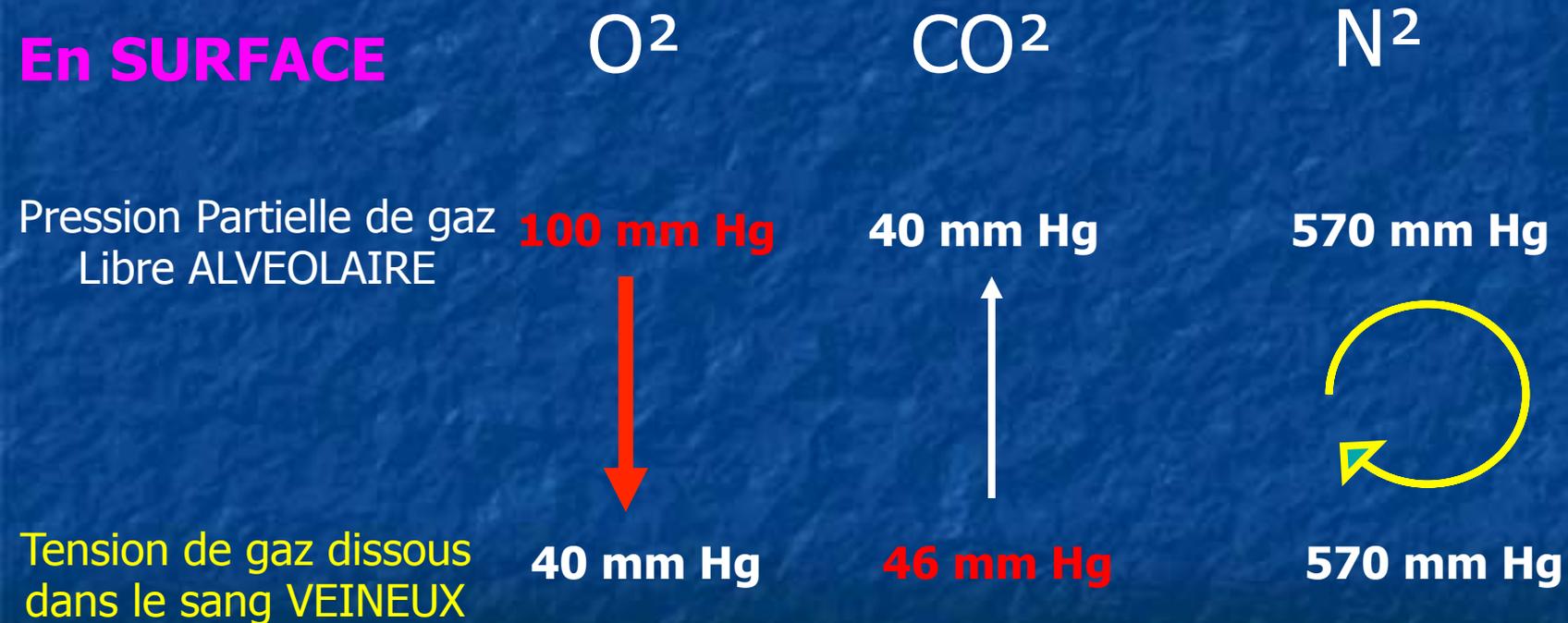
- L'ETAPE PULMONAIRE:

(Le Carrefour/Echange Alvéolo-Capillaire)



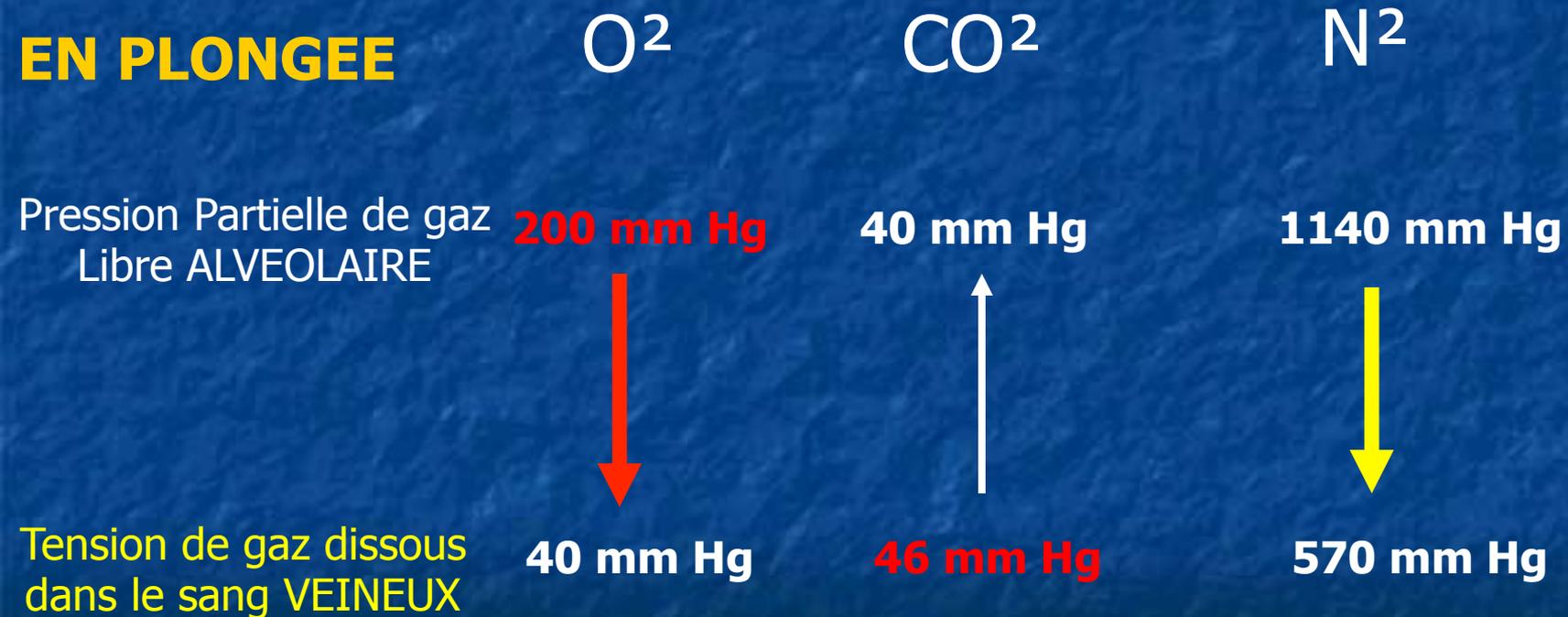
ECHANGES GAZEUX

- L'ETAPE PULMONAIRE: (Le Carrefour/Echange Alvéolo-Capillaire)



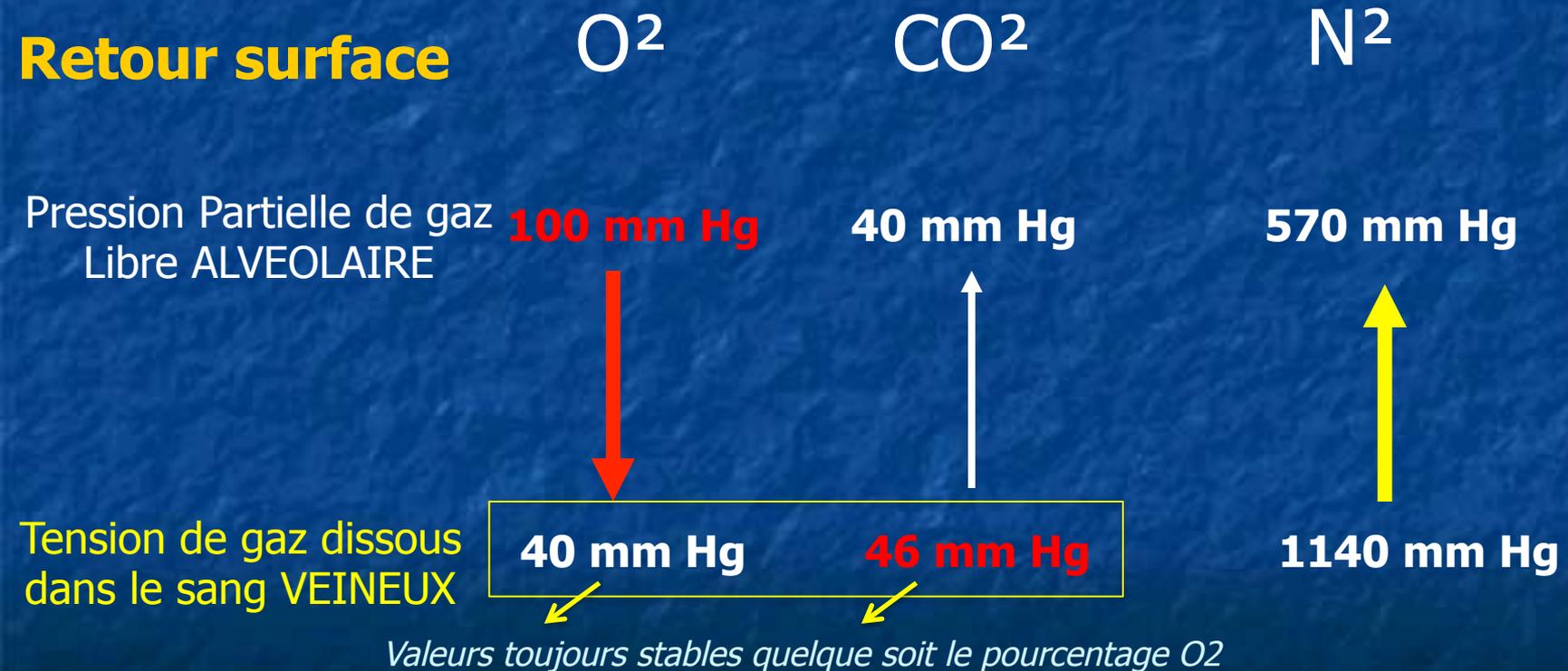
ECHANGES GAZEUX

- L'ETAPE PULMONAIRE: (Le Carrefour/Echange Alvéolo-Capillaire)



ECHANGES GAZEUX

- L'ETAPE PULMONAIRE: (Le Carrefour/Echange Alvéolo-Capillaire)



ECHANGES GAZEUX

DENITROGENATION (O_2 Pur)

- L'ETAPE PULMONAIRE:

(Le Carrefour/Echange Alvéolo-Capillaire)

O_2

CO_2

N_2

Pression Partielle de gaz
Libre ALVEOLAIRE

660 mm Hg

0 mm Hg

0 mm Hg



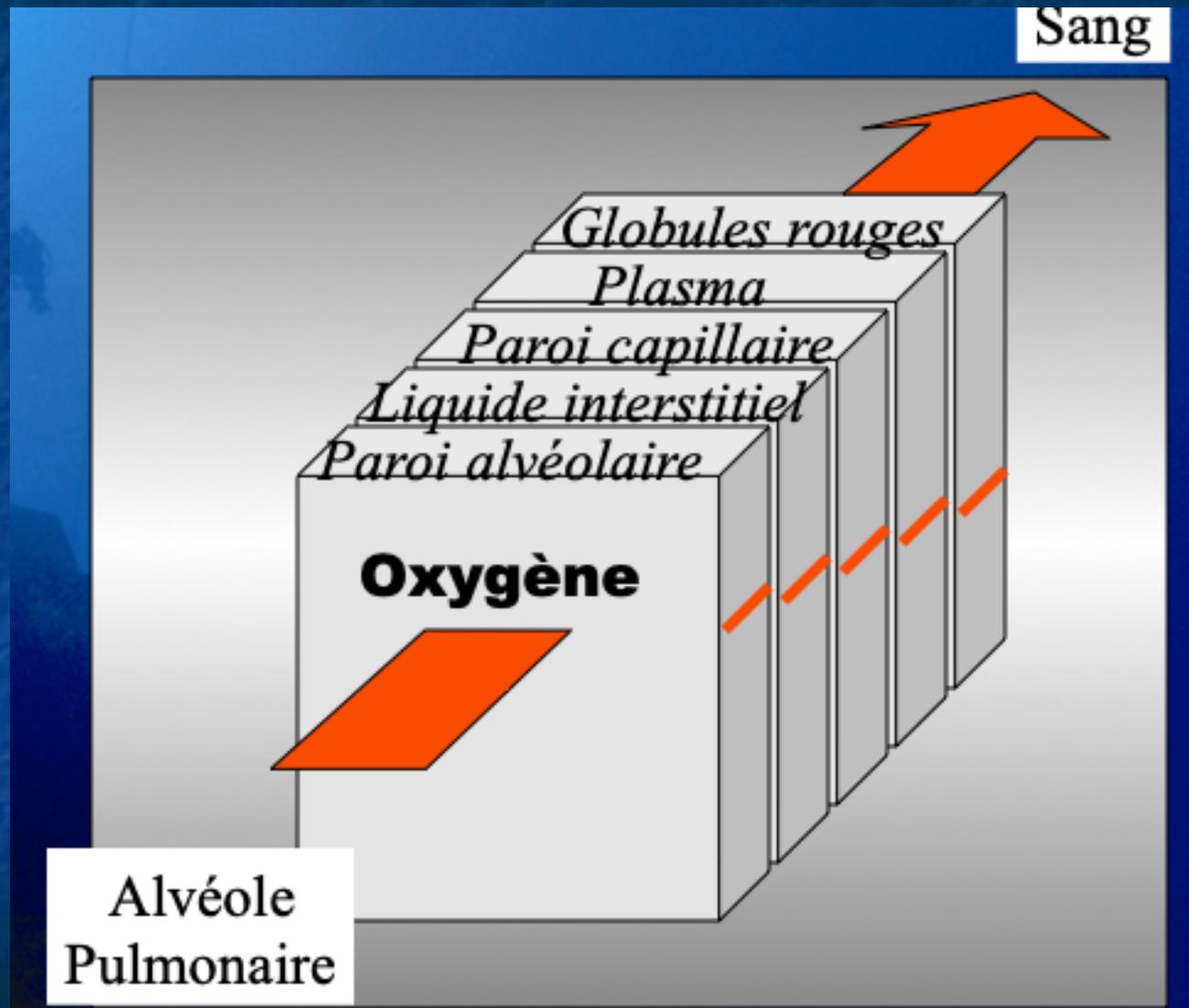
Tension de gaz dissous
dans le sang VEINEUX

40 mm Hg

46 mm Hg

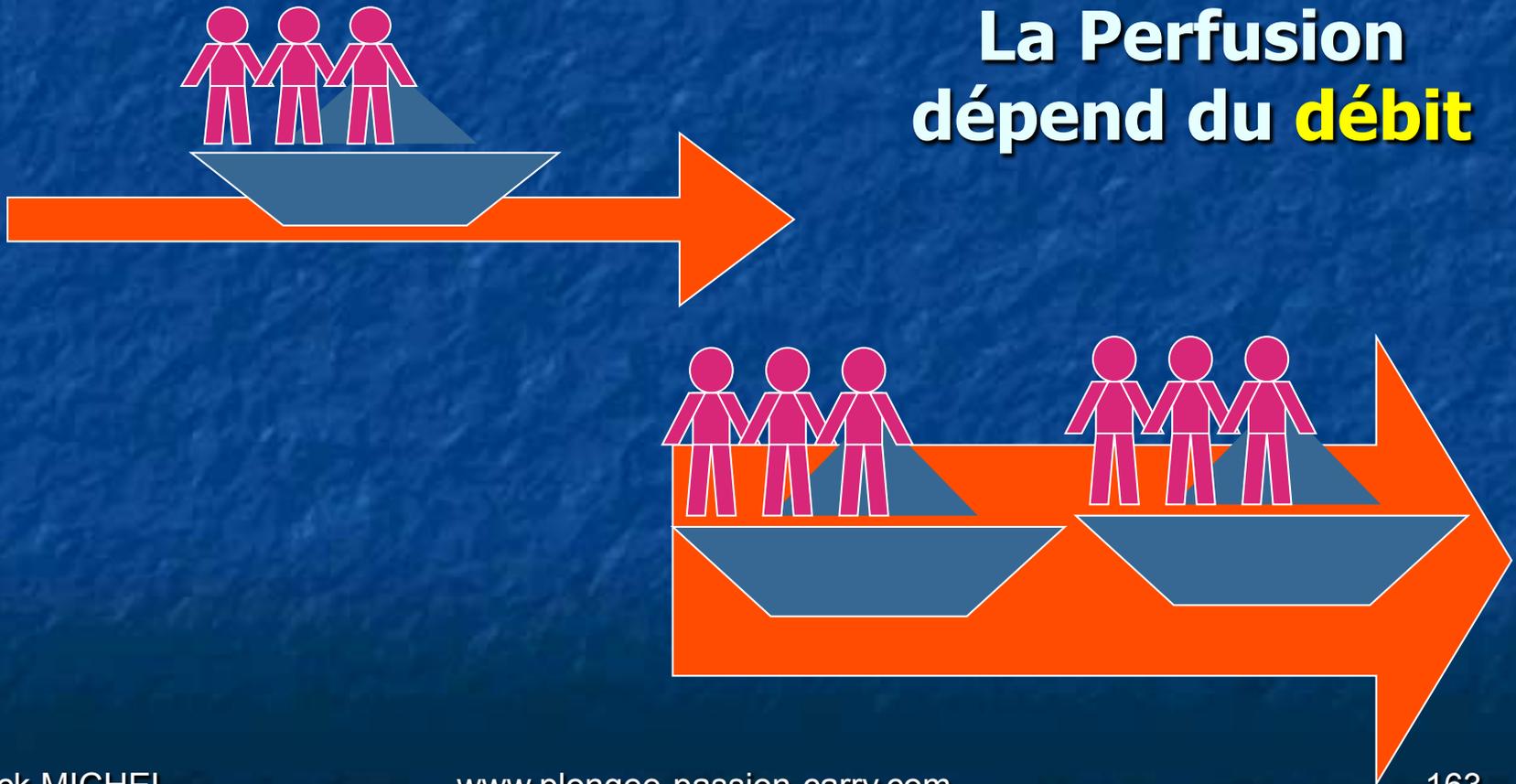
1140 mm Hg

Transferts Alvéolaires



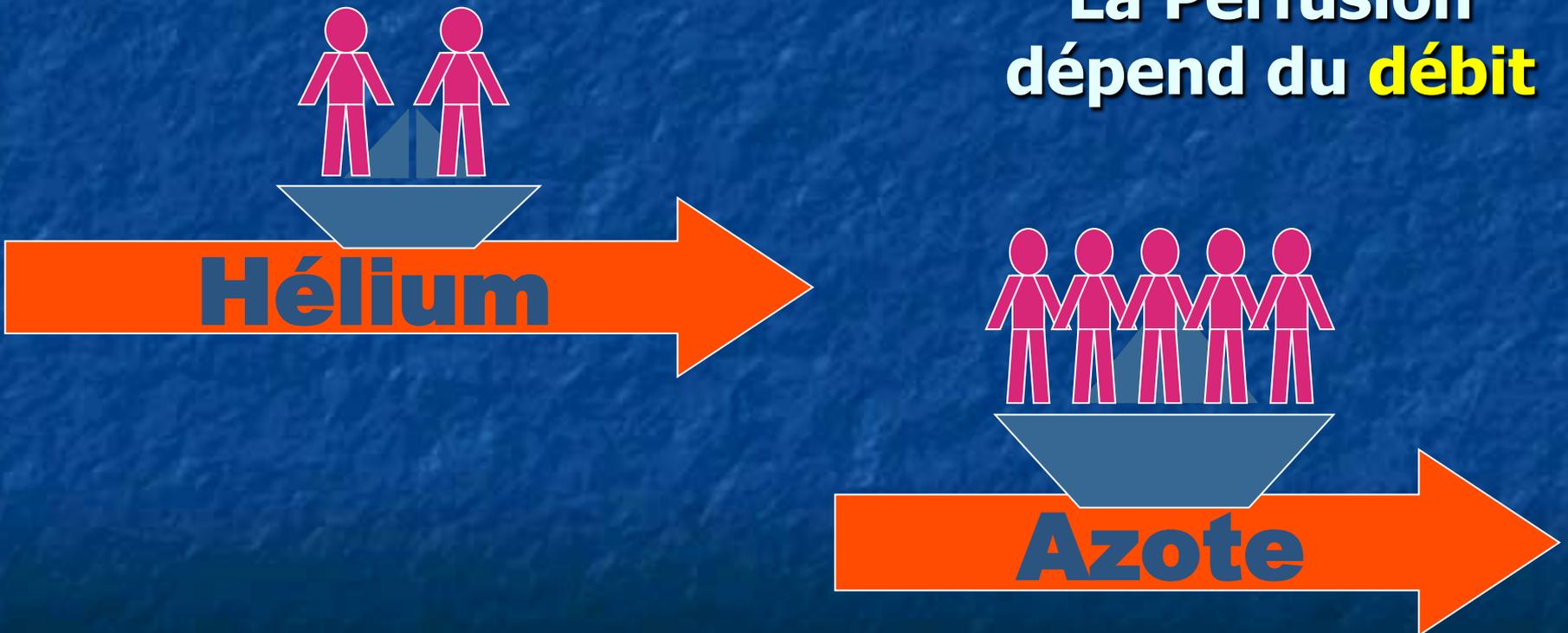
ECHANGES GAZEUX

L'ETAPE SANGUINE: (Le Perfusion/Le Transport)



ECHANGES GAZEUX

L'ETAPE SANGUINE: (La Perfusion/Le Transport)



ECHANGES GAZEUX

L'ETAPE SANGUINE: (La Perfusion/Le Transport)

Transport des gaz dans le sang

- L'O₂ et le CO₂ sont transportés par la circulation sanguine
 - des poumons vers les tissus
 - des tissus vers les poumons
- Le sang fixe l'O₂ et le CO₂
 - de manière **réversible**
 - sous l'influence d'un **gradient de pression partielle**



ECHANGES GAZEUX

L'ETAPE SANGUINE: (La Perfusion/Le Transport)

Transport des gaz dans le sang i

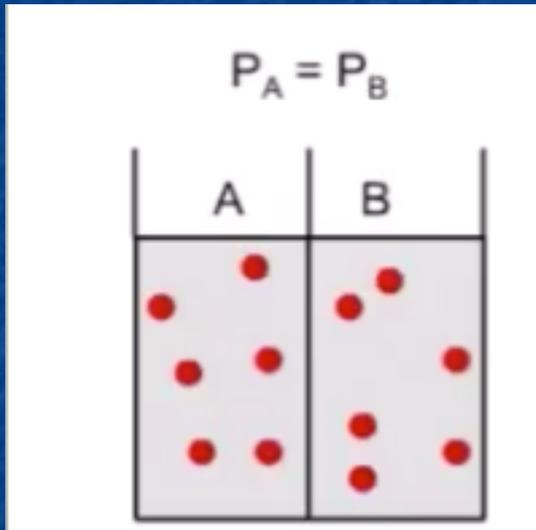
- Gaz transportés en milieu **liquide** (plasma, cytoplasme du GR)
- Dans un liquide, un gaz peut être présent sous 2 formes:
 - **dissoute**
 - **combinée** à un transporteur ou après réaction chimique
- Seule la **fraction dissoute** du gaz participe à la pression partielle

 S'abonner

ECHANGES GAZEUX

L'ETAPE SANGUINE: (La Perfusion/Le Transport)

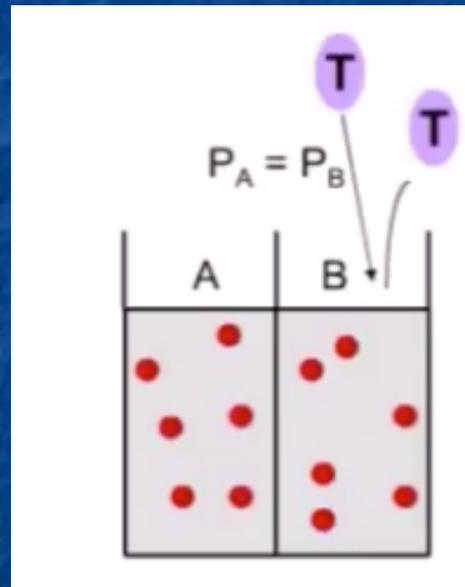
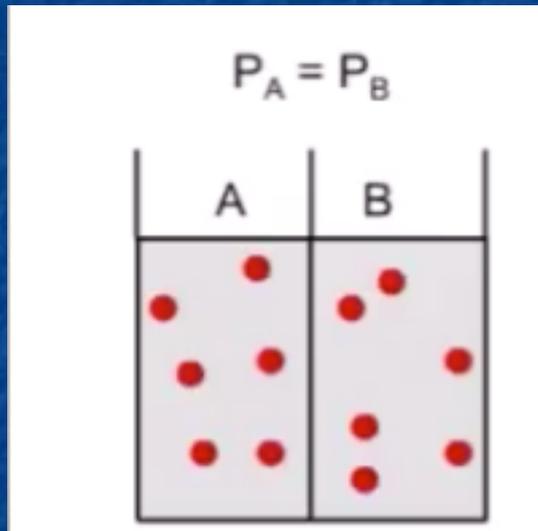
SEULE LA **FRACTION DISSOUE** PARTICIPE A LA PRESSION PARTIELLE



ECHANGES GAZEUX

L'ETAPE SANGUINE: (La Perfusion/Le Transport)

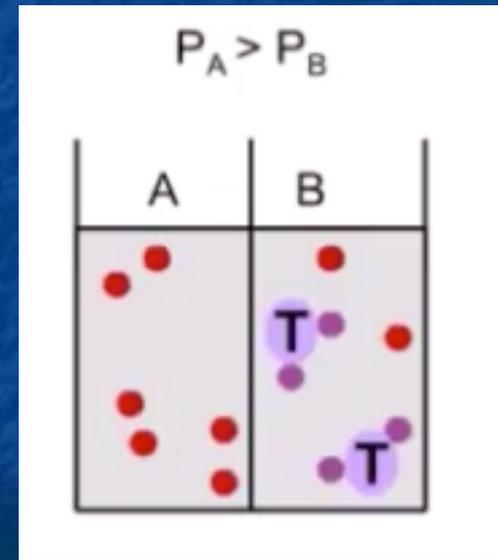
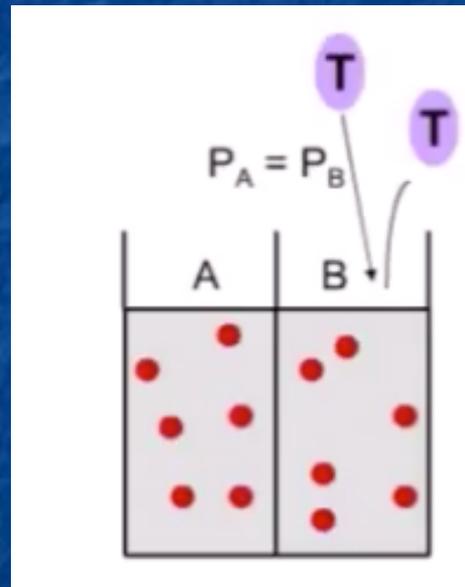
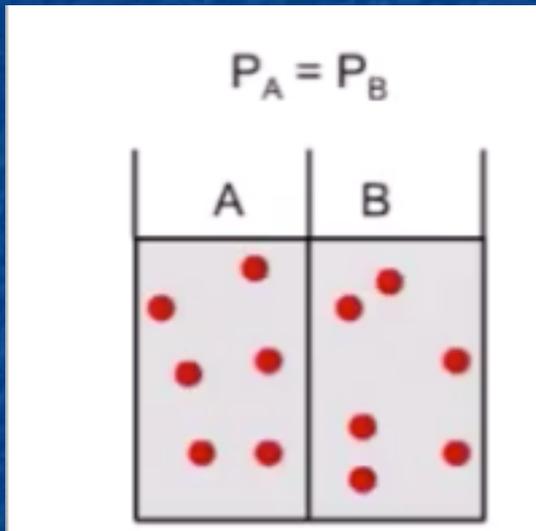
SEULE LA **FRACTION DISSOUE** PARTICIPE A LA PRESSION PARTIELLE



ECHANGES GAZEUX

L'ETAPE SANGUINE: (La Perfusion/Le Transport)

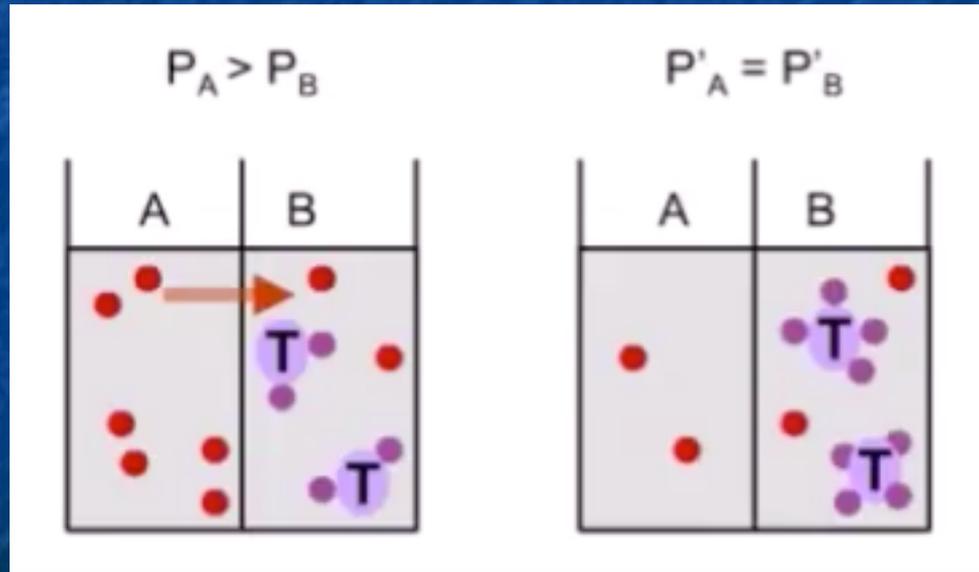
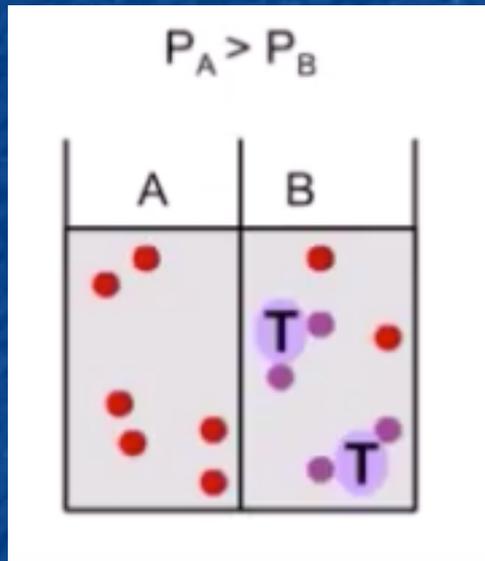
SEULE LA **FRACTION DISSOUE** PARTICIPE A LA PRESSION PARTIELLE



ECHANGES GAZEUX

L'ETAPE SANGUINE: (La Perfusion/Le Transport)

SEULE LA **FRACTION DISSOUTE** PARTICIPE A LA PRESSION PARTIELLE



ECHANGES GAZEUX

L'ETAPE SANGUINE: (La Perfusion/Le Transport)

Le transport de l'O₂

- **Sous forme Combinée** à l'Hémoglobine = Oxyhémoglobine
- 98% de l'O₂ utilise l'hémoglobine pour naviguer
- La capacité totale d'Oxygène transporté est de 200 ml/l de sang, soit environ 1 litre d'O₂ dans des conditions normales.

ECHANGES GAZEUX

L'ETAPE SANGUINE: (La Perfusion/Le Transport)

Le transport de l'O₂

- Sous forme DISSOUS

- 2% de l'O₂ utilise ce moyen pour naviguer

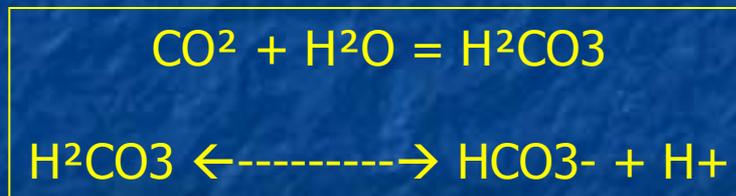
- Le facteur déterminant de la saturation de l'hémoglobine est la Tension de l'OXYGENE DISSOUS, ou la PO₂ du sang. Quand la Tension d'O₂ dissous augmente, la saturation de l'hémoglobine augmente et inversement.

ECHANGES GAZEUX

L'ETAPE SANGUINE: (La Perfusion/Le Transport)

Le transport du CO₂

- 30% sous forme Combinée à l'Hémoglobine = Carbaminohémoglobine
- 10% sous forme dissous. Cette Fraction dissoute détermine la PCO₂ du sang.
- 60% sous forme d'ACIDE CARBONIQUE (Ion Bicarbonate).



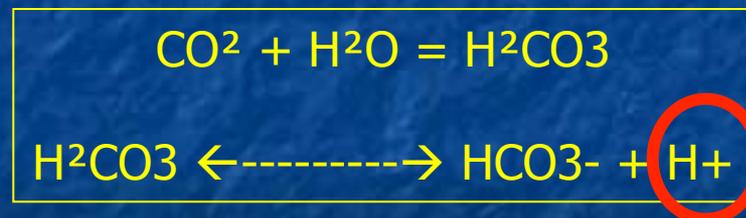
HCO₃⁻ s'appelle Ion bicarbonate, et il représente la forme de transport du CO₂ jusqu'aux poumons.

ECHANGES GAZEUX

L'ETAPE SANGUINE: (La Perfusion/Le Transport)

Le transport du CO₂

- 30% sous forme Combinée à l'Hémoglobine = Carbaminohémoglobine
- 10% sous forme dissous. Cette Fraction dissoute détermine la PCO₂ du sang.
- 60% sous forme d'acide carbonique.



HCO₃⁻ s'appelle Ion bicarbonate, et il représente la forme de transport du CO₂ jusqu'aux poumons.

ECHANGES GAZEUX

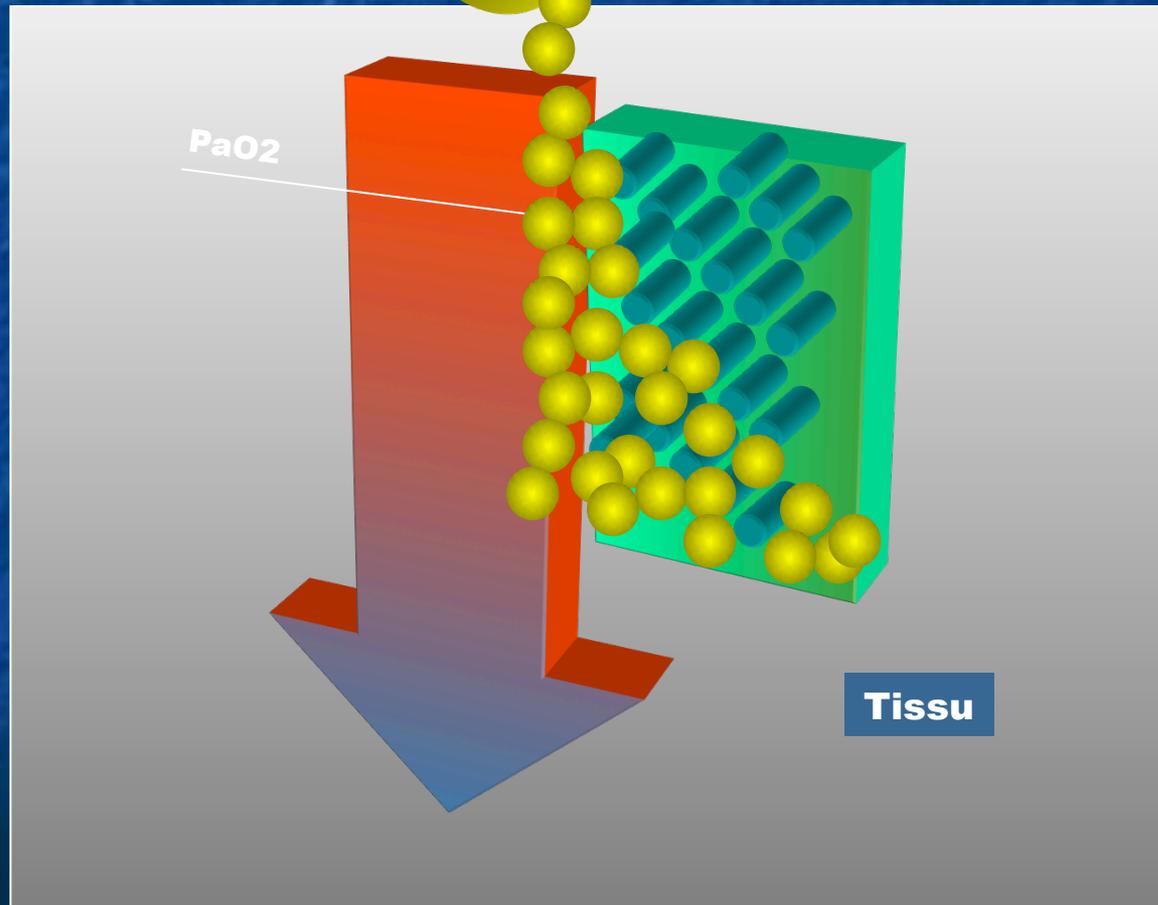
L'ETAPE SANGUINE:
(La Perfusion/Le Transport)

Le transport de N₂

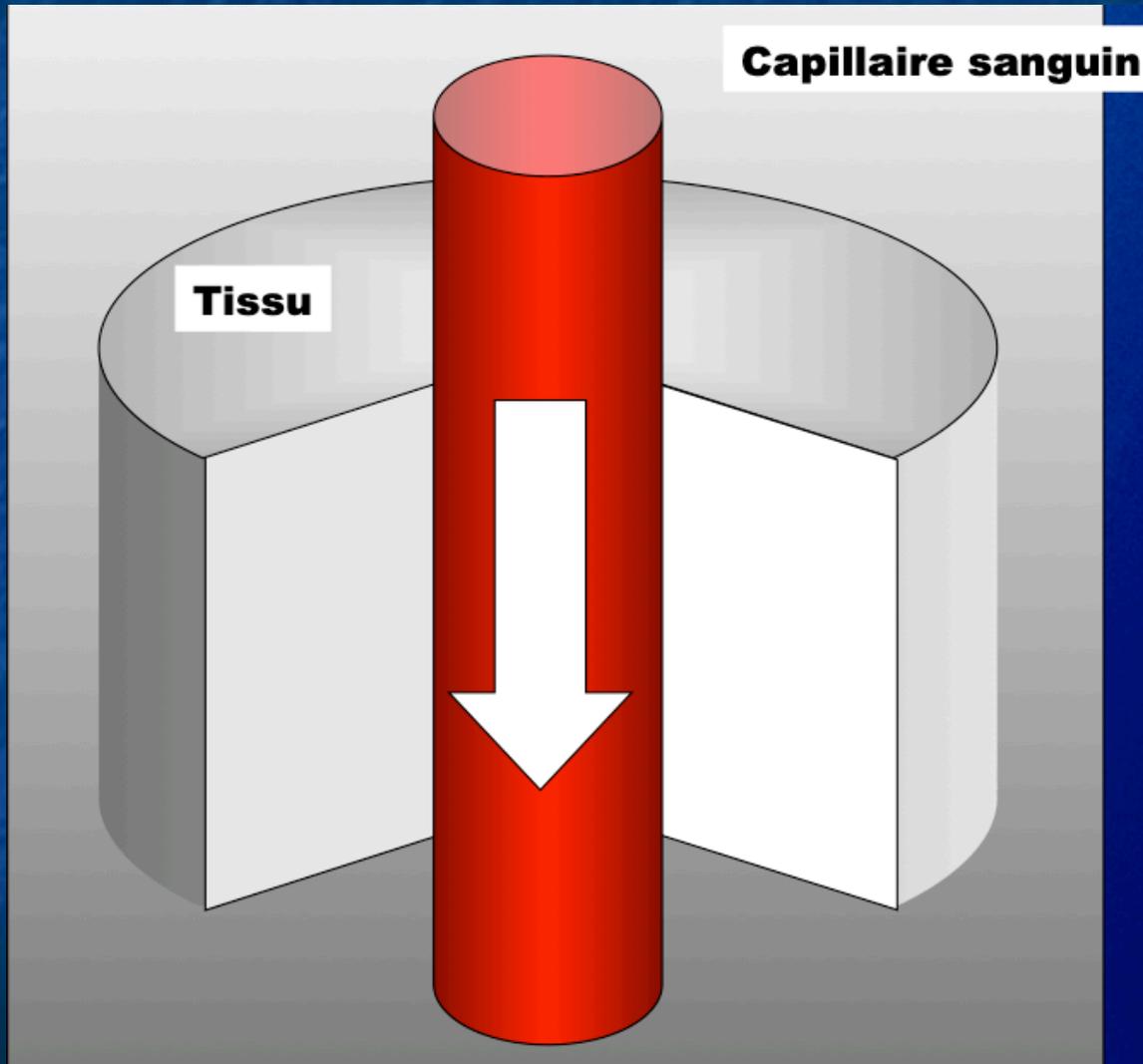
L'AZOTE ETANT UN GAZ INERTE, 100% DE CE GAZ SERA TRANSPORTE SOUS FORME DISSOUE, DANS L'ORGANISME

ECHANGES GAZEUX

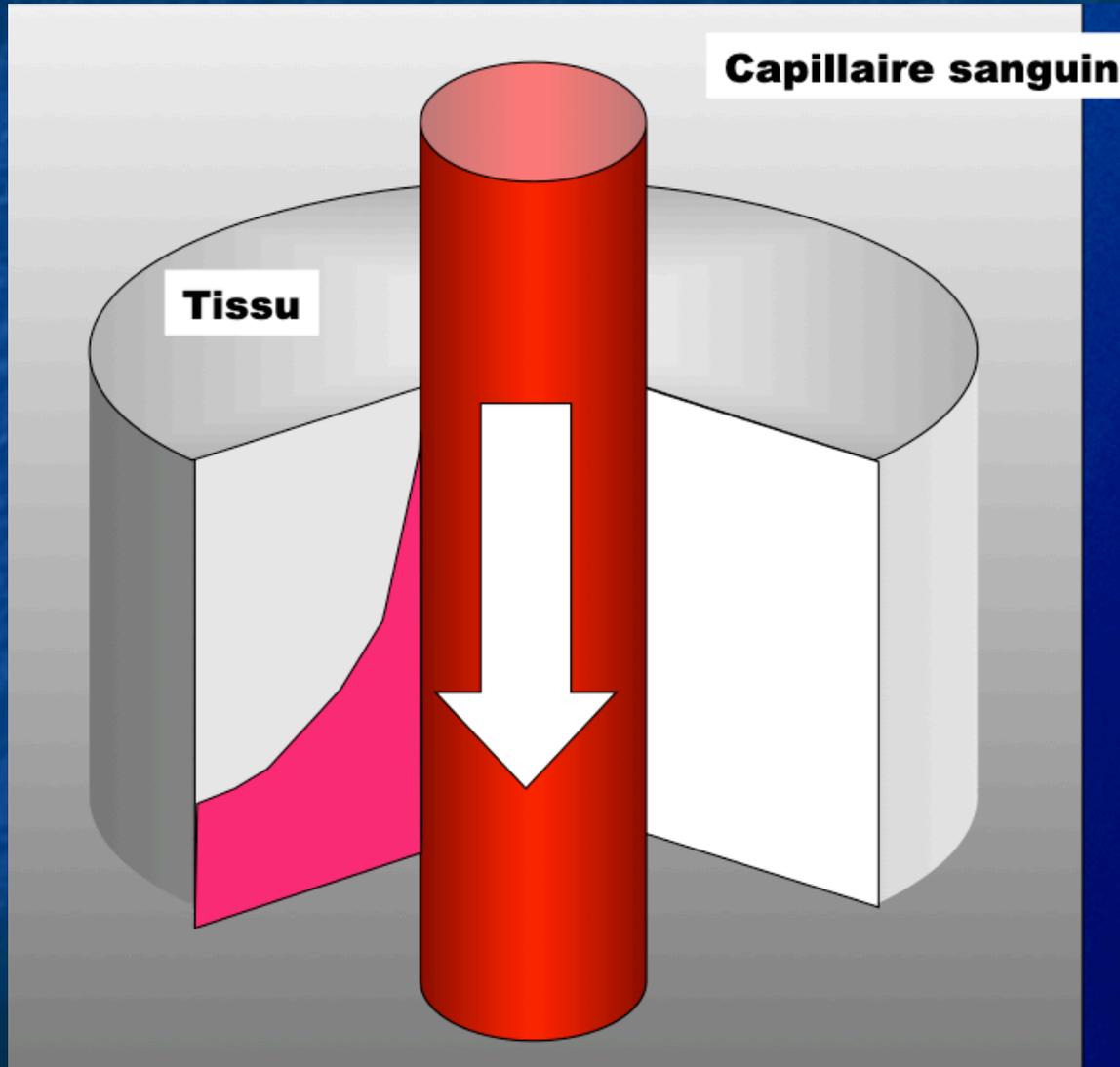
L'ETAPE SANGUINE: (La Perfusion/Le Transport)



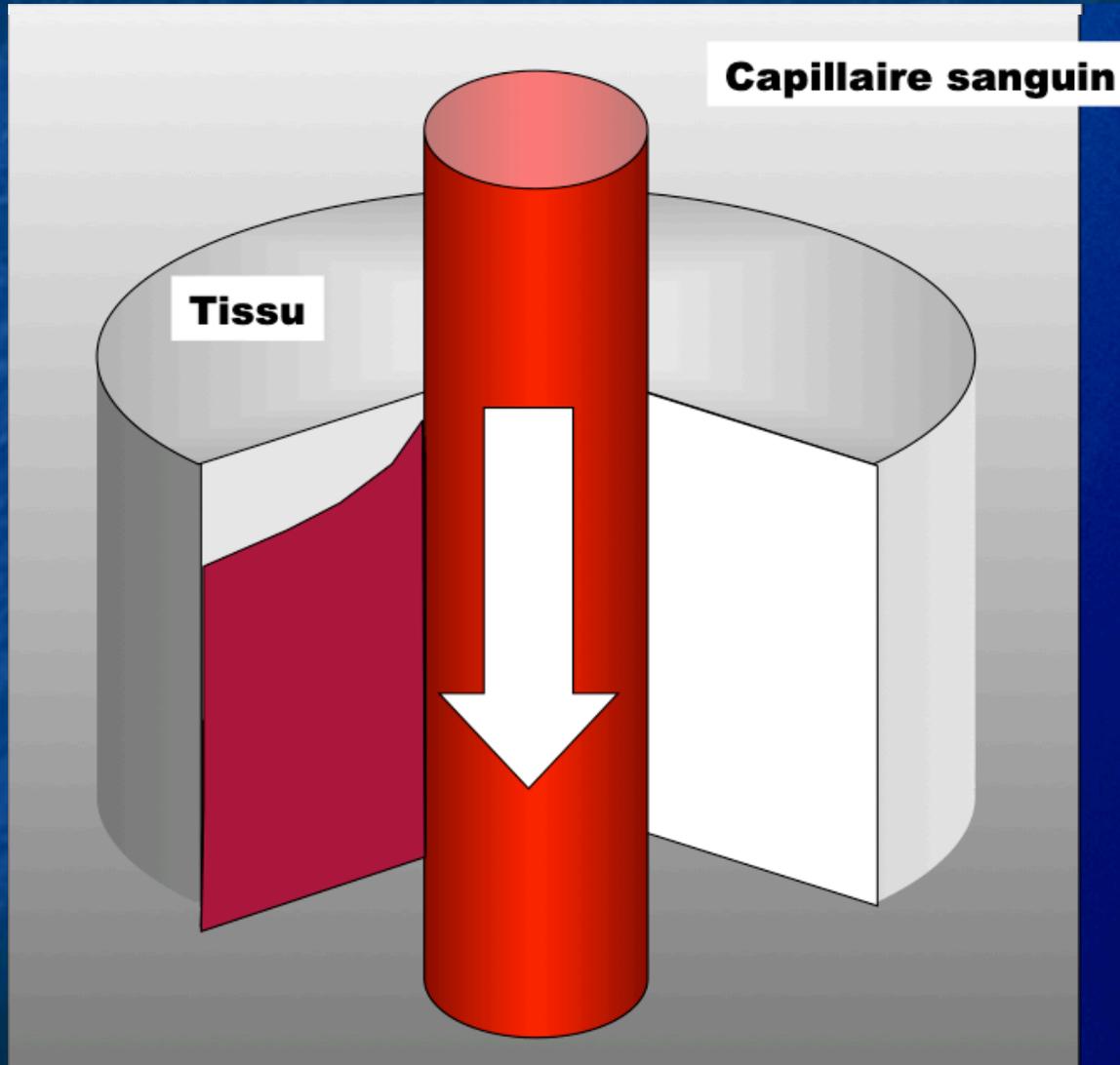
ECHANGES GAZEUX



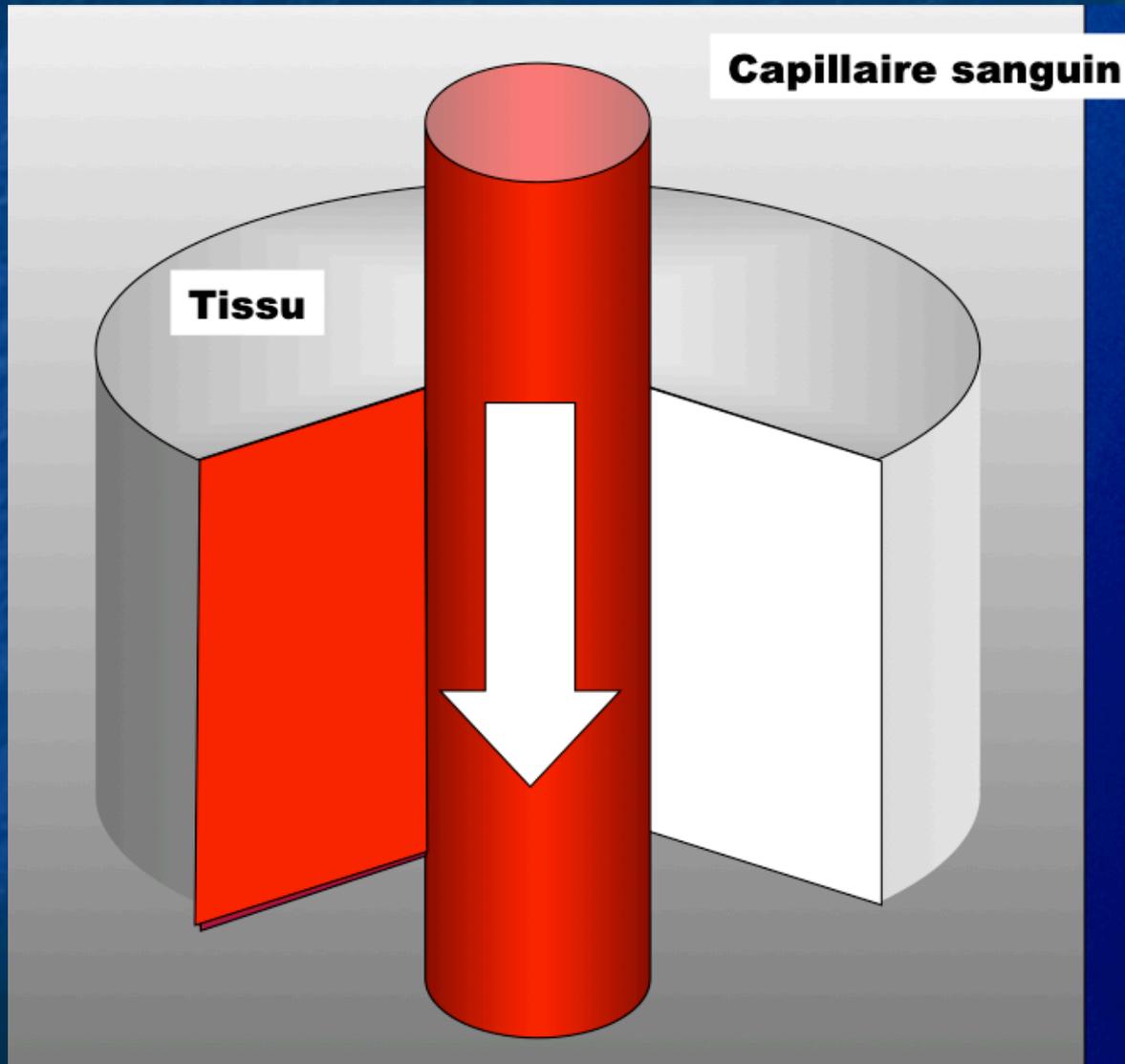
ECHANGES GAZEUX



ECHANGES GAZEUX

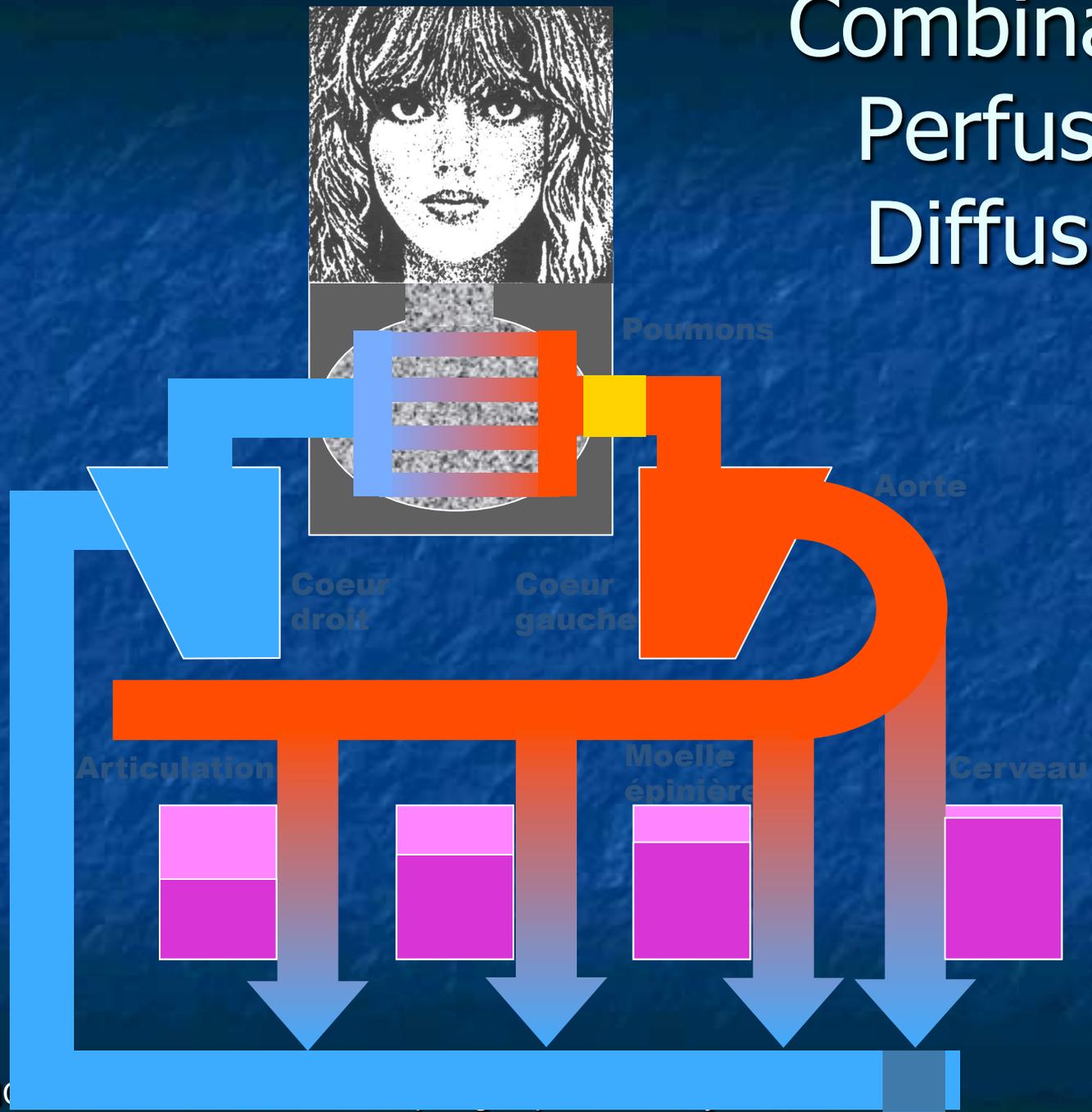


ECHANGES GAZEUX

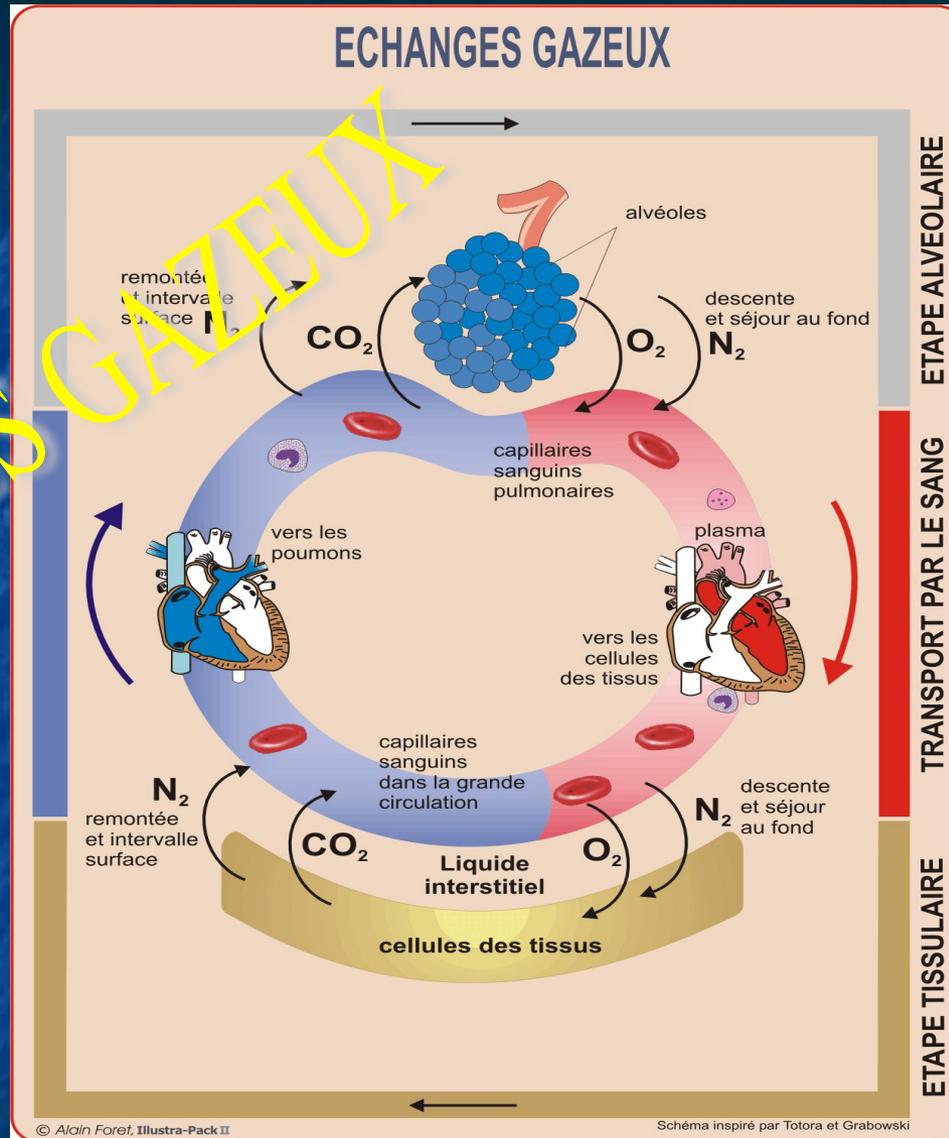


ECHANGES GAZEUX

Combinaison
Perfusion
Diffusion



ECHANGES GAZEUX



Carrefour

Transport

Distribution

ET LA PLONGEE...



- En cas d'ADD, c'est l'O₂ sous sa forme dissoute qui aura une action favorable sur notre organisme afin de passer au-delà des éventuels agrégats plaquettaires. En effet on sature l'Hémoglobine et on augmente la forme dissoute.
- Les Echanges gazeux par Diffusion et par Perfusion, a donné des modèles de décompression à multi compartiments, (Haldane).
- A savoir que ces Modèles à la base de nos historiques Tables de Plongées, et qui équipent nos Ordinateurs sont a ce jour dépassés, puisqu'elles gèrent l'apparition des Bulles Tissulaires, responsables des Accidents dits Bénins (Type 1) mais pas les Accidents Graves Neurologiques (Type 2).

ET LA PLONGEE...



- Nous pouvons grâce à ce Cours comprendre les mécanismes Physique et Physiologique permettant les échanges de l'O₂, le CO₂, et l'N₂ entre nos Alvéoles et les Tissus de notre organisme.

LA DENITROGENATION qui permet d'éliminer plus vite les microbulles présentes dans la circulation Veineuse, et...

LA FENETRE OXYGENE qui permet de résorber, d'éliminer ces mêmes Microbulles avant de franchir le Filtre Pulmonaire.

La Pression Partielle Vacante, (Fenêtre O2)

Il s'agit d'une "disparition" de la Pression Partielle Provoqué par la consommation d'O2 et qui n'a Pratiquement pas été remplacé par le CO2 produit

Quelques Rappels:

- SI un des GAZ est retiré du Tissu, les gaz restants, ne vont pas **S'ETALER** pour Occuper la PP rendue vacante par le Gaz enlevé...
- Donc pour un même volume de Gaz absorbé par un liquide, les Gaz qui sont très solubles provoquent une Pression plus faible.
Or le CO2, 20 fois plus soluble que l'O2... (0,023 pour 0,57)

La Pression Partielle Vacante, (Fenêtre O2)

- La PPO2 est variable (dépend de la PPO2 artériel),
- La totalité de l'Oxygène n'est pas transformé en CO2.
- La PPCO2 augmente faiblement, 5 mm hg, quelques soient les Conditions, le Pp CO2 est très faible du fait de sa solubilité

La PPV est la diminution importante de PPO2 et la faible augmentation de CO2.

Plus on augmente l'O2 Artériel plus on crée une Pression partielle Vacante Du coté Veineux. Le sang étant "Sous Saturé, les bulles s'affaissent sur elle même.

ET LA PLONGEE...

Le Transport du CO₂ sous Forme d'ion bicarbonate en cédant un Ion Hydrogène (H⁺) détermine le pH (l'état Acide ou Basique) du sang (Essoufflement)...



Merci de votre attention.

FIN DU COURS

MONOXYDE D'AZOTE.

Le monoxyde d'azote, NO ou oxyde nitrique, est une molécule endogène, volatile et vasodilatatrice. Sa découverte provient d'expériences qui avaient montré que l'endothélium pouvait libérer, dans certaines conditions, une substance vasodilatatrice initialement appelée EDRF, «Endothélium-derived relaxing factor». Ainsi l'acétylcholine provoque le relâchement d'un vaisseau isolé lorsqu'il est intact, mais non lorsque son endothélium a été enlevé. Cette substance initialement appelée EDRF est, en fait, le monoxyde d'azote, NO, ou peut-être, dans certains cas, un nitrosothiol comme la nitrosocystéine.

Le NO est donc le principal facteur vasodilatateur libéré par la cellule endothéliale.

RADICAUX LIBRES.

Dans notre corps, la majorité des électrons existent par paires. Les électrons appariés sont tout à fait stables.

Dans certains cas (pollution, irradiation...) le lien entre les électrons est cassé. Ils se séparent et la molécule les portant devient fortement instable et réactive.

Quand ils se séparent, deux situations se présentent:

1-Ils restent ensemble et forment un fragment moléculaire appelé ion. (L'atome qui a obtenu l'électron est négativement chargé et celui sans les électrons est positivement chargé).

Exemple : le chlorure de sodium se sépare en deux ; un anion de chlorure Cl^- et un cation de sodium Na^+

2-Chaque électron part dans une direction opposée et chaque atome prend un électron. Ces atomes ont un électron non apparié et sont appelés radicaux libres.

RADICAUX LIBRES.

Comment les radicaux libres opèrent-ils dans notre corps ?

Les radicaux libres sont instables et recherchent d'autres électrons avec qui ils pourraient s'appareiller.

Dans notre corps, ils agissent comme des terroristes, volant les électrons ou atomes d'autres molécules pour s'associer.

Les radicaux libres peuvent attaquer l'ADN, les enzymes, les protéines, les membranes cellulaires....

Ces attaques peuvent être responsables:

de problèmes lors de la réplication de l'ADN entraînant mutations et cancers.
de perturbations au sein des cellules qui peuvent conduire à leur mort.

RADICAUX LIBRES.

Les systèmes de défense de notre corps:

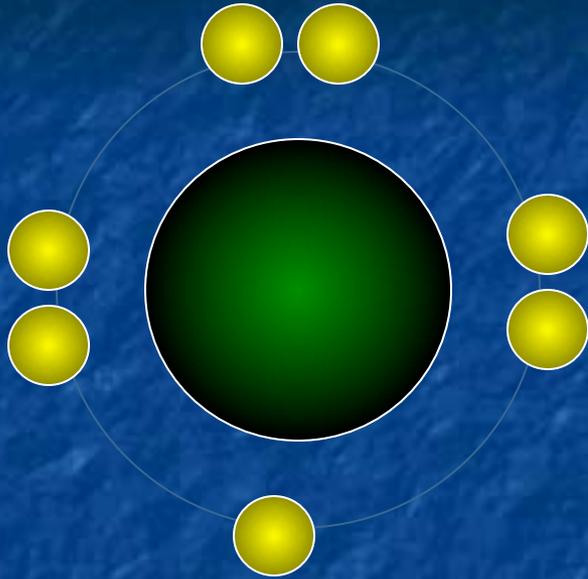
Notre corps est parfaitement équipé pour réagir à n'importe quelle situation.

Il est donc aussi pourvu d'un système de défense contre des radicaux libres.

Il fait appel à des enzymes (catalase, glutathione réductase, superoxyde dismutase) qui vont limiter l'action des radicaux libres.

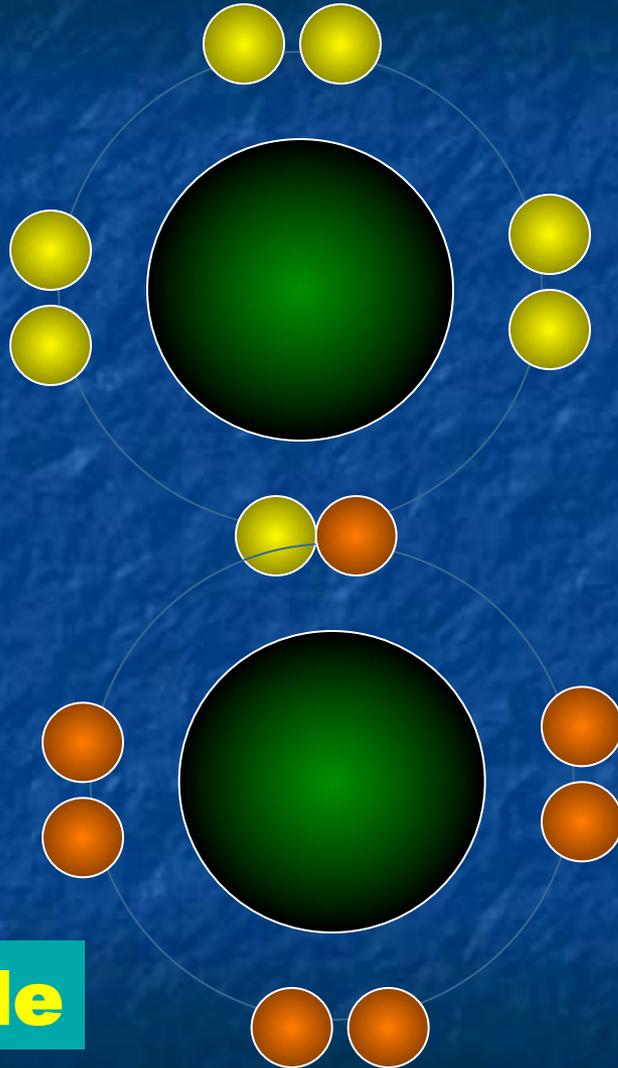
La molécule oxygène

Atome
O - -



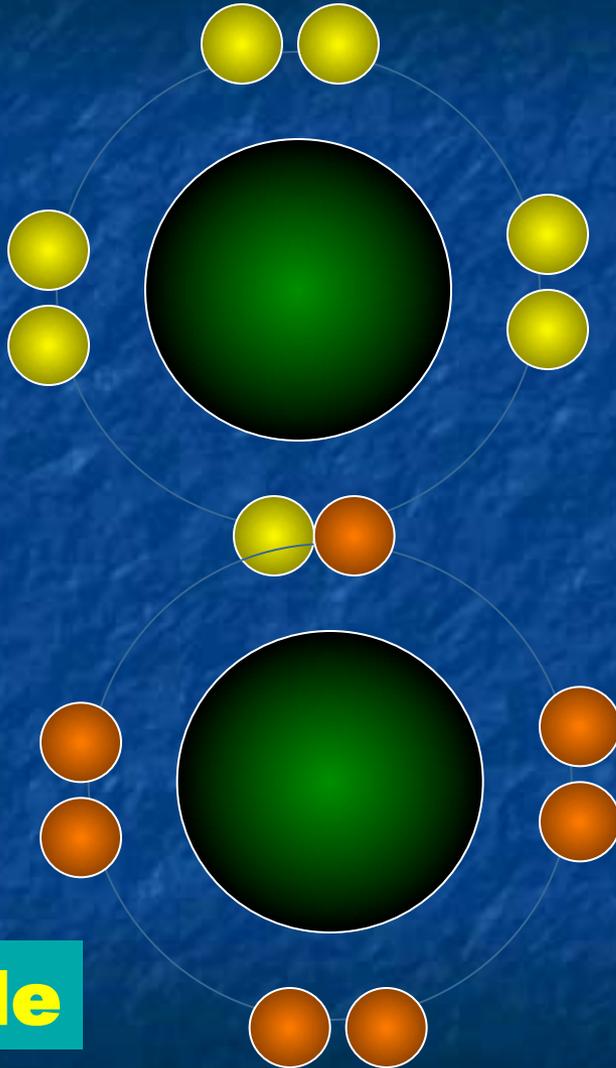
La molécule oxygène

Atome
O - -

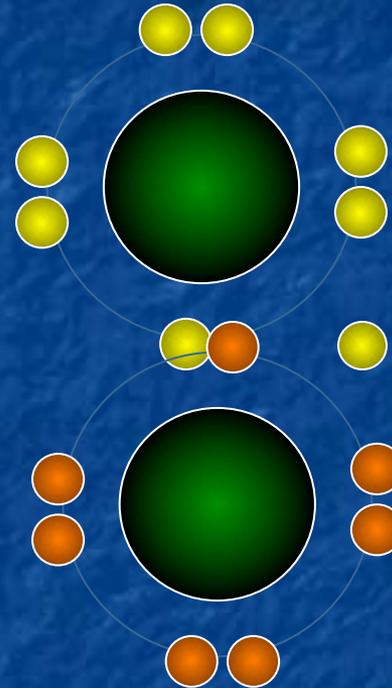


La molécule oxygène

Atome
O - -



Molécule



Youpie
C'est
la vie

Anion
Superoxide
 O_2^{-*}

COURBE DE DISSOCIATION DE L'OXYHEMOGLOBINE

