



# Anatomie - Physiologie

3\* 2010



# Anatomie - Physiologie

- Introduction - rappels
- Les contraintes
- Les différents organes
- Les bonnes pratiques
- Conclusions



# Introduction

- Plongée = contraintes et risques
  - Pression
  - Température
  - Contact de l'eau
  - Air différent
  - Matériel
  - Stress, effort



# Contraintes subies

- Pression :
  - Action sur les cavités fermées
  - Action sur la dissolution des gaz
  - Modification de la densité des gaz
  - Répartition de la masse sanguine
- Froid : consommation énergétique augmentée, vasoconstriction, stress
- Eau : conductivité x25 /air, composition selon milieu



# Contraintes subies

- Air: plus sec, composition selon mélange
- Matériel : poids, volume, espace mort, compression tissus
- Stress: accélération respiration, cœur, constriction des vaisseaux, modification des sécrétions hormonales, des échanges gazeux et du métabolisme, consommation d'énergie accrue, perturbation de la vigilance
- Effort et froid >> hypoglycémie



# Anatomie - Physiologie

- Système respiratoire
- Système circulatoire
- L'oreille
- La peau
- Le choc



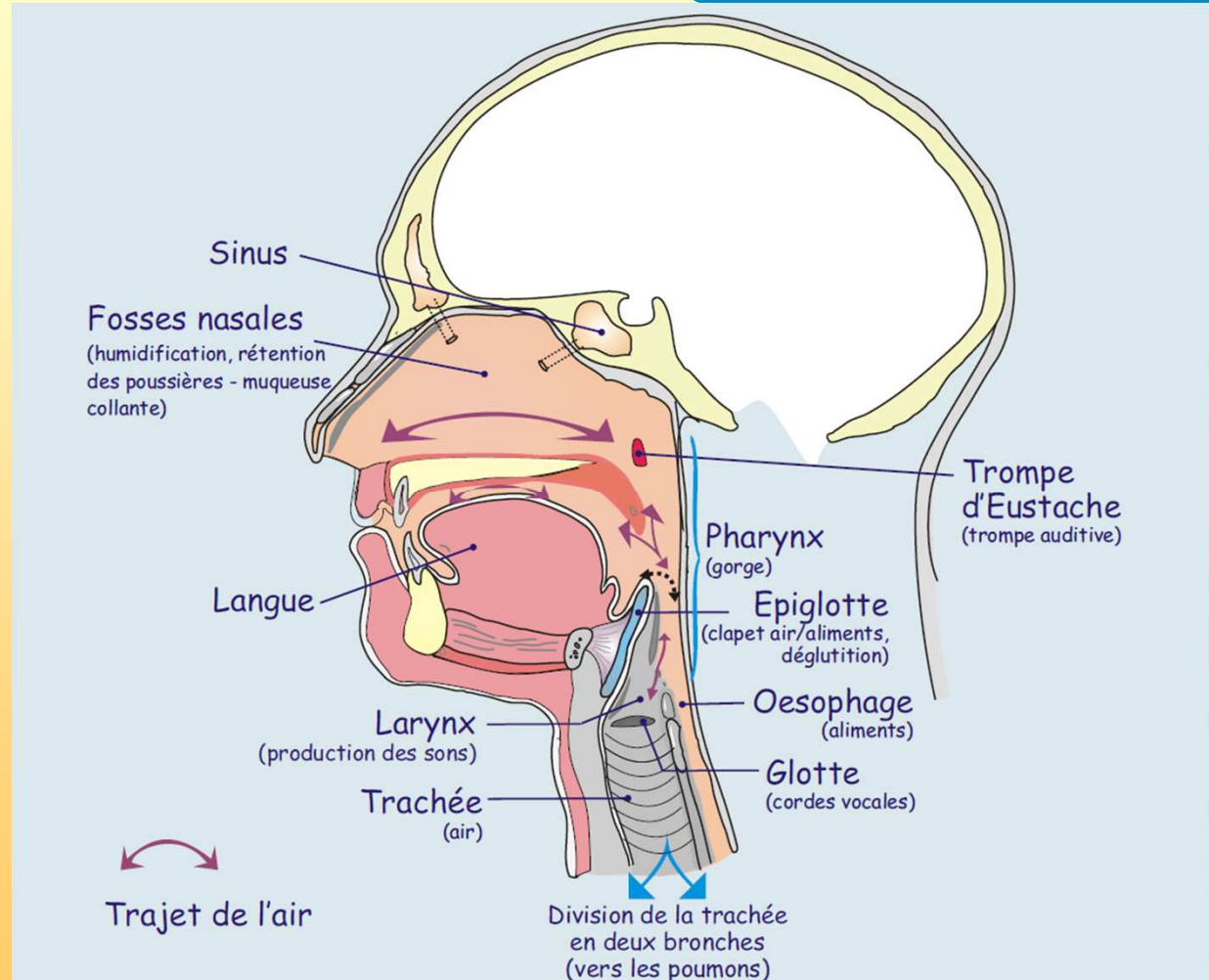
# Système respiratoire

- Le système respiratoire est composé des :
  - Voies Respiratoires Supérieures (VRS)
  - Voies Respiratoires Inférieures (VRI)

# Voies Supérieures

## Fonctions

- Filtre l'air
- Réchauffe
- Parole
- Carrefour avec voies digestives

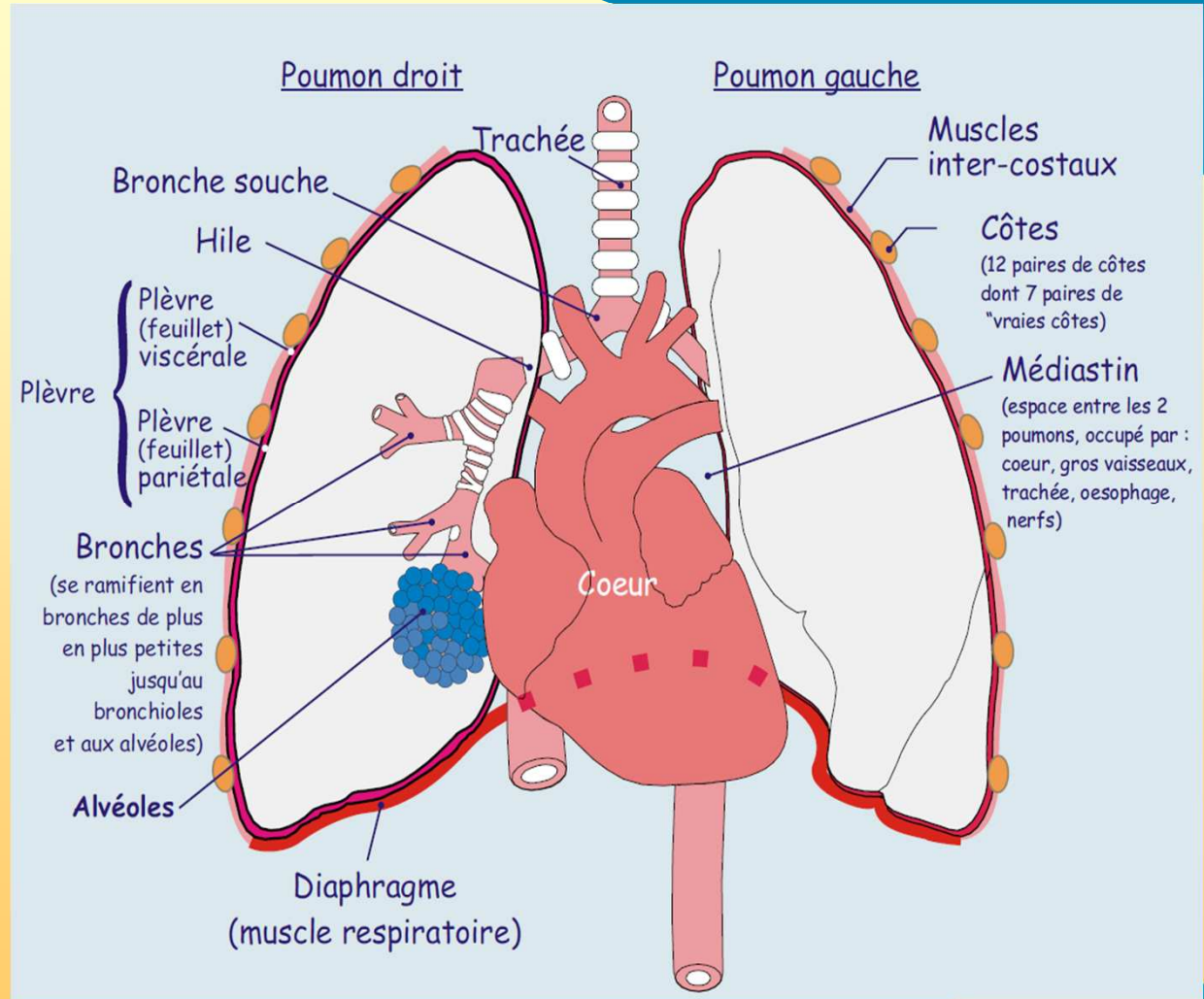




# Voies Inférieures

## Fonctions

- Conduit l'air
- Echange gaz
- Défense immunitaire
- Evacuation de métabolites, de toxines
- Régulation de chaleur



# Alvéole

Surface alvéolaire :  
150 à 200m<sup>2</sup>

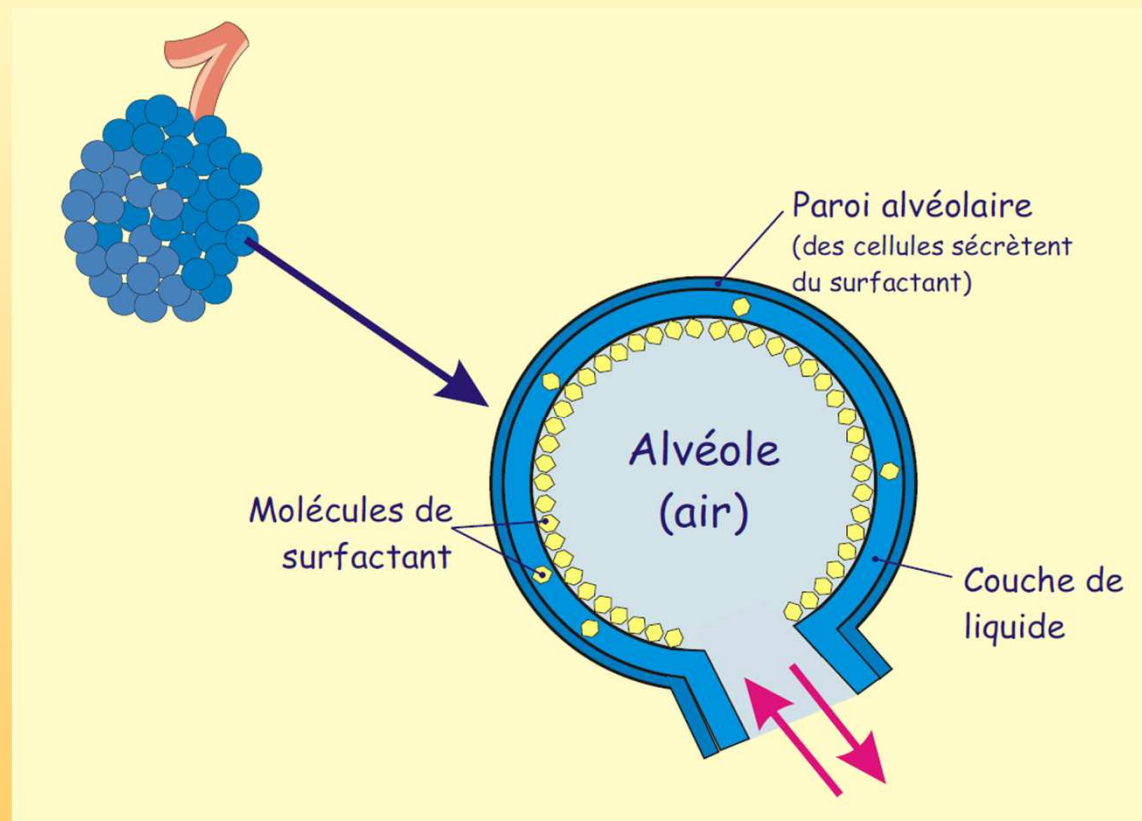
## Surfactant :

- Diminue la tension superficielle du film liquide qui tapisse les cavités alvéolaires ce qui empêche l'affaissement des alvéoles lors de l'expiration
- Facilite les échanges gazeux

## Epithélium :

Mince couche composée de 2 types cellulaires :

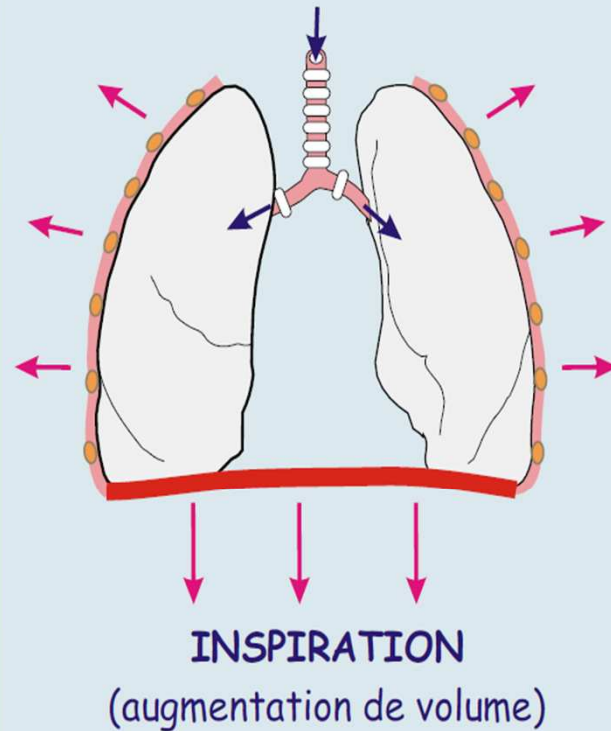
- **Type I**: échanges gaz, barrière
- **Type II**: sécrétion surfactant, renouvellement de l'épithélium



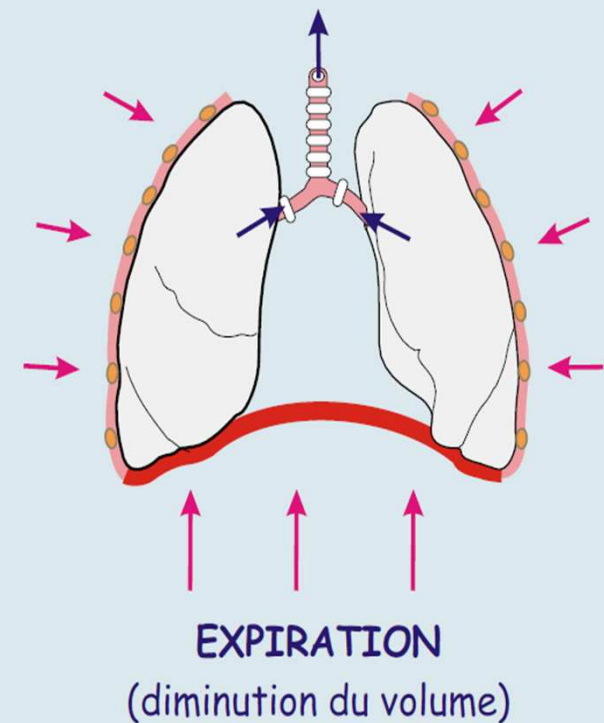


# La respiration

- Cycle = 3sec (E>I)
- Fréquence/min:
  - Adulte: 12 à 16
  - Enfant: 20
- Inspiration: Active
- Expiration: Passive



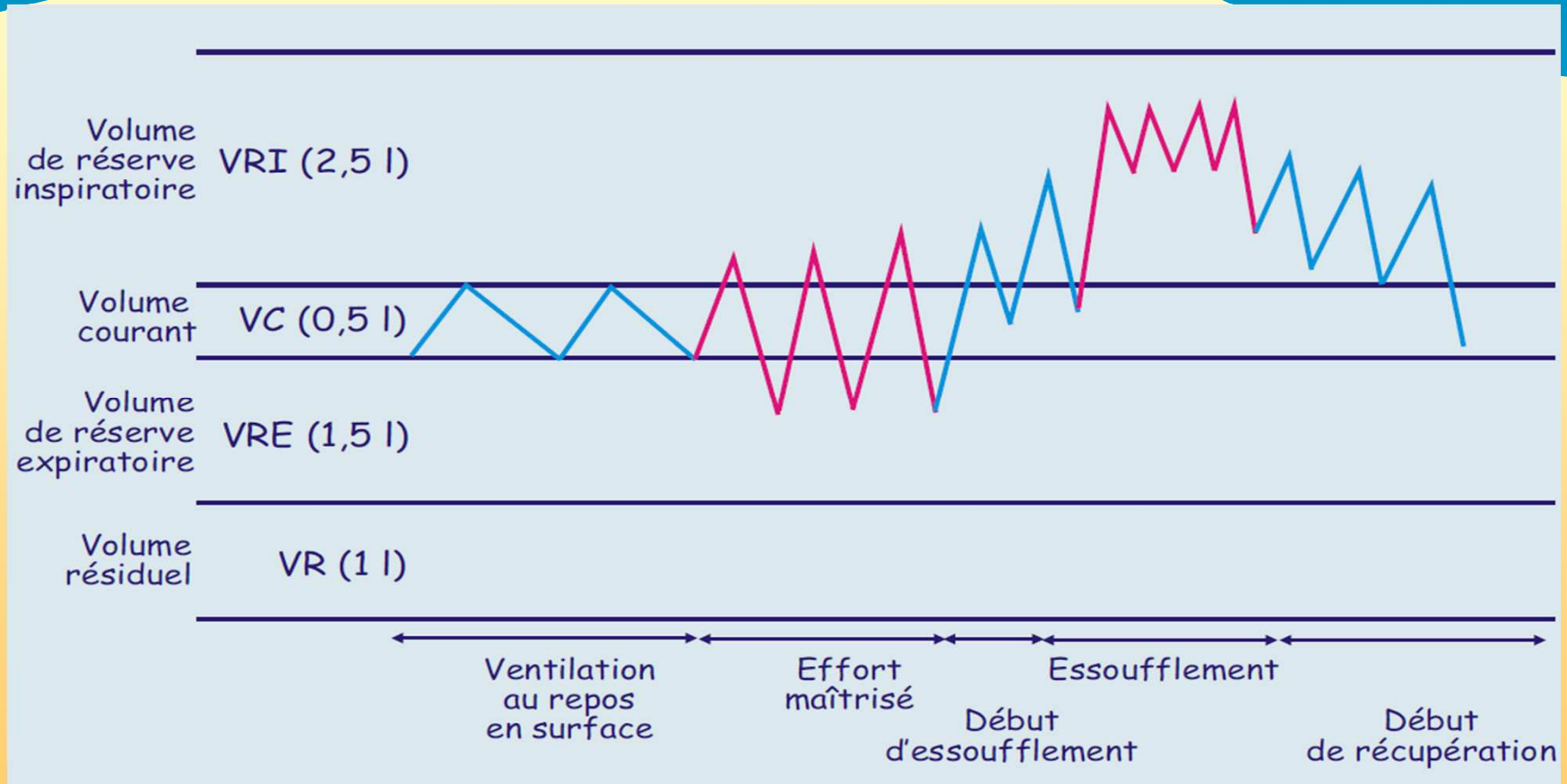
Par l'augmentation de volume, la pression alvéolaire devient inférieure à la pression atmosphérique et l'air pénètre dans les poumons.



Par la diminution de volume, la pression alvéolaire devient supérieure à la pression atmosphérique et l'air sort des poumons.



# Les Volumes Respiratoires





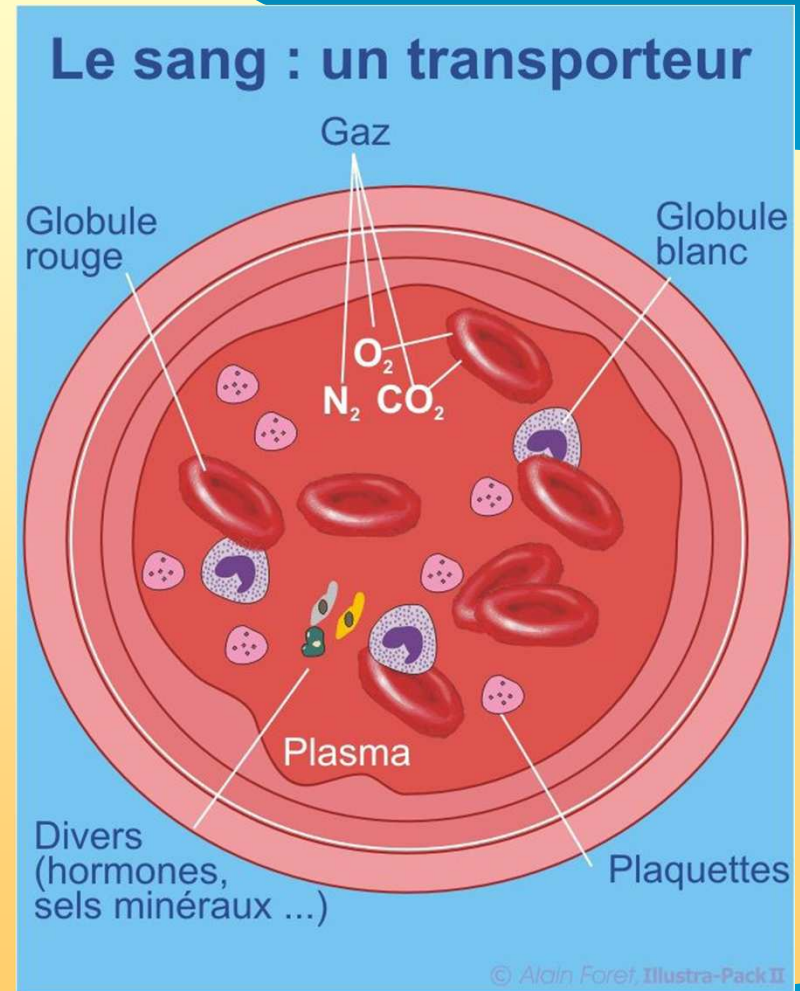
# Système circulatoire

- Le sang = le transporteur
- Echanges gazeux: poumons, tissus
- Les vaisseaux = les voies de transport
  - Petite circulation
  - Grande circulation
- Le cœur = le moteur
- Le Foramen ovale



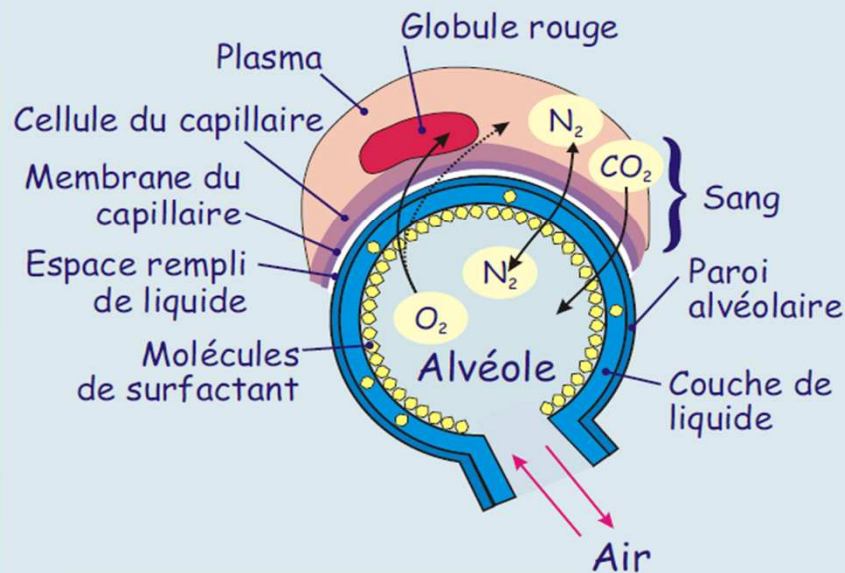
# Le sang

- Il permet le transport
  - Des gaz
  - Des nutriments et des déchets
  - Des hormones
  - Des systèmes de défense de l'organisme (globules blancs, plaquettes)
- Il est composé de:
  - Plasma (90% d'eau + sels minéraux + protéines), environ 5 litres, 55% de la masse sanguine
  - Éléments figurés (globules rouges, globules blancs, plaquettes)



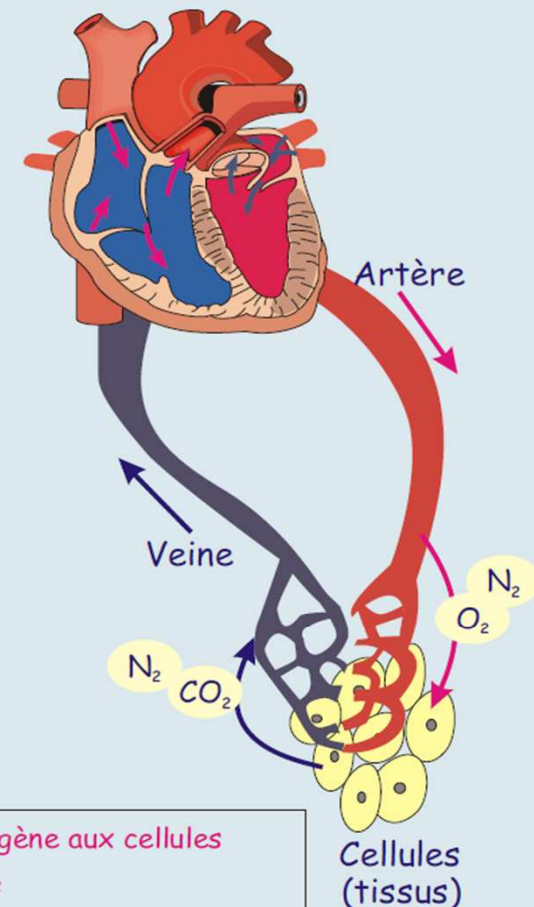
# Echanges gazeux

## Echanges entre les alvéoles et les capillaires sanguins



- le sang est oxygéné
- le  $CO_2$  est rejeté
- en plongée, selon les cas, l'azote est rejeté ou bien dissous

## Echanges au niveau des tissus



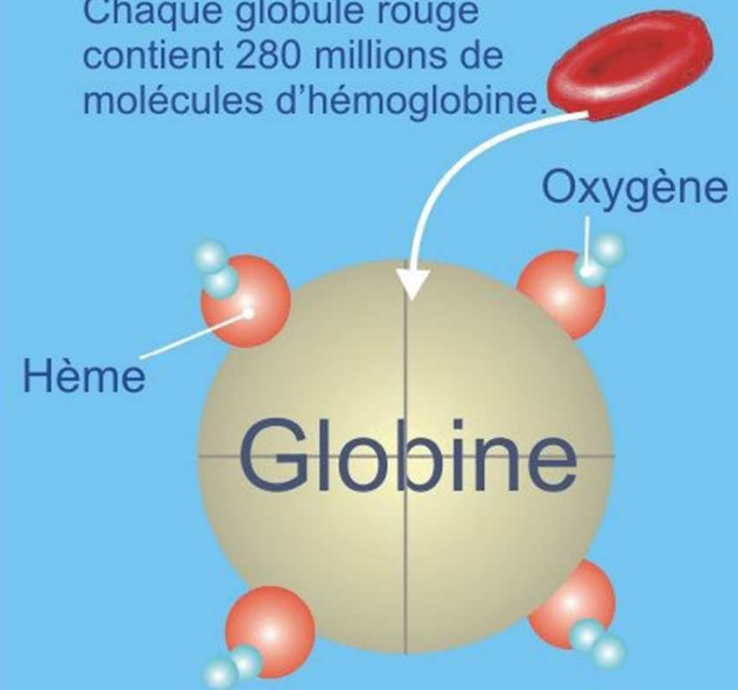
- le sang apporte de l'oxygène aux cellules
- le sang récupère du  $CO_2$
- en plongée, selon les cas, l'azote est rejeté ou bien dissous par les tissus

# Transport des gaz

- $O_2$  transporté sous forme:
  - Combinée à 99% :  $Hb + O_2 \leftrightarrow HbO_2$
  - Dissoute dans le plasma à 1%
- $CO_2$  transporté à la fois sous forme:
  - Combine (8%):  $Hb + CO_2 \leftrightarrow HbCO_2$
  - Hydratée et ionisée (87%) :  $CO_2 + H_2O \leftrightarrow HCO_3^- + H^+$
  - Dissoute (5%) (participe à la formation de noyaux gazeux)
- $N_2$  n'est pas métabolisé et reste sous forme dissoute

## 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





# Hématose

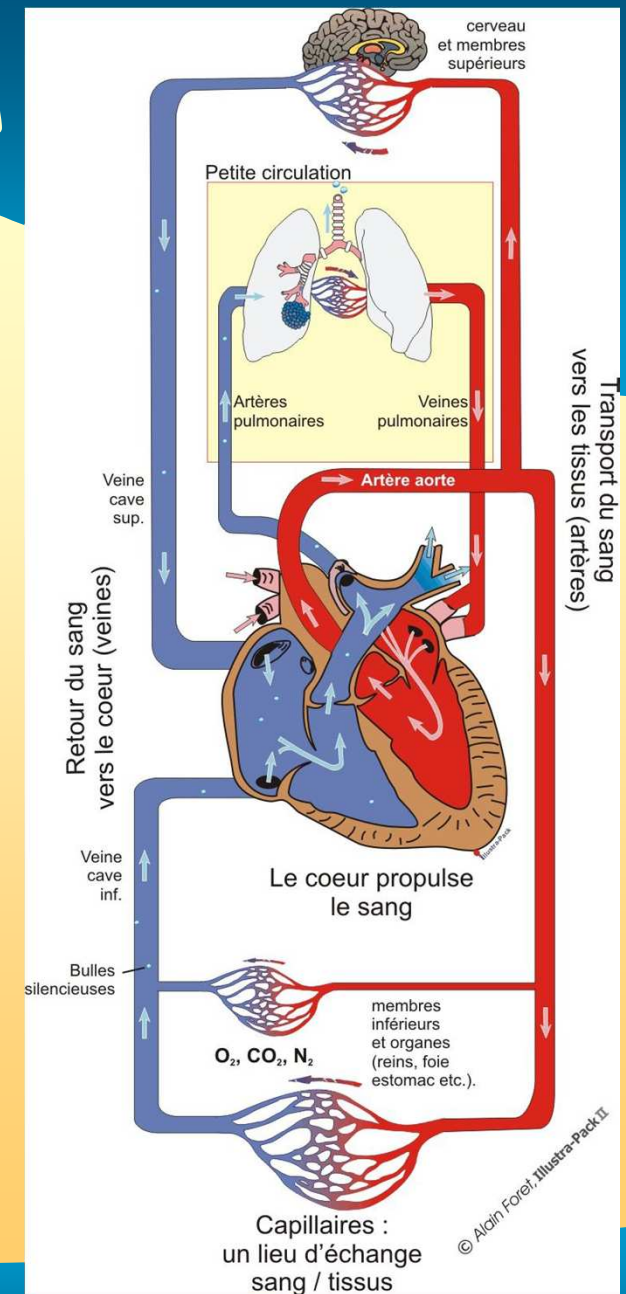
Les lois de HENRY et de DALTON ne concernent que la fraction dissoute des gaz

- La plus grande partie de l'oxygène est transportée sous forme de combinaisons chimiques qui ne suivent plus tout à fait ces lois.
- L'O<sub>2</sub> se combine avec l'hémoglobine et forme l'oxyhémoglobine. Cette combinaison (Hb+O<sub>2</sub>) est à saturation ou presque en conditions normales.
- Une élévation importante de la PpO<sub>2</sub> ne fixe pas beaucoup plus d'oxygène sur l'hémoglobine mais augmente la quantité d'O<sub>2</sub> dissout physiquement.



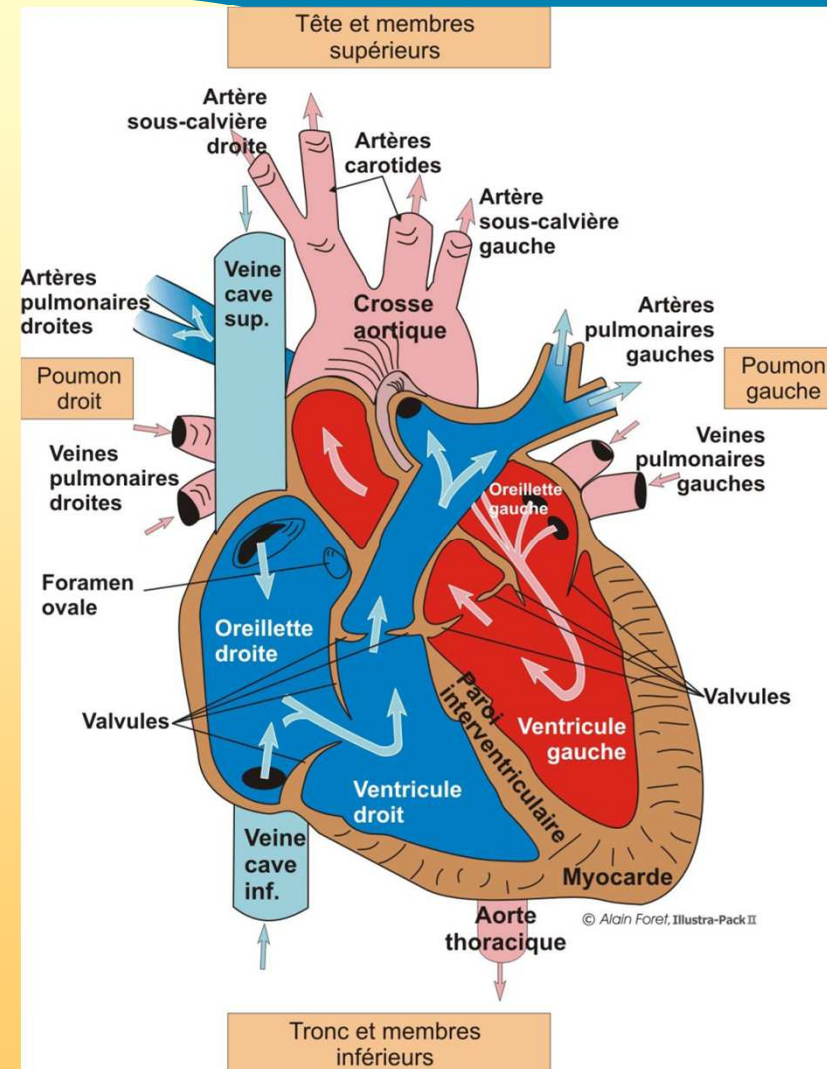
# La circulation

- La petite circulation ou circulation pulmonaire permet l'oxygénation du sang
- Le cœur est la « pompe » qui fait circuler le sang
- La grande circulation ou circulation générale amène le sang riche en  $O_2$  à toutes les parties de l'organisme



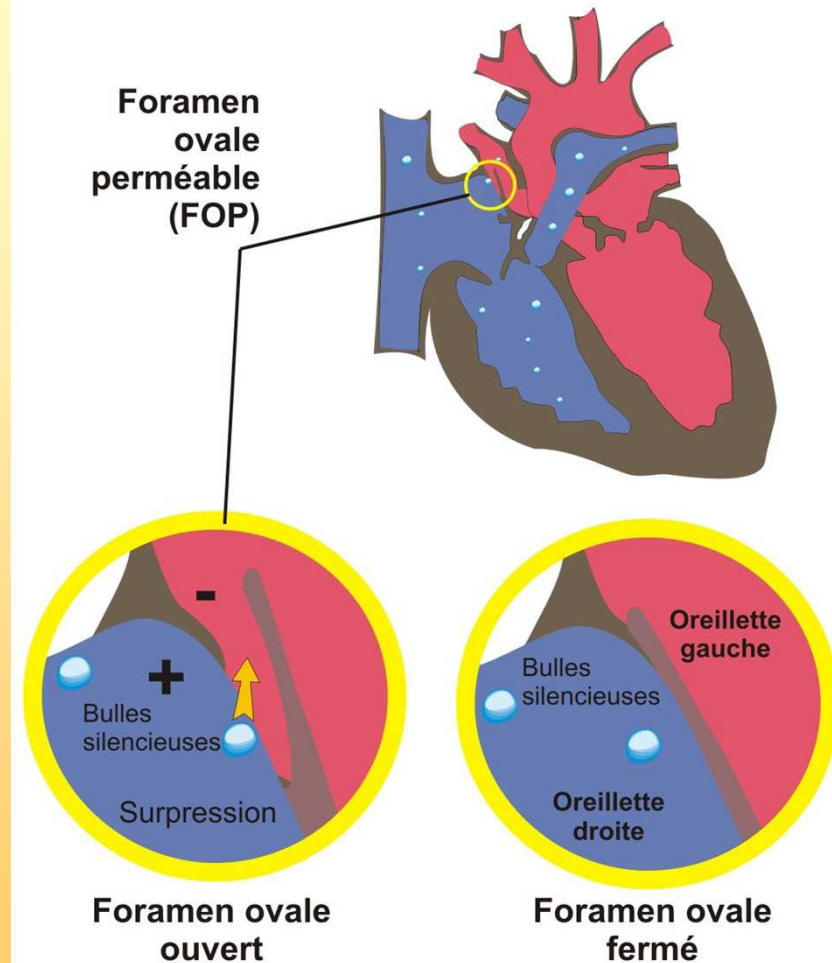
# Le coeur

- Muscle creux de la grosseur du poing situé dans le médiastin
- Pompe aspirante et refoulante qui assure un débit circulatoire
  - Avec une pression suffisante
  - Adaptée aux besoins de l'organisme
- Composé de 2 parties indépendantes l'une de l'autre: droite et gauche (plus volumineuse)
- Chaque partie possède 2 cavités: l'oreillette et le ventricule
- Rythme: 60-80 pulsations/min au repos
- Brasse près de 10 tonnes de sang par jour



# Le Foramen Ovale

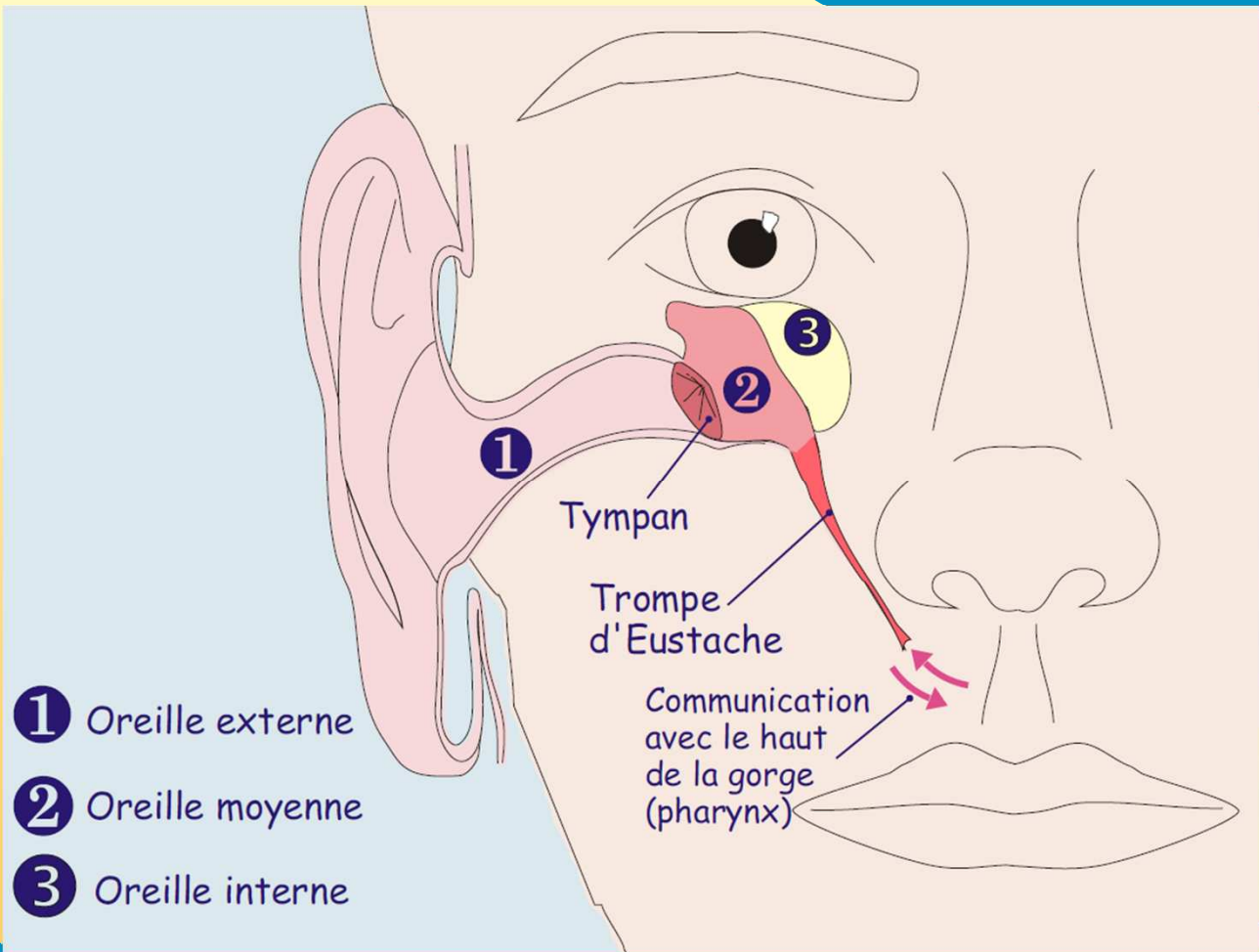
- Communication entre les 2 oreillettes pendant la vie fœtale qui permet au sang de court-circuiter les poumons
- Se ferme à la naissance sauf pour 25-30% des personnes chez qui la fermeture reste imparfaite
- Passage possible des bulles (de caillots) du cœur droit vers le cœur gauche
- Injection vers le cerveau, l'oreille interne, de bulles d'azote
- Phénomène facilité par les hyperpressions thoraciques (Valsalva, toux, effort,...) qui ouvrent le FOP
- FOP trouvé dans plus de 50% des ADD dits immérités



# Les oreilles

Organe à double fonction:

- Audition: recueillir, transmettre et transformer les vibrations sonores en influx nerveux
- Equilibre et situation dans l'espace

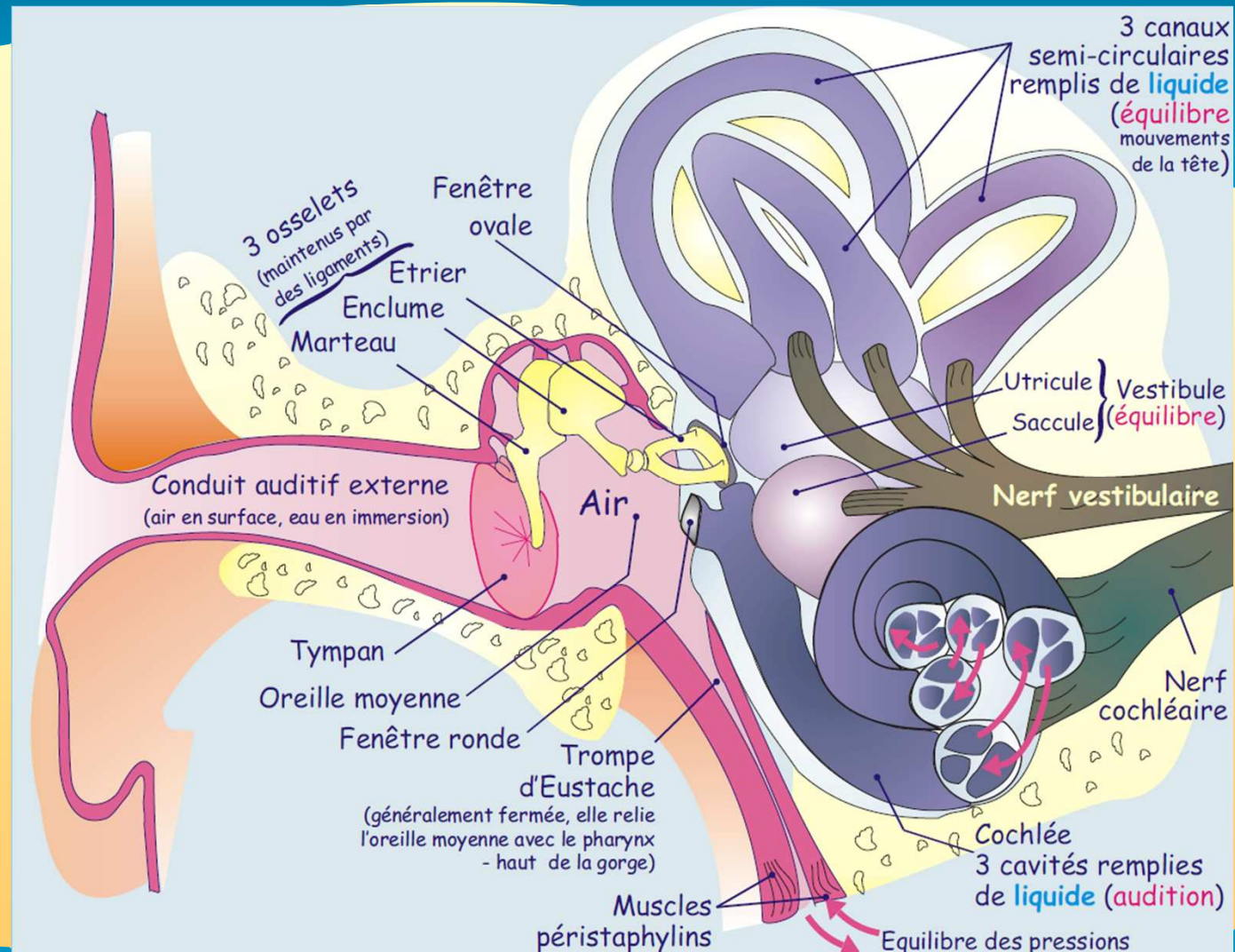




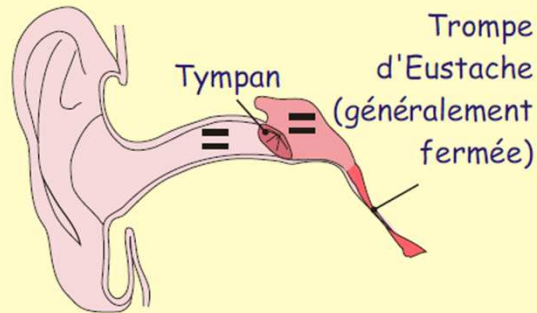
# Les oreilles

3 parties:

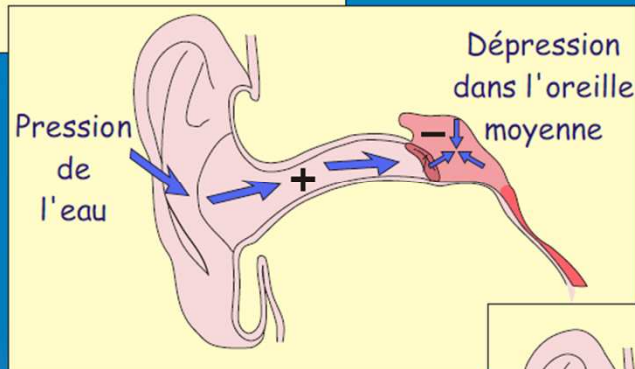
- Oreille externe
- Oreille moyenne
- Oreille interne



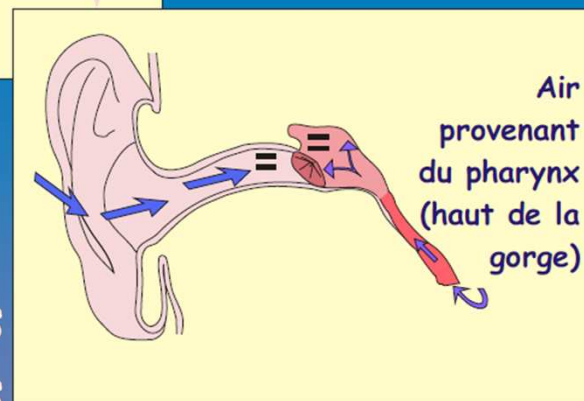
# Oreilles et pression



En surface



A la descente  
avant équilibrage



Equilibrage des pressions



# La peau: organe important

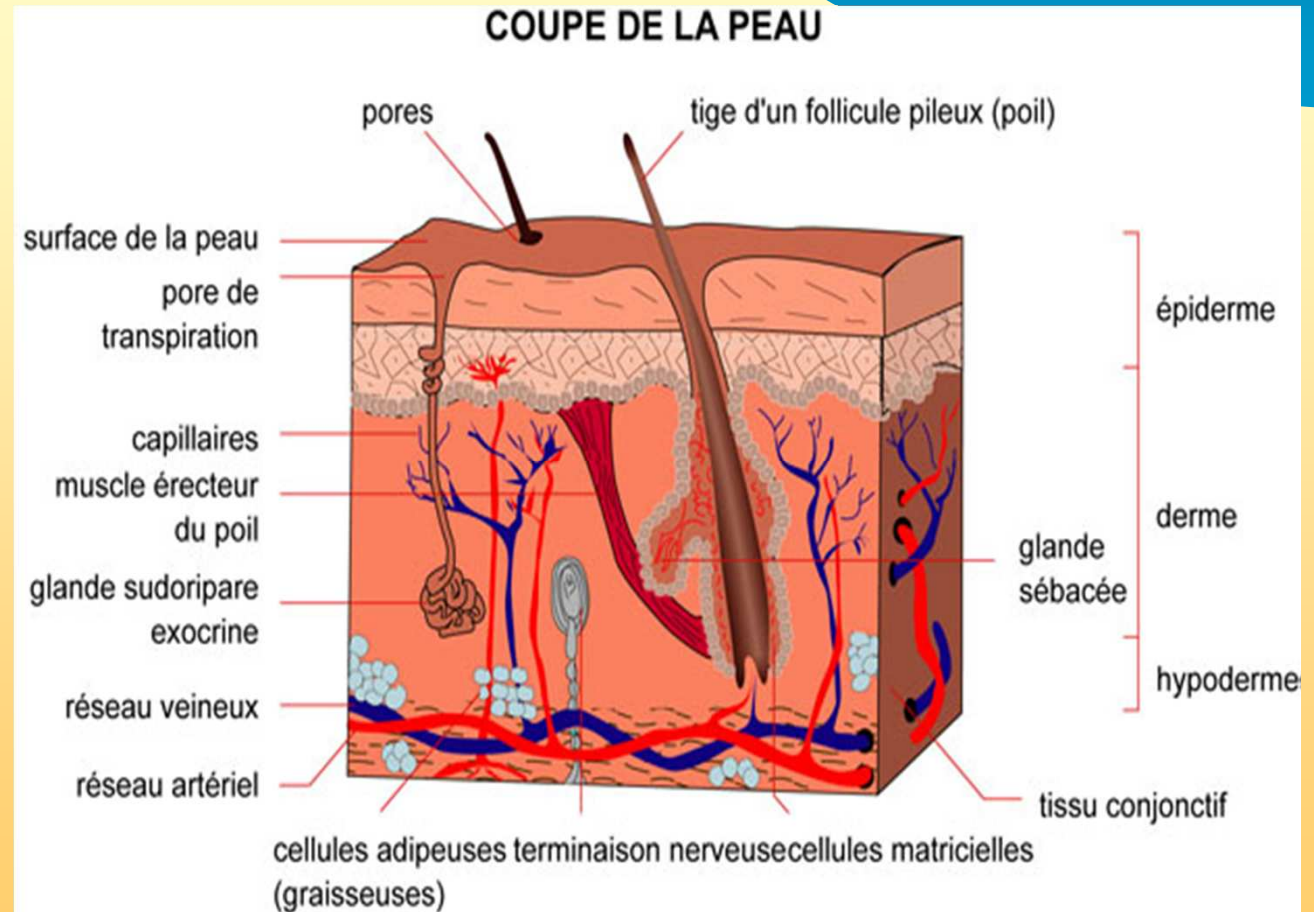
- Le plus grand des organes:  
1.5 à 2m<sup>2</sup>, 3.5 à 10kg
- Reserve importante de sang
- Réserve d'énergie



# La peau: organe complexe

## 7 fonctions :

- Protection:
  - mécanique
  - chimique
  - solaire
  - microbienne
- Régulation
  - thermique
  - immunitaire
- Rôle sensitif





# Le choc

NUTRIMENTS +  $O_2$  >> COMBUSTION =  
ENERGIE (la vie) +  $CO_2$  +  $H_2O$  + déchets (toxines)

- Définition du choc : *Incapacité du système cardiovasculaire à assurer une perfusion tissulaire adéquate, c'est-à-dire à assurer les apports en oxygène et en substrats nécessaires aux fonctions des organes*
- Origines du choc: cœur, vaisseaux, liquides
- Installation du cercle vicieux, origine toxique



# Le choc : prévention

- Agir sur la cause : mettre la personne hors danger (douleur, hémorragie, ...)
- Position couchée
- Couvrir la victime
- Rassurer, éviter l'agitation
- Administrer de l'O2
- Appeler les secours

Surveiller l'évolution



# Les bonnes pratiques

- S'interroger
- Apprendre et comprendre
- Réfléchir
- Agir



# Conclusion...

- Machine humaine = complexe et fragile
- Plongée = contraintes et risques
- Objectifs = apprendre et comprendre
- But = aider à mener une réflexion et agir de façon circonstanciée



# ... et fin

Merci pour votre attention

Je reste à votre disposition :

[hereng.cesi@skynet.be](mailto:hereng.cesi@skynet.be)