

Slide 1: Anatomie - Physiologie  
3\* 2010

MP Hereng - Médecin fédéral Anatomie - Physiologie 1

---

---

---

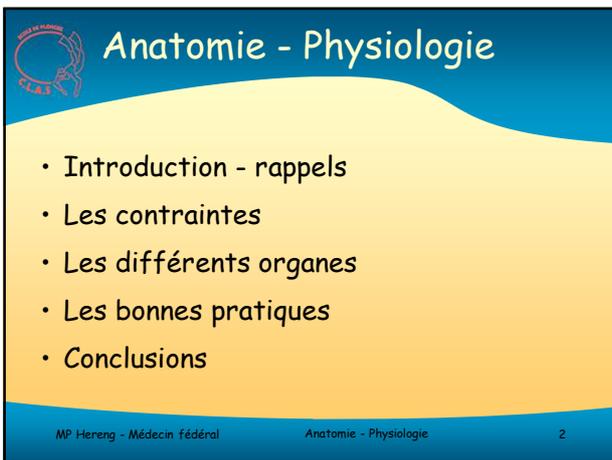
---

---

---

---

---



Slide 2: Anatomie - Physiologie

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

MP Hereng - Médecin fédéral Anatomie - Physiologie 2

---

---

---

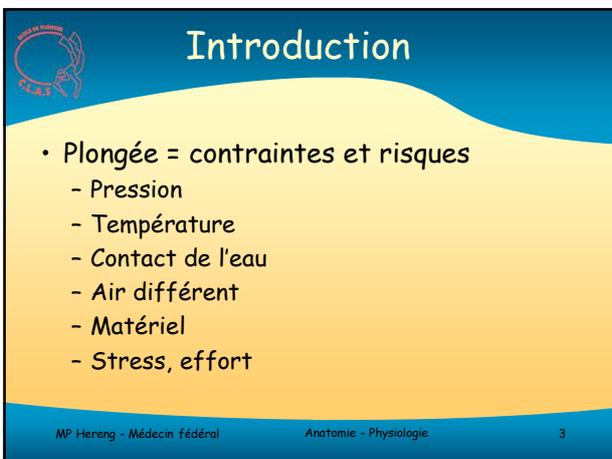
---

---

---

---

---



Slide 3: Introduction

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

MP Hereng - Médecin fédéral Anatomie - Physiologie 3

---

---

---

---

---

---

---

---



**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

MP Hereng - Médecin fédéral Anatomie - Physiologie 4

---

---

---

---

---

---

---

---



**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

MP Hereng - Médecin fédéral Anatomie - Physiologie 5

---

---

---

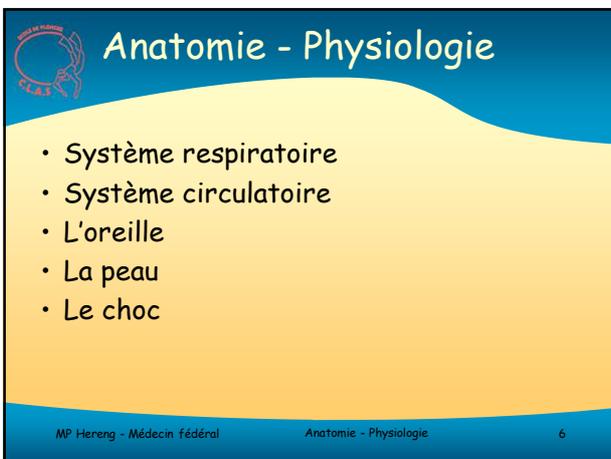
---

---

---

---

---



**Anatomie - Physiologie**

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

MP Hereng - Médecin fédéral Anatomie - Physiologie 6

---

---

---

---

---

---

---

---

**Système respiratoire**

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

MP Hereng - Médecin fédéral      Anatomie - Physiologie      7

---

---

---

---

---

---

---

---

**Voies Supérieures**

**Fonctions**

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

MP Hereng - Médecin fédéral      Anatomie - Physiologie      8

---

---

---

---

---

---

---

---

**Voies Inférieures**

**Fonctions**

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

MP Hereng - Médecin fédéral      Anatomie - Physiologie      9

---

---

---

---

---

---

---

---

## 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

MP Hereng - Médecin fédéral      Anatomie - Physiologie      10

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## La respiration

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

MP Hereng - Médecin fédéral      Anatomie - Physiologie      11

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Les Volumes Respiratoires

MP Hereng - Médecin fédéral      Anatomie - Physiologie      12

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## 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

MP Hereng - Médecin fédéral      Anatomie - Physiologie      13

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## 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
  - Eléments figurés (globules rouges, globules blancs, plaquettes)

### Le sang : un transporteur

MP Hereng - Médecin fédéral      Anatomie - Physiologie      14

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Echanges gazeux

**Echanges entre les alvéoles et les capillaires sanguins**

**Echanges au niveau des tissus**

- le sang est oxygéné  
- le CO<sub>2</sub> est rejeté  
- en plongée, selon les cas, l'azote est rejeté ou bien dissous

- le sang apporte de l'oxygène aux cellules  
- le sang récupère du CO<sub>2</sub>  
- en plongée, selon les cas, l'azote est rejeté ou bien dissous par les tissus

MP Hereng - Médecin fédéral      Anatomie - Physiologie      15

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## 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, Illustration-Pack II

MP Hereng - Médecin fédéral
Anatomie - Physiologie
16

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## 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' $O_2$  se combine avec l'hémoglobine et forme l'oxyhémoglobine. Cette combinaison ( $Hb+O_2$ ) est à saturation ou presque en conditions normales.
- Une élévation importante de la  $PpO_2$  ne fixe pas beaucoup plus d'oxygène sur l'hémoglobine mais augmente la quantité d' $O_2$  dissoute physiquement.

MP Hereng - Médecin fédéral
Anatomie - Physiologie
17

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## 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

Capillaires : un lieu d'échange sang / tissu

© Alain Foret, Illustration-Pack II

MP Hereng - Médecin fédéral
Anatomie - Physiologie
18

---

---

---

---

---

---

---

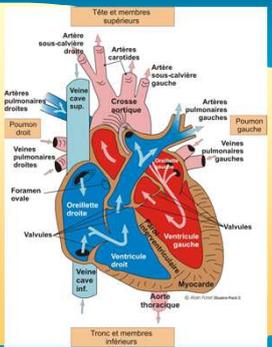
---

---

---

## Le coeur

- Muscle creux de la grosseur du poing situé dans le médiastin
- Pompe aspirante et refulante 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



Tête et membres supérieurs  
Tronc et membres inférieurs

Arrière sous-cavitaire droite, Arrière sous-cavitaire gauche, Veine cave sup., Veine cave inf., Arteries carotides, Arteries sous-cavaires, Crosse aortique, Arteries pulmonaires gauches, Arteries pulmonaires droites, Veines pulmonaires gauches, Veines pulmonaires droites, Foramen ovale, Oreillette droite, Oreillette gauche, Ventricule droit, Ventricule gauche, Valvules, Myocarde, Aorte thoracique

MP Hereng - Médecin fédéral      Anatomie - Physiologie      19

---

---

---

---

---

---

---

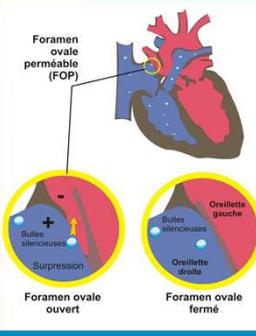
---

---

---

## 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



Foramen ovale perméable (FOP)

Bulles stercorales, Oreillette gauche, Bulles d'azote, Oreillette droite, Foramen ovale ouvert, Foramen ovale fermé

MP Hereng - Médecin fédéral      Anatomie - Physiologie      20

---

---

---

---

---

---

---

---

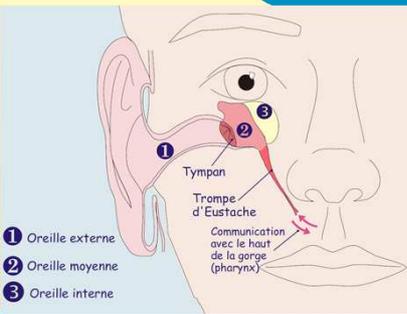
---

---

## Les oreilles

Organe à double fonction:

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



1 Oreille externe  
2 Oreille moyenne  
3 Oreille interne

Tympan, Trompe d'Eustache, Communication avec le haut de la gorge (pharynx)

MP Hereng - Médecin fédéral      Anatomie - Physiologie      21

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Les oreilles

3 parties:

- Oreille externe
- Oreille moyenne
- Oreille interne

Labels in diagram: 3 osselets (marteau, enclume, etrier), Fenêtre ovale, Air, Tympan, Oreille moyenne, Fenêtre ronde, Trompe d'Eustache, Muscles péristaphylins, 3 canaux semi-circulaires remplis de liquide (équilibre mouvements de la tête), Utricule, Vestibule, Saccule (équilibre), Nerf vestibulaire, Nerf cochléaire, Cochlée, 3 cavités remplies de liquide (audition), Equilibre des pressions.

MP Hereng - Médecin fédéral
Anatomie - Physiologie
22

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Oreilles et pression

**En surface**

Trompe d'Eustache (généralement fermée)

**A la descente avant équilibrage**

Dépression dans l'oreille moyenne

Pression de l'eau

**Equilibrage des pressions**

Air provenant du pharynx (haut de la gorge)

MP Hereng - Médecin fédéral
Anatomie - Physiologie
23

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## La peau: organe important

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

MP Hereng - Médecin fédéral
Anatomie - Physiologie
24

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---





## Les bonnes pratiques

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

MP Hereng - Médecin fédéral      Anatomie - Physiologie      28

---

---

---

---

---

---

---

---



## 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

MP Hereng - Médecin fédéral      Anatomie - Physiologie      29

---

---

---

---

---

---

---

---



## ... et fin

Merci pour votre attention

Je reste à votre disposition :  
[hereng.cesi@skynet.be](mailto:hereng.cesi@skynet.be)

MP Hereng - Médecin fédéral      Anatomie - Physiologie      30

---

---

---

---

---

---

---

---