Connaissances théoriques
Niveau 4

Appareil circulatoire
et plongée

FFESSM
FÉDÉRATION FRANÇAISE
ÉTUDES & SPORTS SOUS-MARINS

08/01/2023

TPO / CODEP 17

Justification

- Connaitre la physiologie de la circulation sanguine pour prévenir les accidents.
- Epreuve Théorique N°11 : « Anatomie, Physiologie et physiopathologie du plongeur » (Coef 4)

Positionnement

Avant

- Pression partielle

Maintenant

- Appareil circulatoire et plongée

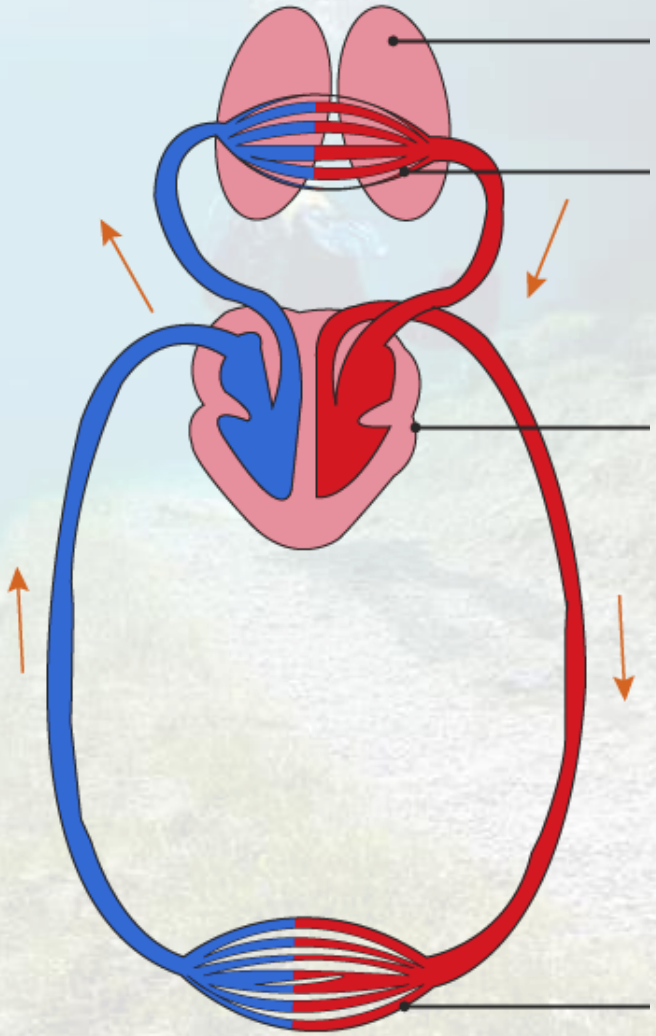
Après

- Ventilation
- Dissolution de N2, désaturation
- Accidents et incidents de plongée

Objectifs

- Identifier les parties de la circulation sanguine
- Identifier les parties du cœur
- Déterminer le transport des gaz par le sang
- Identifier les accidents et les conséquences sur le plongeur

Circulation sanguine

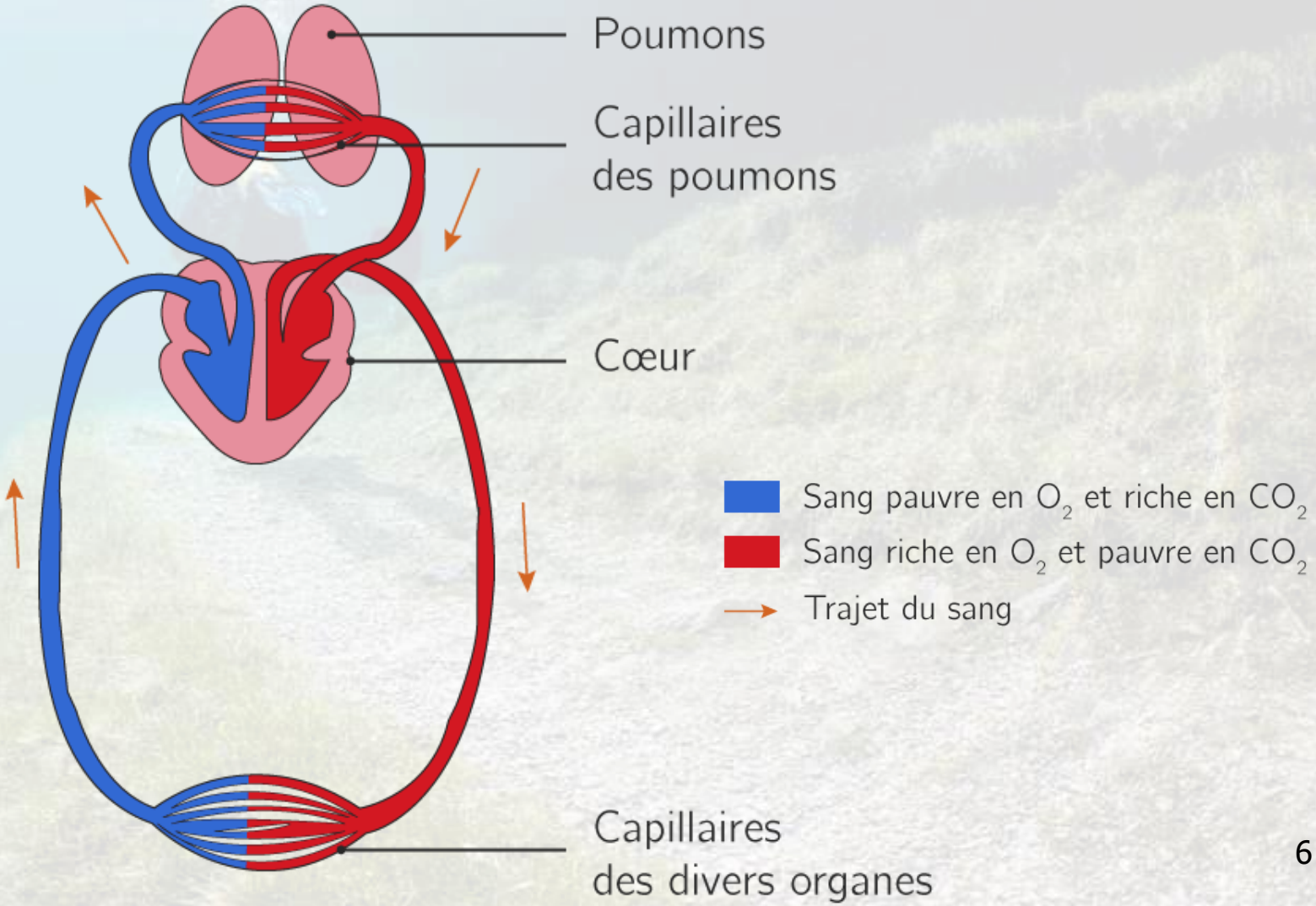


Sang pauvre en O_2 et riche en CO_2

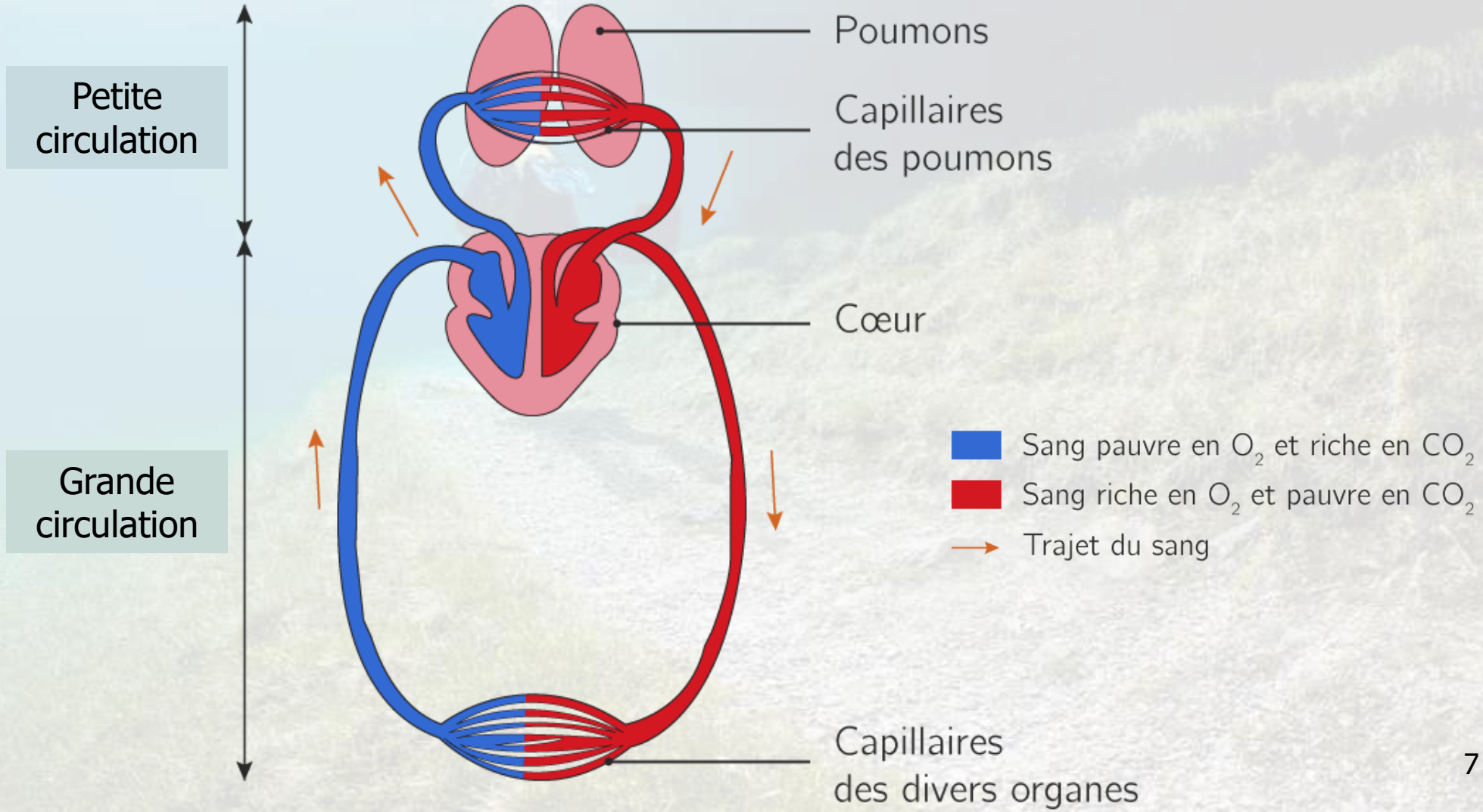
Sang riche en O_2 et pauvre en CO_2

Trajet du sang

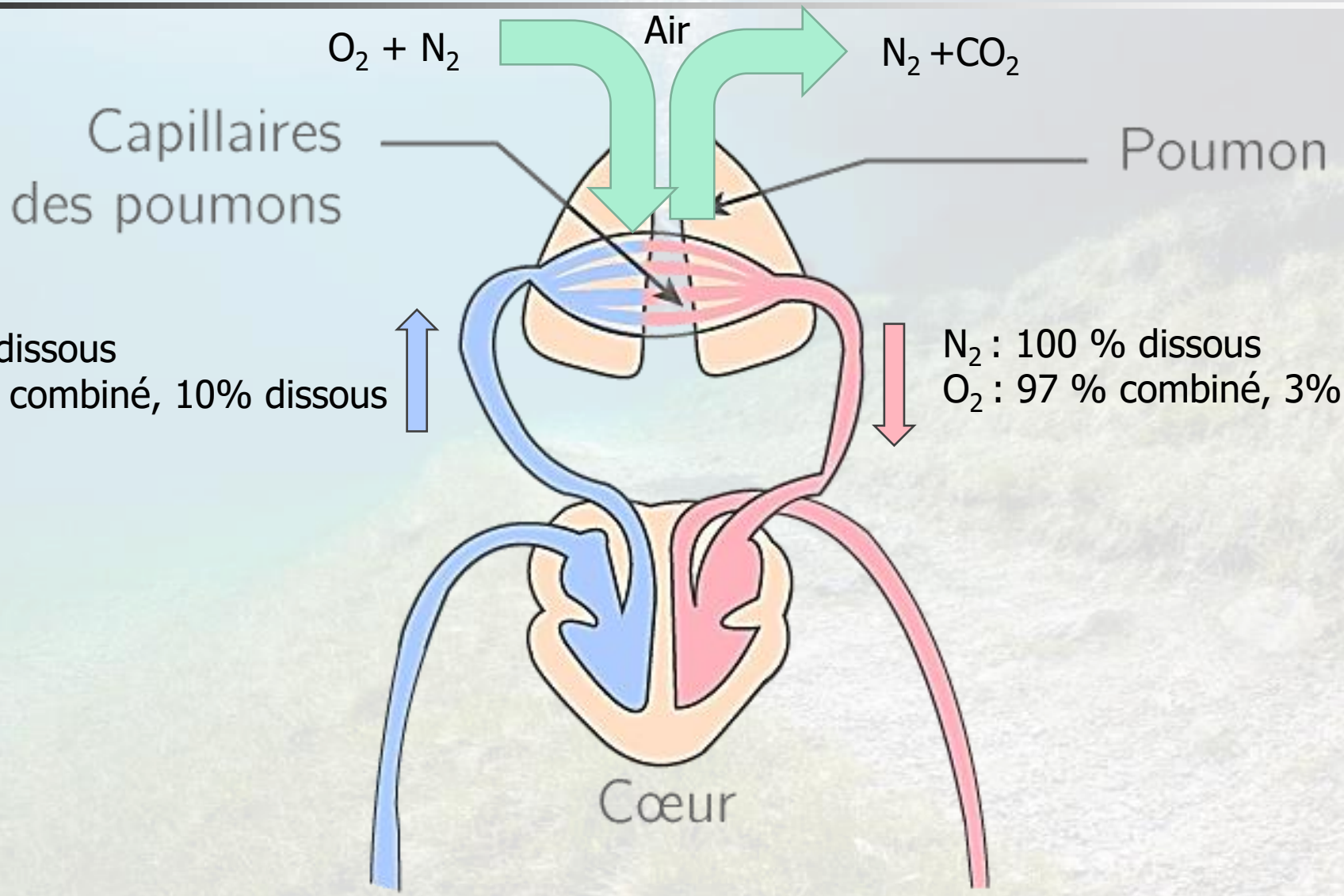
Circulation sanguine



Circulation sanguine



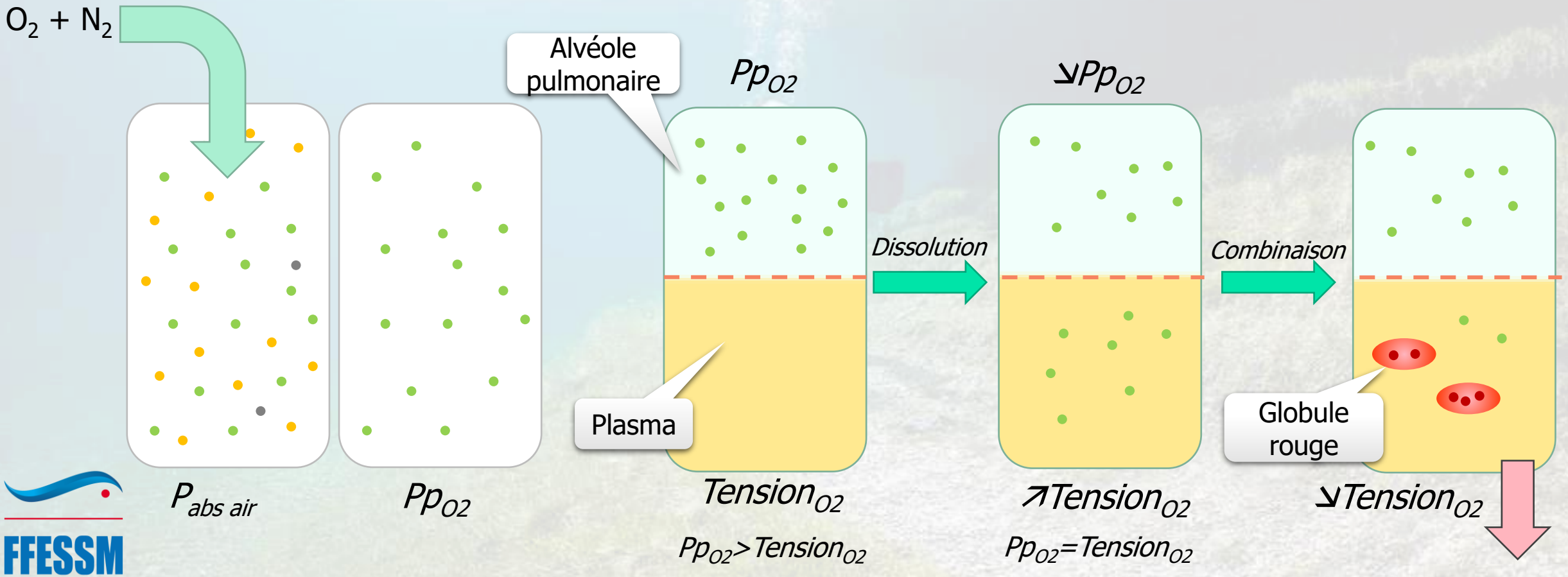
Petite circulation



N_2 : 100 %dissous
CO_2 : 90 % combiné, 10% dissous

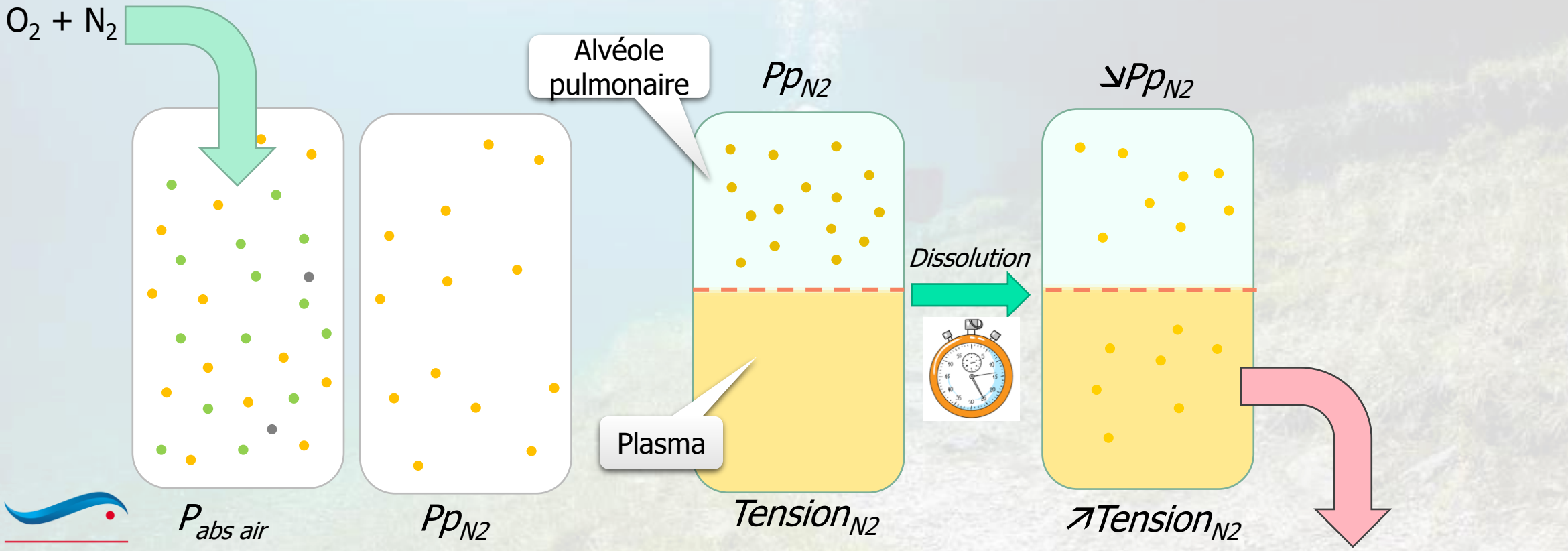
N_2 : 100 % dissous
O_2 : 97 % combiné, 3% dissous

Transfert de O_2 des poumons vers le sang



O_2 : 97 % combiné, 3% dissous

Transfert de N_2 des poumons vers le sang



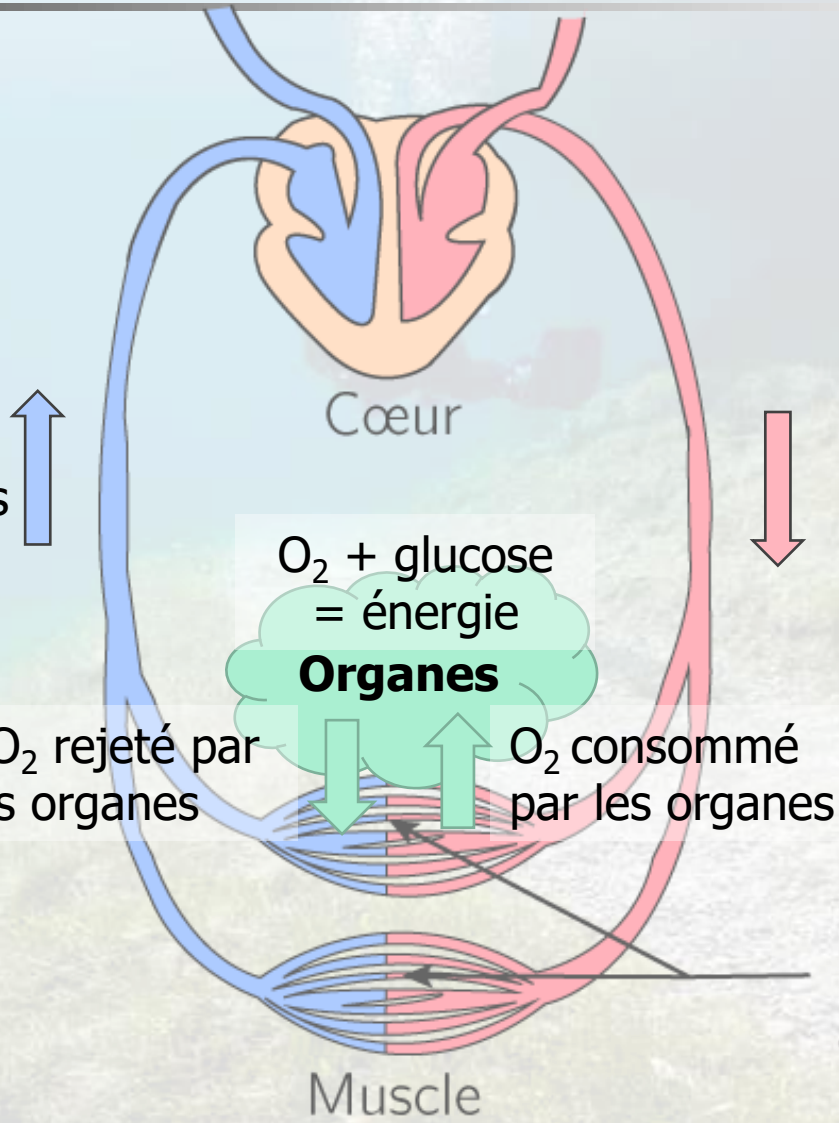
$Pp_{N2} > Tension_{N2}$

$Pp_{N2} = Tension_{N2}$
→ *Saturation*

N_2 : 100% dissous

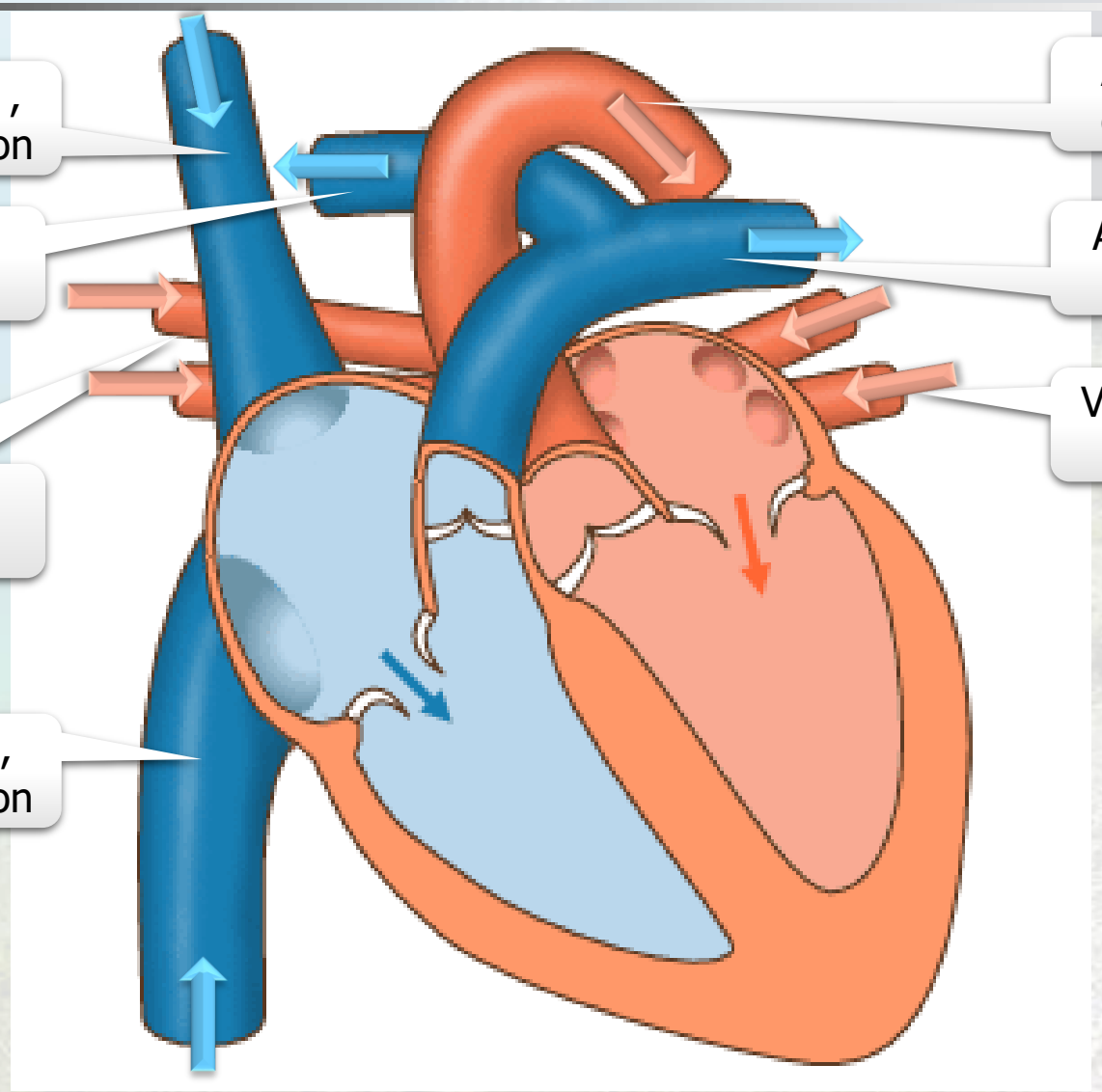
Grande circulation

N_2 : 100 %dissous
CO_2 : 90 % combiné, 10% dissous

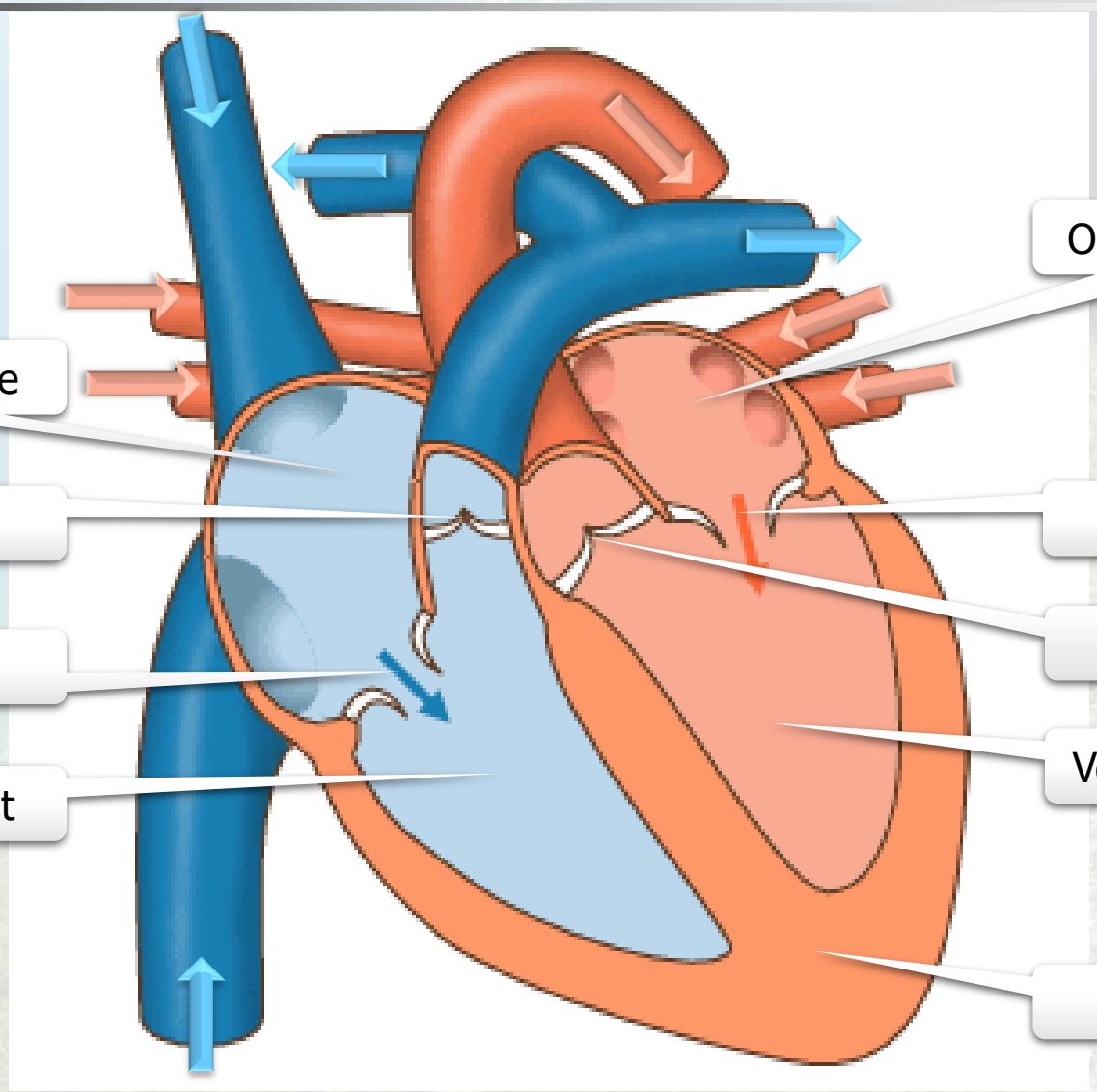


N_2 : 100 % dissous
O_2 : 97 % combiné, 3% dissous

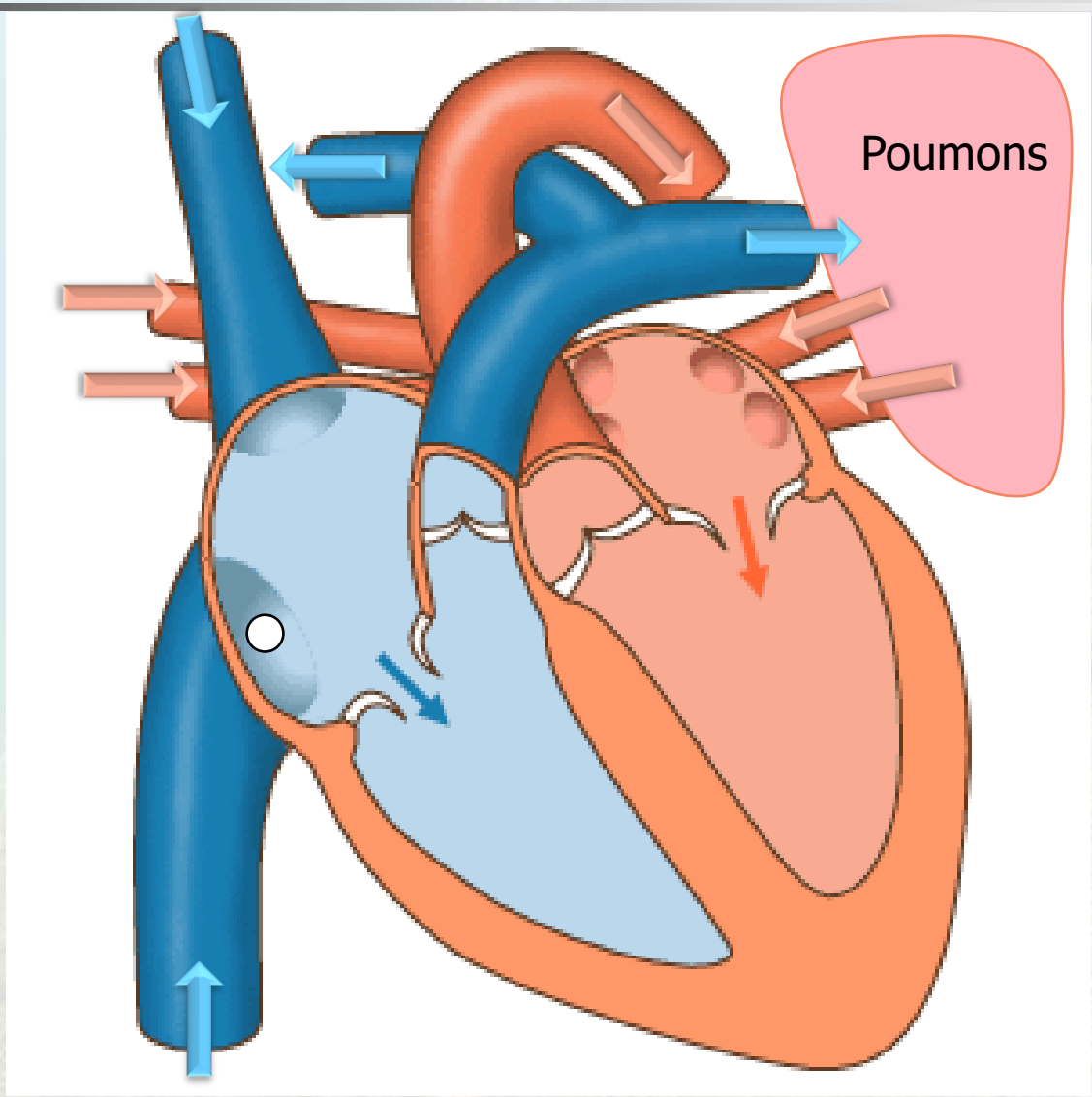
Le Cœur, Raccordement des tuyaux



Le Cœur, constitution



Le Cœur, circulation des bulles



Les microbulles dues à décompression sont évacuée par les poumons.

Appareil circulatoire et plongée

- Quel est le rôle de l'appareil circulatoire en plongée ?
  - Transporter l'O_2 vers les organes et évacuer le CO_2 vers les poumons.
- Comment sont transportés les gaz dans le sang ?
  - O_2 : essentiellement combiné aux globules rouges
  - N_2 : dissous
  - CO_2 : combiné et dissous
  - CO : fortement combiné

Appareil circulatoire et plongée

- Quels sont les problèmes de l'appareil circulatoire en plongée ?
  - Le N_2 se dissout dans le sang et le phénomène augmente avec la pression. Le N_2 doit repasser à l'état gazeux au niveau des poumons.
  - Ces changements d'état ne sont pas instantanés.
  - Risque ADD.
  - Le CO reste fortement combiné → intoxication
    /!\ : prise d'air du compresseur

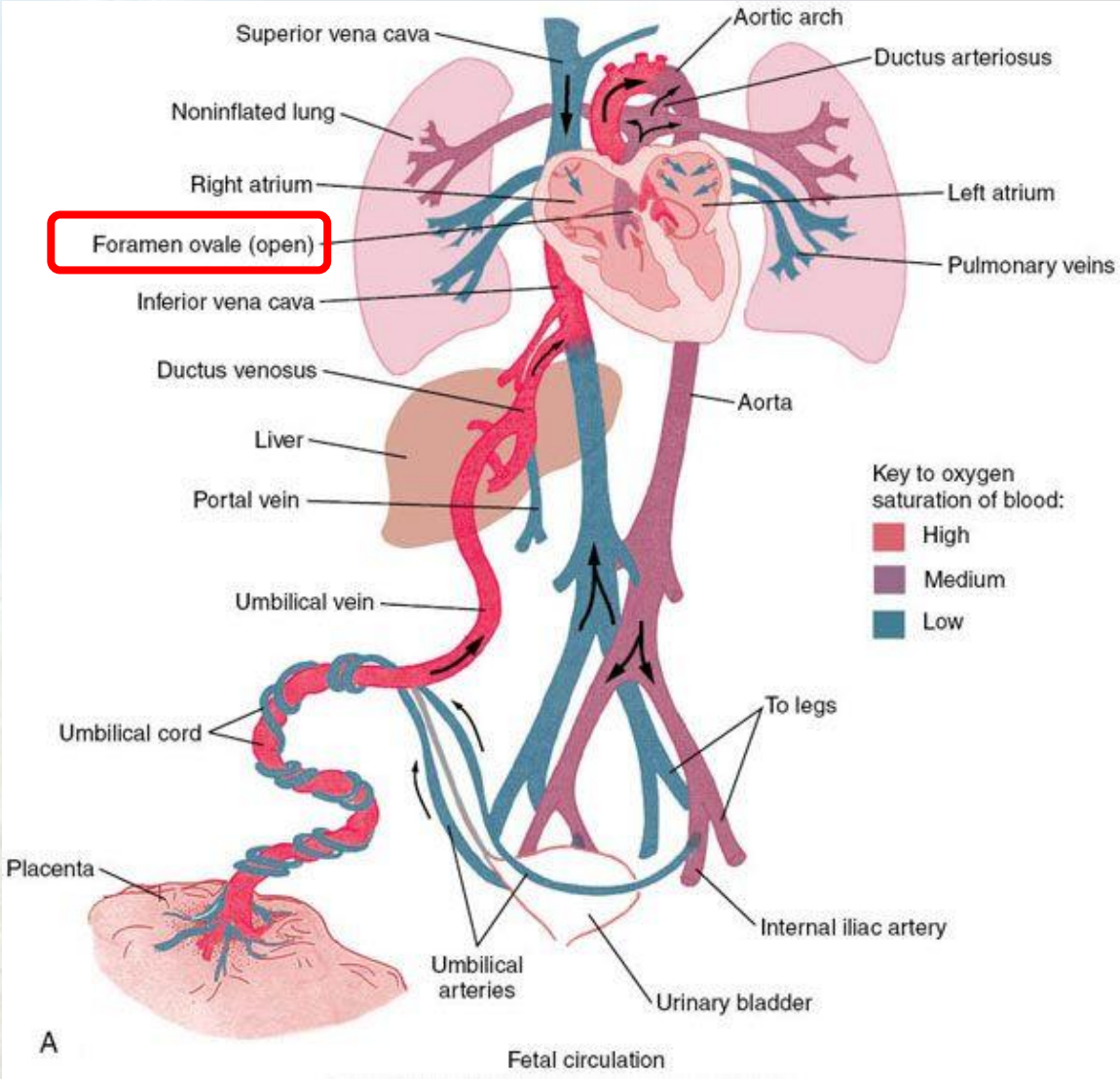
Facteurs aggravants

- Foramen Ovale Perméable
- Effet « Bloodshift »

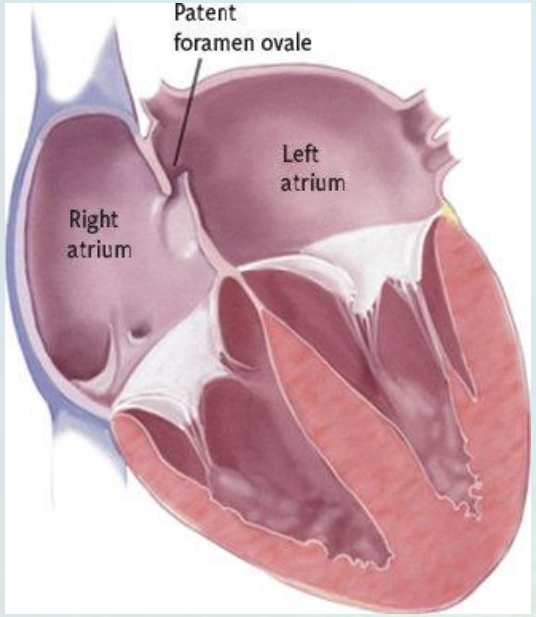
Foramen Ovale Perméable

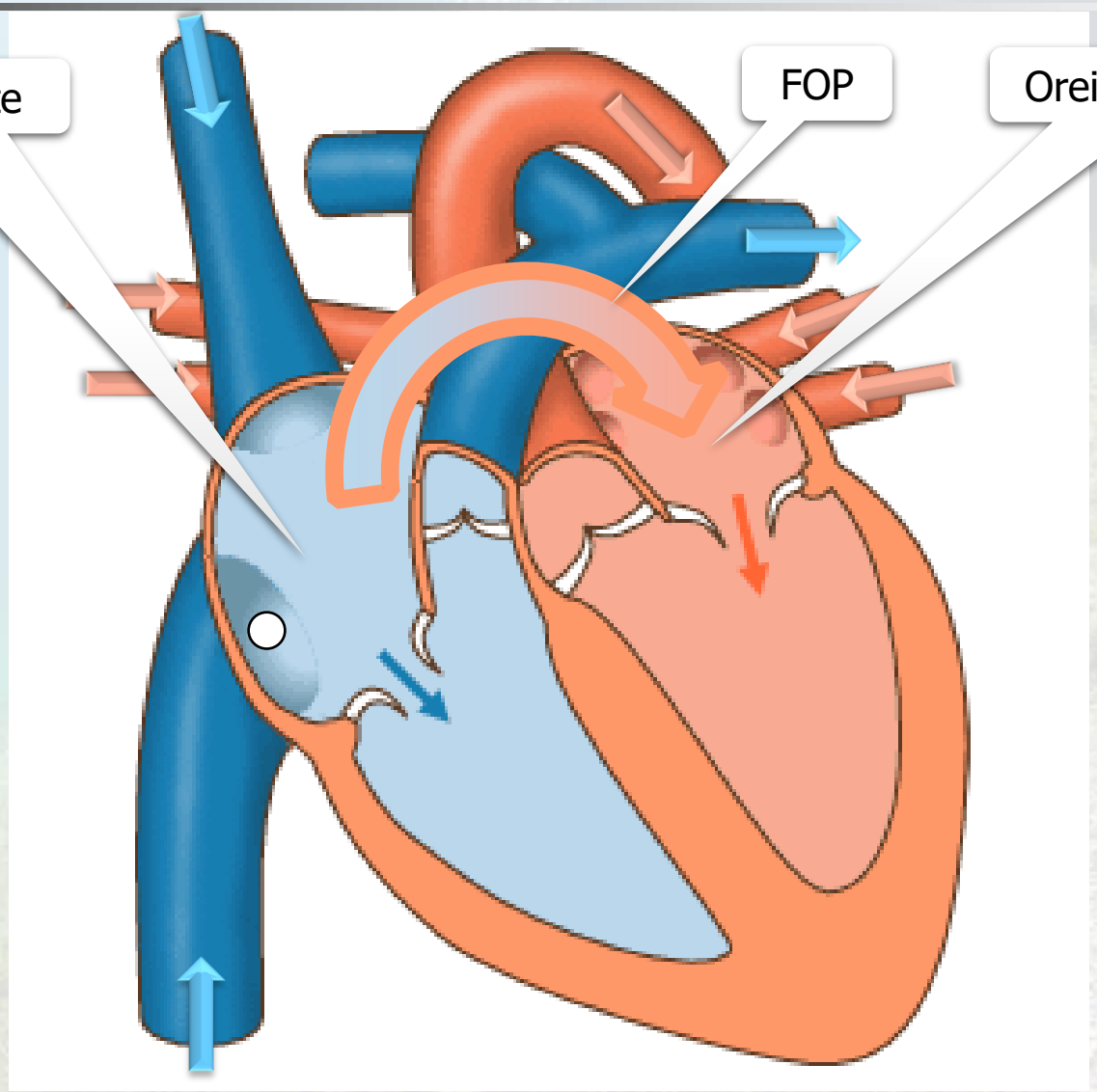
<u>Circulation fœtal :</u>

- La petite circulation ne sert à rien !
- Le FOP permet une communication entre les 2 oreillettes.
- Le sang oxygéné par le placenta est envoyé directement dans la grande circulation



Foramen Ovale Perméable





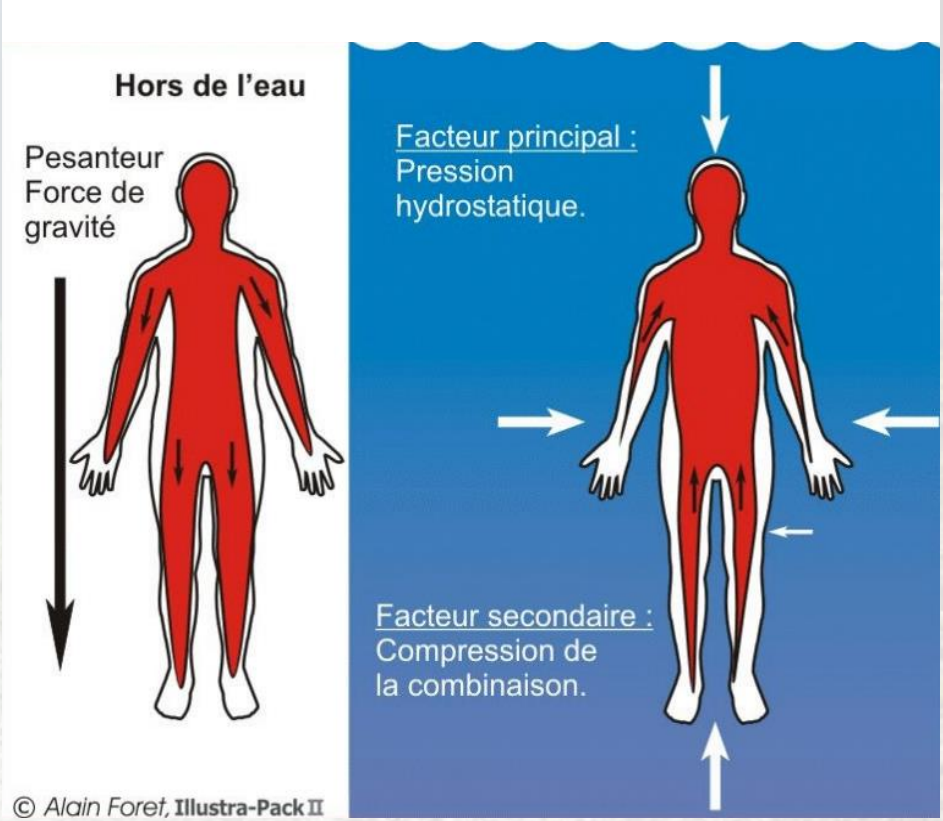
- Plus ou moins perméable chez 20 à 30 % des personnes
- Les microbulles repartent directement dans la circulation générale.
- Augmentation du risque d'ADD.

Foramen Ovale Perméable

- PRÉVENTIONS :
  - Éviter les plongées profondes ;
  - Éviter si possible les plongées successives. Augmenter l'intervalle de surface ;
  - Plongée NITROX ;
  - Éviter l'augmentation de la pression dans la cage thoracique,
    - ne pas bloquer sa respiration en faisant un effort
    - pas d'apnée après la plongée
    - pas de Valsalva à la remontée

L'effet « Bloodshift »

- En immersion :
  - Pression → Transfert veineux dans la partie supérieure du corps
  - Froid → vasoconstriction des vaisseaux capillaires
  - Afflux sanguin dans l'oreillette droite
    - Déséquilibre des pressions
    - Stimulation des barorécepteurs

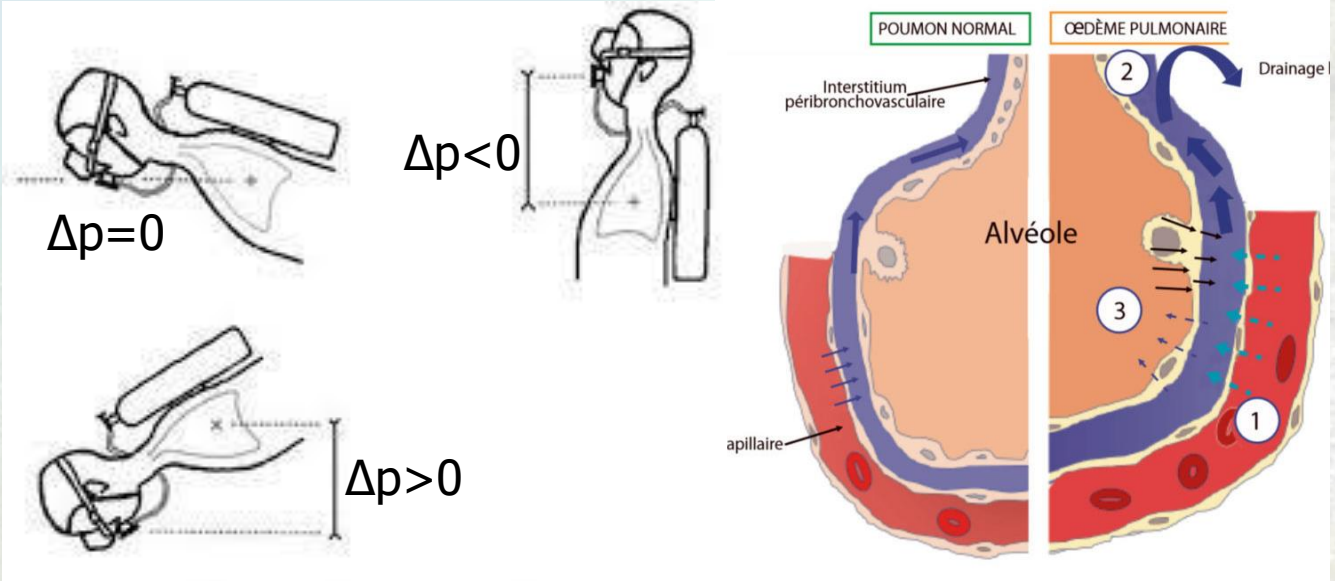


→ Ralentissement rythme cardiaque

→ Diurèse d'immersion

L'effet « Bloodshift »

- En immersion :
  - Afflux de sang vers les basses pressions
    - Eclatement vaisseaux des yeux dû au placage de masque
    - Dilatation des capillaires des alvéoles pulmonaires



→ Œdème Pulmonaire d'Immersion

L'effet « Bloodshift »

- Prévention:
  - Boire … de l'eau !
    - Avant la plongée
    - Après la plongée
  - /!\ Combinaisons semi-étanche et étanche

→ Reconstituer le volume sanguin

→ Favorise l'élimination de l'azote

→ Pas de placage de la combinaison

Questions ?

Exercice 1

Une formation cardiaque fœtale, si elle n'évolue pas favorablement à la naissance, est susceptible de favoriser des accidents de plongée.

- Quelle est-elle? (**0,5pt**)
- Elle joue un rôle majeur dans la survenue de certains accidents. Lesquels? (**0,5pt**)
- De quelles manières favorise-t-elle ces accidents de plongée? (**2pts**)

Exercice 1

Une formation cardiaque fœtale, si elle n'évolue pas favorablement à la naissance, est susceptible de favoriser des accidents de plongée.

- Quelle est-elle? (**0,5pt**)
  - *Le foramen ovale perméable*
- Elle joue un rôle majeur dans la survenue de certains accidents. Lesquels? (**0,5pt**)
  - *ADD*
- De quelles manières favorise-t-elle ces accidents de plongée? (**2pts**)
  - *En tant normal, les bulles d'azote sont évacués par le filtre pulmonaire. Elles ne reviennent quasiment jamais dans la circulation artérielle du cœur gauche. Cependant lors d'un effort important engendrant une surpression thoracique (ex: Valsalva à la remontée, toux importante), la pression sanguine intracardiaque droite ouvre un passage entre les deux oreillettes. Le sang ne passe plus par les poumons et reprend sans être filtrer le chemin de la grande circulation. Les bulles présentes dans le sang repartent dans l'organisme et peuvent engendrer des ADD*

Exercice 2

- Expliquer les mécanismes qui font qu'un plongeur a régulièrement envie d'uriner lorsqu'il plonge ? (3pts)

Exercice 2

- Expliquer les mécanismes qui font qu'un plongeur a régulièrement envie d'uriner lorsqu'il plonge ? (3pts)
  - Deux diurèses se cumulent. Diurèse d'immersion et celle due au froid
    - Diurèse due au froid. L'hypothalamus limite les échanges avec l'extérieur afin de diminuer la perte de chaleur. Il provoque la constriction des vaisseaux de la peau. Un afflux de sang s'opère vers le tronc. Les reins sont alors sollicités pour diminuer le volume.
    - Diurèse due à l'immersion. Si sur terre les volumes sanguins affluent vers les jambes à cause de la gravité mais également parce que les veines se dilatent pour contenir ce volume, il en va différemment sous l'eau. La flottabilité contrebalance la gravité. Ainsi, le volume sanguin qui afflue vers les jambes est moindre par rapport à une situation similaire sur terre. Il reste principalement dans le tronc. Ce qui va engendrer l'action des reins.

Exercice 3

Vous accompagnez en milieu naturel pour une plongée de réadaptation, 3 plongeurs niveau 2 n'ayant pas plongé depuis septembre. Votre palanquée est composée d'un sportif d'une petite trentaine, habitué aux efforts longs en course à pied, d'une femme du même âge légèrement enrobée qui reprend la plongée après 15 mois d'arrêt suite à sa maternité, et d'un retraité de 65 ans sédentaire fumeur et bon vivant.

La palanquée descend à 30 m et remonte lentement jusqu'au paliers. La plongée dure 30 min. Vous commencez alors un palier de principe à 3 m. Durant ce temps, le retraité commence à tousser. Vous observez que sa fréquence ventilatoire augmente. Vous lui demandez si tout va bien, il vous répond que c'est OK. Une fois le palier fini, la palanquée atteint la surface. Alors l'homme de 65 ans vous dit qu'il a mal à la tête, que son cœur bat fort et qu'il se sent oppressé. Vous regagnez le bateau et il recommence à tousser et à cracher.

Que suspectez-vous ? (**1pt**)

Quels sont les symptômes de cet accident ? (**2pts**)

Quels facteurs favorisants le retraité présente-t-il ? (**1pt**)

Exercice 3

- Que suspectez-vous ? (**1pt**)
  - *Ses symptômes étant ventilatoires et cardiaques, on peut suspecter un œdème pulmonaire d'immersion vu qu'il n'y a pas d'anomalie dans la remontée (lente le long d'un tombant) et qu'un palier de principe a été effectué. On peut exclure une surpression pulmonaire et l'ADD.*
- Quels sont les symptômes de cet accident ? (**2pts**)
  - *Toux importante, rythme cardiaque élevé, sensation d'oppression, crachat et le stress peut engendrer des céphalées.*
- Quels facteurs favorisants le retraité présente-t-il ? (**1pt**)
  - *Sédentaire, fumeur, prise de poids*

Bonnes plongées